

Análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra na área do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba

Spatial-temporal analysis of land use and land cover in the area of the Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba

Análisis espacio-temporal del uso y la cobertura del suelo en el área del Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba

Recebido: 25/07/2022 | Revisado: 09/08/2022 | Aceito: 13/08/2022 | Publicado: 22/08/2022

Danilo José da Silva Lira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3620-9020>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil

E-mail: danielolira06@gmail.com

Valdira de Caldas Brito Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1067-0628>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil

E-mail: valdirabrito@ifpi.edu.br

Antonio Joaquim da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8756-9464>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil

E-mail: antoniojoaquim@ifpi.edu.br

Resumo

A expansão das fronteiras agrícolas e o uso indiscriminado das terras tornam premente o estabelecimento de medidas comprovadamente eficazes de monitoramento legal do uso e cobertura da terra. O desenvolvimento de estudos com a aplicação de geotecnologias como geoprocessamento e sensoriamento remoto tem apresentado resultados significativos, especialmente no que diz respeito a aplicação de metodologias para o acompanhamento e monitoramento de grandes áreas. Dessa forma, esta pesquisa teve o objetivo de analisar o uso e cobertura da terra na área do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, no período de 1990 a 2020, utilizando dados da plataforma MapBiomias. Os dados adquiridos foram processados por meio do *software* QGIS, que permitiu a confecção dos mapas e a análise dos dados estatísticos, possibilitando a realização do diagnóstico do uso e cobertura do solo da área de estudo. Os resultados mostraram que, em 1990, não havia a presença de cultivos na área interna do parque nem no seu entorno. Entretanto, nos anos seguintes, a existência de cultivos foi crescente para cada ano analisado, chegando a mais de 3 mil hectares na parte interna do parque e mais de 22 mil hectares no seu entorno, para o ano de 2020. A metodologia aplicada mostrou-se eficiente, uma vez que apresentou informações que poderão ser úteis para a tomada de decisão dos órgãos competentes, dando embasamento para a elaboração de políticas que visem a proteção e o desenvolvimento sustentável do Parque.

Palavras-chave: MapBiomias; Monitoramento ambiental; Cerrado.

Abstract

The expansion of agricultural frontiers and the indiscriminate use of land make it urgent to establish measures that are proven to be effective for the legal monitoring of land use and land cover. The development of studies with the application of geotechnologies such as geoprocessing and remote sensing has shown significant results, especially with regard to the application of methodologies for the follow-up and monitoring of large areas. Thus, this research aimed to analyze the use and land cover in the area of the Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, from 1990 to 2020, using data from the MapBiomias platform, where the acquired data were processed through the *software* QGIS, resulting in information in which it was possible to make a diagnosis of land use and cover and, subsequently, to make maps and statistical data. The results showed that, in 1990, there was no cultivation in the area inside the park and in its surroundings. However, in the following years, the existence of crops increased for each year analyzed, reaching more than 3 thousand hectares inside the park and more than 22 thousand hectares in its surroundings for the year 2020. The methodology applied proved to be efficient, since it presented information that may be useful for the decision-making of the competent bodies, providing a basis for the elaboration of policies aimed at the protection and sustainable development of the Park.

Keywords: MapBiomias; Environmental monitoring; Cerrado.

Resumen

La ampliación de las fronteras agrícolas y el uso indiscriminado de la tierra hacen urgente establecer medidas que demuestren ser efectivas para el control legal del uso y cobertura del suelo. El desarrollo de estudios con la aplicación de geotecnologías como el geoprocesamiento y la teledetección ha mostrado resultados significativos, especialmente en lo que se refiere a la aplicación de metodologías para el seguimiento y monitoreo de grandes áreas. Así, esta investigación tuvo como objetivo analizar el uso y la cobertura del suelo en el área del Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, de 1990 a 2020, utilizando datos de la plataforma MapBiomias, donde los datos adquiridos fueron procesados a través del software QGIS, dando como resultado información en la que fue posible realizar un diagnóstico de uso y cobertura del suelo y, posteriormente, realizar mapas y datos estadísticos. Los resultados mostraron que, en 1990, no había cultivo en el área dentro del parque y en sus alrededores. Sin embargo, en los años siguientes, la existencia de cultivos creció para cada año analizado, alcanzando más de 3 mil hectáreas dentro del parque y más de 22 mil hectáreas en sus alrededores para el año 2020. La metodología aplicada demostró ser eficiente, ya que presentó información que puede ser de utilidad para la toma de decisiones de los órganos competentes, proporcionando una base para la elaboración de políticas encaminadas a la protección y desarrollo sostenible del Parque.

Palabras clave: MapBiomias; Monitoreo ambiental; Cerrado.

1. Introdução

O uso do sensoriamento remoto, no decorrer dos últimos anos, tem demonstrado resultados eficientes na coleta de dados, principalmente, no que diz respeito aos estudos ambientais. Segundo Meneses e Almeida (2012), sensoriamento remoto é uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres. O uso do sensoriamento remoto está diretamente aliado às técnicas de geoprocessamento. Rosa (2013) define geoprocessamento como o aglomerado de tecnologias que buscam a coleta e tratamento de informações espaciais, além do desenvolvimento de sistemas e aplicações que podem ser aplicadas por profissionais que trabalham com cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informações geográficas.

Conforme o estudo apresentado por Souza et al (2013), a aplicação do sensoriamento remoto no estudo dos solos permitiu que os autores analisassem o comportamento espectral do solo estudado, permitindo assim, uma caracterização e extração das suas propriedades.

Atualmente, o uso indiscriminado das terras tem sido apontado como um dos principais causadores da redução da cobertura vegetal. Isso tem gerado séries de estudos que visam uma utilização mais racional dos recursos naturais. E, estes, são facilitados pelo desenvolvimento tecnológico do geoprocessamento e sensoriamento remoto, estabelecendo uma nova realidade na obtenção e análise de informações (Sousa et al., 2017).

Conforme Rosa e Sano (2014), o levantamento do uso da terra e acompanhamento da cobertura vegetal é essencial para que haja uma compreensão dos padrões de organização do espaço e tendências espaciais de sua cobertura. Ter informações dos aspectos da distribuição espacial é um dos principais meios para uma melhor orientação e utilização racional do espaço. Junto a isso, a visão do comportamento do uso da terra e cobertura vegetal natural permite avaliar os impactos de mudança da cobertura vegetal nativa e uso do solo, além de mudanças climáticas (Silva & Rosa, 2017).

Apesar do Brasil ser um país de proporções continentais com ampla variedade de biomas e com áreas preservadas por lei, ainda há ações ilegais do homem que danificam o ambiente, as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento contribuem bastante para os estudos voltados para a preservação dessas áreas. O Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, como diversas outras áreas de preservação do país, não foge da realidade de ter seu bioma ameaçado por ações humanas.

O Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (PNNRP) é uma unidade de conservação federal que é composta em sua maior parte pela vegetação de Cerrado, sua área abrange os estados do Piauí, Maranhão, Tocantins e Bahia, compreendendo uma área de 749.774,18 hectares, onde estão contidas as nascentes do rio Parnaíba as quais conformam a segunda maior bacia hidrográfica do Nordeste (Ministério do Meio Ambiente, 2020).

O PNNRP está localizado na região do MATOPIBA, local considerado atualmente como a grande fronteira agrícola

nacional, compreendendo o bioma Cerrado dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia e responde por grande parte da produção brasileira de grãos e fibras (Embrapa, 2020).

Dessa forma, essa pesquisa teve como objetivo realizar uma análise espaço-temporal da cobertura da terra no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba com o intuito de identificar e avaliar as mudanças ocorridas nessa área, no período de 1990 a 2020.

2. Metodologia

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

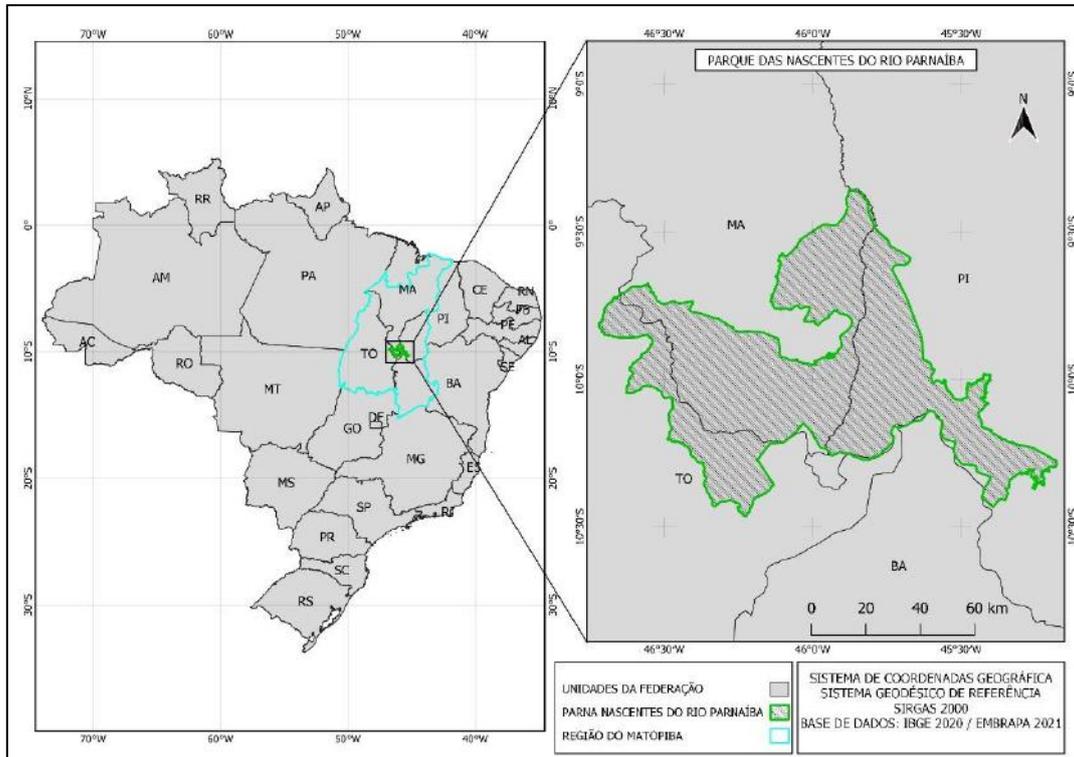
Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), o rio Parnaíba tem suas origens na Serra da Tabatinga, que limita o Piauí com a Bahia, Maranhão e Tocantins. As nascentes se formam a partir de ressurgências na Chapada das Mangabeiras, que originam os cursos dos rios Lontras, Curriola e Água Quente que, unidos, formam o rio Parnaíba (Ministério do Meio Ambiente [MMA], 2020).

O Rio Parnaíba, que possui cerca de 1.344 km de extensão até desaguar no mar, é um dos maiores rios do Nordeste com um importante papel socioeconômico (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais [CPRM], 2022). Constatados este fato principalmente pela sua potencialidade de seus recursos naturais que propiciam aptidão para o desenvolvimento de inúmeras atividades: pesqueiras e agropastoris, navegabilidade, energia elétrica, abastecimento urbano, lazer, dentre outras (Codevasf, 2020).

Com o objetivo básico de preservar suas nascentes e realizar pesquisas científicas, além de promover atividades de educação, interpretação ambiental e recreação com a natureza e turismo ecológico foi criado por meio de decreto presidencial, no ano de 2002, o Parque Nacional das Nascentes do Parnaíba. Segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2020), este é o quarto parque nacional do Piauí. O Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba tem seu nome no plural porque o Rio Parnaíba tem várias nascentes, possui uma área de 749.774,18 hectares, localizado entre as Serras da Tabatinga e a Chapada das Mangabeiras, divisa dos estados do Piauí, Bahia, Tocantins e Maranhão (Figura 1) (Ministério do Meio Ambiente, 2022).

A Unidade de Conservação abrange os municípios de Alto Parnaíba-MA, Barreiras do Piauí-PI, Corrente-PI, Gilbués-PI e São Gonçalo do Gurguéia-PI, Formosa do Rio Preto-BA, São Félix do Tocantins-TO, Mateiros-TO e Lizarda-TO (MMA, 2022).

Figura 1 - Mapa de localização do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba.



Fonte: Autores (2022).

As nascentes do Rio Parnaíba constituem a segunda maior bacia hidrográfica do Nordeste. A nascente tradicional é preservada por um emaranhado de árvores frondosas, altas palmeiras e pequenas plantas, onde vivem borboletas de diferentes tons (Icmbio, 2020). A região é caracterizada por um clima tropical semiúmido, com duas estações climáticas bem definidas: período seco (de maio a novembro) e o chuvoso (de dezembro a abril), os meses de agosto a outubro são os mais críticos em relação à seca e aos focos de incêndio (MMA, 2022).

A região se enquadra nos domínios dos Chapadões Tropicais compostos por vastas superfícies de aplainamento. A parte alta é formada por superfícies de platôs, localizada na Chapada das Mangabeiras, com altitudes médias de 800 metros, já a parte baixa, formada pelo processo erosivo da Chapada das Mangabeiras, origina a Serra da Tabatinga, onde a altitude média é de 400 metros, correspondendo à maior porção do Parque. É nessa área que se localizam as nascentes (formadas a partir de ressurgências na Chapada das Mangabeiras) e veredas, marcadas pela grande presença de brejos, tributários dos principais rios protegidos pelo Parque (MMA, 2022).

Em 2015, o parque foi contemplado com a lei complementar 13.090 que teve a finalidade de ampliação dos limites do Parque o qual passou de 729.813,00 hectares para 749.774,18 hectares (Icmbio, 2020).

Um dos grandes problemas era a ausência de um plano de manejo para o parque, que foi aprovado em julho de 2021, quase vinte anos depois do decreto de criação do Parque. Apesar de sua aprovação ainda existem algumas pendências ligadas a necessidades de planejamento, que podem ser encontradas no documento do plano de manejo, podemos destacar como um desses itens de necessidade a falta de um plano de desenvolvimento do extrativismo sustentável no entorno do Parque. O Parque mesmo com a elaboração do plano de manejo ainda não possui uma área delimitada como zona de amortecimento, sendo este um outro fato que pode colaborar para a degradação ambiental do entorno do parque.

As zonas de amortecimento, conforme estabelecido na lei nº 9.985 (2000), são áreas delimitadas no entorno de uma unidade de conservação. Elas possuem o objetivo de minimizar os impactos negativos das atividades que ocorrem fora. E, tais

atividades estão sujeitas a normas e restrições específicas, permitindo assim a diminuição da poluição, espécies invasoras e avanços da ocupação humana.

Equipes de trabalho atuantes na Unidade estimam que a maior parte dos proprietários da região utilizam as terras somente no período da estiagem, sendo que a atividade predominante é a criação extensiva de gado nas veredas (Icmbio, 2020).

De acordo com o diagnóstico das equipes de trabalho do Parque, a presença humana no interior da UC é mínima, concentrando-se nos povoados: Brejinho, Macacos, Taboca e Curupá. Apesar de ser mínima, é responsável pelos incêndios que ocorrem durante a preparação do solo para o plantio de subsistência (Icmbio, 2020).

Conforme Lima e Lima (2017), o grande crescimento do cultivo em larga escala da soja, milho, algodão, feijão e arroz nos municípios circunvizinhos ao Parque tem gerado uma busca por novas áreas de plantio e um aumento da presença humana na região.

A crescente onda da atividade agropecuária tem como principais causas a vinda de produtores de várias regiões do país, atraídos pelas condições favoráveis de relevo, baixo preço das terras, além dos incentivos do governo e fomentos oriundos de grandes trades do agronegócio (Lima & Lima, 2017).

2.2 Procedimentos metodológicos

Para a análise temporal da variação do uso e cobertura da terra na área de estudo, inicialmente foi feita uma revisão da bibliografia para melhor subsidiar os aspectos da pesquisa. Foram abordadas pesquisas científicas, trabalhos técnicos e relatórios, contribuindo assim para um melhor embasamento e compreensão da metodologia aplicada e resultados obtidos.

Por meio da análise da cobertura da terra, Rosa *et al* (2019) conseguiu diagnosticar que, no Brasil, entre os anos de 1985 e 2018, foram perdidos 89 milhões de hectares de vegetação nativa, restando cerca de 569 milhões de hectares de cobertura de vegetação nativa. Ao passo que a área de agricultura cresceu 250%, totalizando 60 milhões de hectares e as áreas de pastagem cresceram 37%, representando 174 milhões de hectares.

Foram utilizados dados da coleção 6.0 do Projeto MapBiomas - Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, que surgiu em 2015, com um termo de cooperação técnica com o Google Earth Engine, ampliando a capacidade de processamento e automatização das informações (MapBiomas, 2022).

O projeto MapBiomas tem como propósito contribuir na compreensão da dinâmica do uso do solo no Brasil e outros países tropicais, por meio do desenvolvimento e implementação de metodologias confiáveis, rápidas e de baixo custo, permitindo gerar mapas anuais de uso e cobertura do solo a partir do ano de 1985 até os dias atuais, além de buscar a criação de uma plataforma que facilite a disseminação da metodologia utilizando a mesma base de algoritmos, estabelecendo uma rede colaborativa de especialistas nos biomas brasileiros para o mapeamento da cobertura da terra e da dinâmica de mudanças (MapBiomas, 2022).

Buscando atender os propósitos do MapBiomas, foi firmado um termo de cooperação técnica com o *Google Earth Engine* (GEE), onde a base da plataforma do google seria utilizada para desenvolver a iniciativa.

O *Google Earth Engine* é uma plataforma que combina catálogos de diversos *petabytes* de imagens de satélites junto aos conjuntos de dados geoespaciais permitindo análises em escala planetária, possibilitando assim detecções de mudanças, mapeamento de tendências e quantificação de diferenças que podem ocorrer na superfície da terra. A plataforma está disponível para uso comercial e pode ser utilizado também de forma gratuita para uso acadêmico e de pesquisa (Google Earth Engine, 2022).

Os resultados obtidos por meio da plataforma MapBiomas passam por uma avaliação da qualidade do mapeamento realizado, onde a análise da acurácia é a principal forma de avaliação, conforme dados obtidos na plataforma a acurácia global para cada classe de uso e cobertura para todos os anos da coleção 6.0 no nível 1 é de 90.8%, para os níveis 2 e 3 é 87.4%

(MapBiomias, 2021).

O arquivo vetorial que delimita o Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba foi obtido no site do Ministério do Meio Ambiente e carregado na plataforma do *Google Earth Engine*, por meio da qual foi possível ter acesso aos produtos desenvolvidos pelo MapBiomias. Os produtos das coleções do MapBiomias são mapas de cobertura e uso da terra em formato matricial, com pixel de 30 metros, mosaicos de imagens de satélites para cada ano da série histórica de um local determinado, sendo que cada mosaico pode possuir até 105 camadas de informações com as bandas espectrais, frações e índices, podendo estes serem acessados diretamente no *Google Earth Engine* (MapBiomias, 2022).

A Coleção 06 cobre o período de 1985 a 2020 e, neste estudo foram abordados os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020. As imagens da área de estudo foram adquiridas em formato *GeoTiff*, por meio da plataforma GEE, provenientes do mapeamento do MapBiomias para as datas especificadas.

Uma vez que o parque não possui uma zona de amortecimento ainda definida, adota-se, conforme é exposto na resolução do CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010, uma faixa de 03 km a partir do limite da unidade de conservação para que possa ser feito o licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental. Com base nesses valores, esse estudo considerou uma faixa de 04 km além da delimitação do Parque para que fosse possível uma melhor análise e entendimento da dinâmica da cobertura da terra que está no entorno dessa unidade de conservação.

O próprio sistema de classificação do MapBiomias apresenta uma divisão de classes e paleta de cores das feições que foram mapeadas pelo programa. A correlação das classes adotadas pelo projeto foi baseada nas classes utilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO).

Na Tabela 1 poderão ser vistas as classes que foram mapeadas na área de estudo. Para a análise desse artigo, as classes “pastagem” e “mosaico de agricultura e pastagem” foram classificadas como uma só classe e na parte da classe de agricultura a classe “soja” foi destacada, pois a região onde se encontra o Parque possui esse tipo de plantio como predominância.

Tabela 1 - Classes e descrição das legendas – coleção 6.0 MapBiomias.

Classes	Descrição
Formação Florestal - Cerrado	Vegetação predominantemente de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), além de florestas estacionais semidecíduais.
Formação Savânica - Cerrado	Formações savânicas com estratos arbóreo e arbustivo-herbáceos definidos (Cerrado Sentido Restrito: Cerrado denso, Cerrado típico, Cerrado ralo e Cerrado rupestre).
Campo Alagado e Área Pantanosa - Cerrado	Vegetação com predomínio de estrato herbáceo sujeita ao alagamento sazonal (ex. Campo Úmido) ou sobre influência fluvial/lacustre (ex. Brejo). Em algumas regiões a matriz herbácea ocorre associada às espécies arbóreas de formação savânica (ex. Parque de Cerrado) ou de palmeiras (Vereda, Palmeiral).
Formação Campestre - Cerrado	Formações campestres com predominância de estrato herbáceo (campo sujo, campo limpo e campo rupestre) e algumas áreas de formações savânicas como o Cerrado rupestre.
Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas.
Mosaico de Agricultura e Pastagem	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.
Outras áreas não vegetadas	Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes e regiões de solo exposto em área natural ou em áreas de cultura em entressafra.
Rio, Lago e Oceano	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água
Agricultura - Soja	Áreas cultivadas com a cultura da soja.
Outras lavouras temporárias	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir.

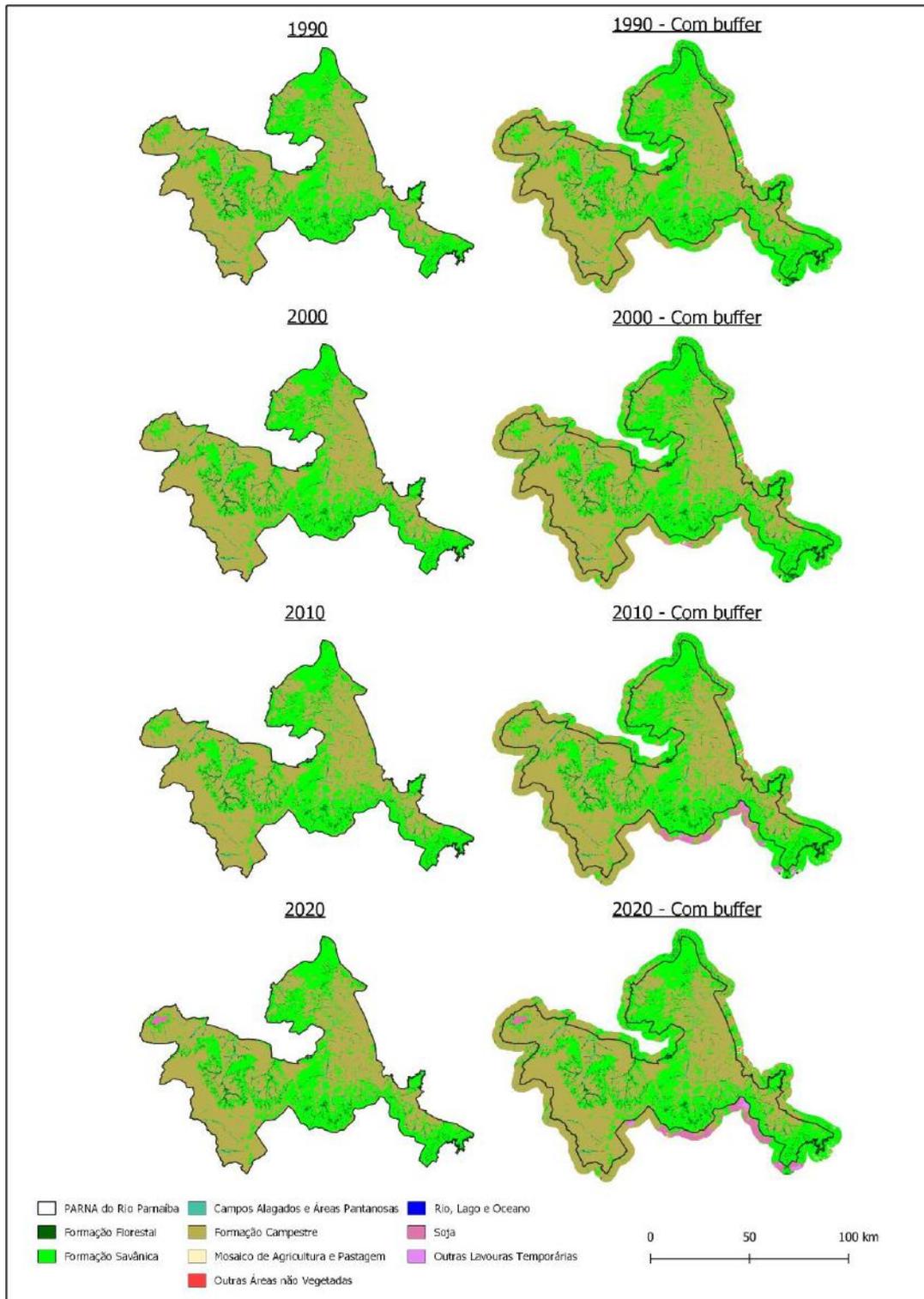
Fonte: adaptado de MapBiomias (2021).

Foi utilizado o *software* QGIS 3.22 para o cálculo das áreas das classes determinadas para a região delimitada pelo *buffer*, para a confecção dos mapas e importação para o *software Excel* dos valores obtidos para a confecção dos gráficos, tabelas e dados estatísticos.

3. Resultados e Discussão

Na análise do uso e ocupação da terra, a observação temporal da distribuição da vegetação permite a identificação e caracterização do comportamento das diferentes tipologias presentes na área de estudo. A Figura 2, mostra o processo de uso e ocupação da terra na área que delimita o Parque e na região do *buffer* correspondente ao entorno dos seus limites nos anos de 1990, 2000, 2010, 2020. Analisando os resultados foi possível perceber a predominância da classe *Formação Campestre* que é formada por uma preponderância de estrato herbáceo e *Formação Savânica* do tipo cerrado rupestre. Também foi possível perceber que, entre os anos 2000 e 2010, o Parque começou a apresentar classes do tipo *Soja* e *outras lavouras temporárias* no seu entorno. E, no ano de 2020, foi vista uma maior quantidade das classes citadas anteriormente.

Figura 2 - Uso e cobertura da terra na PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba (1990-2020).



Fonte: Autores - Base de dados do MapBiomas 6.0 (2021).

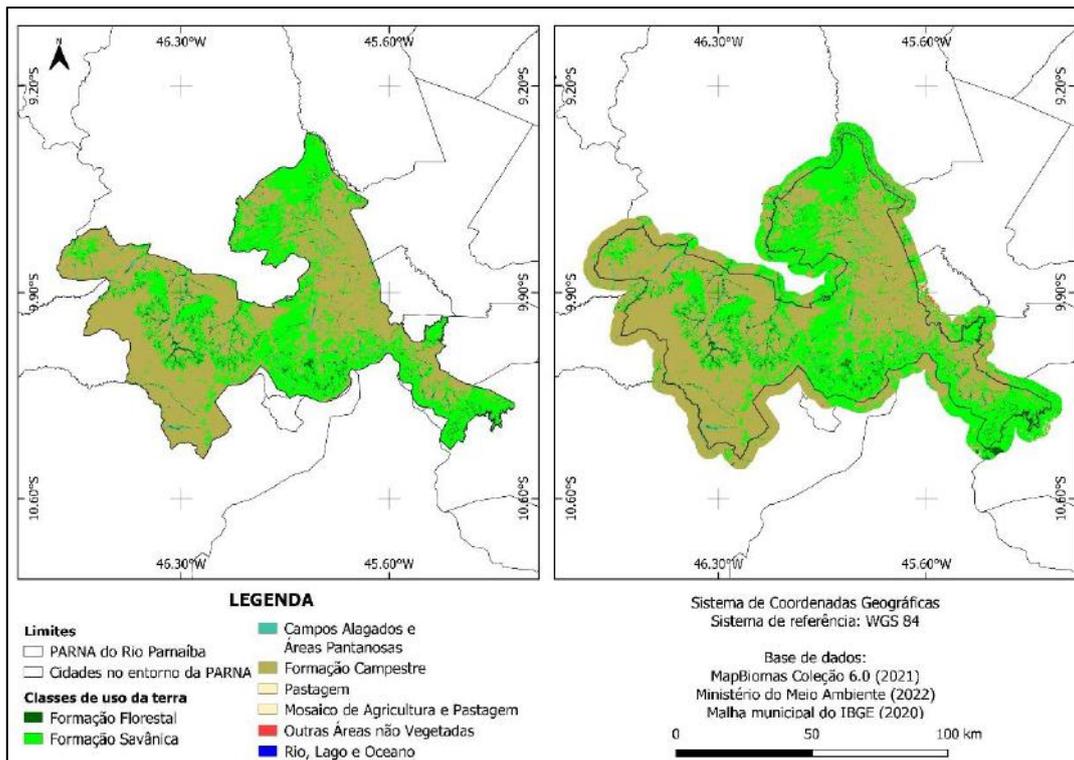
Como citado anteriormente o Parque está inserido dentro da região do MATOPIBA, região que tem sofrido forte expansão agrícola. O bioma cerrado ocupa cerca de 91% dessa área, que é marcada por apresentar grandes resultados nas colheitas de grãos, especialmente a soja, milho e algodão, sendo a porção baiana da região a segunda maior produtora de fibras no Brasil (Embrapa, 2022).

Partindo dessa perspectiva e visto o grande crescimento por áreas de plantio nessa região, é possível associar essa

expansão das áreas de plantio aos resultados encontrados para o entorno do Parque, pois é possível perceber uma crescente ocupação de áreas principalmente pela ocupação de soja.

Para o ano de 1990, o uso e cobertura da terra do Parque não apresentou as classes *Soja* e *Lavouras Temporárias*, nem para a área do parque nem para o seu entorno (Figura 3), para este ano a classe *Formação Savânica* apresentou os maiores valores de ocupação, totalizando 276.670,59 hectares, se comparado aos demais anos analisados.

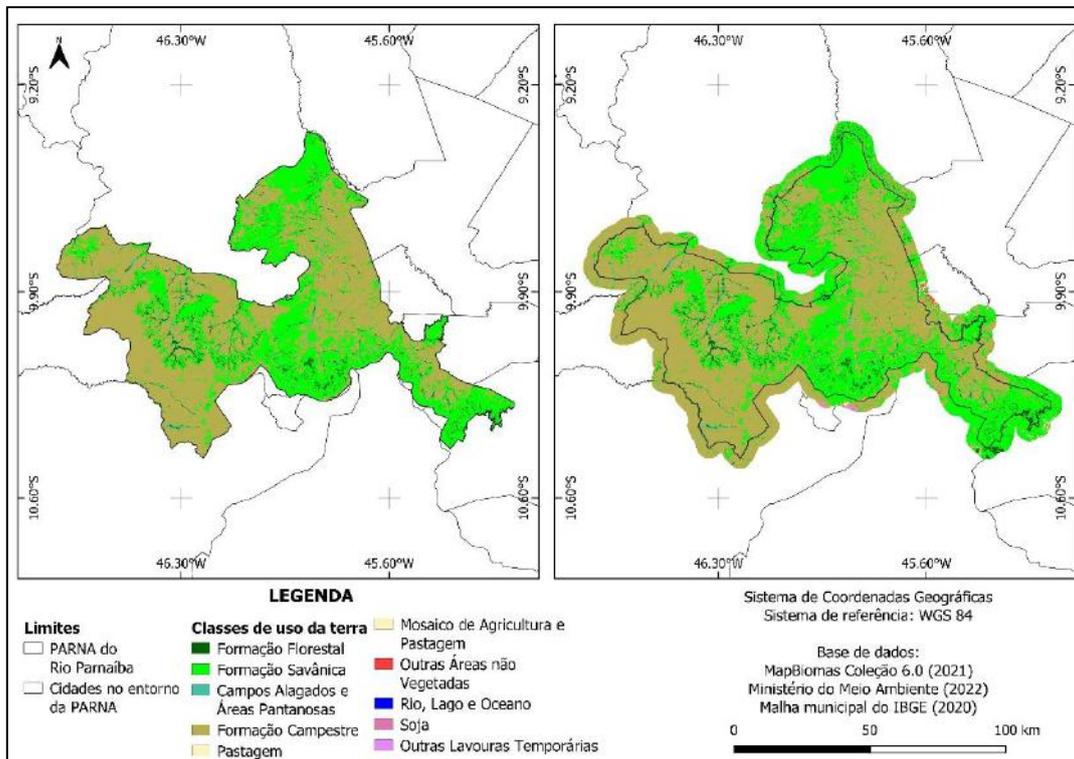
Figura 3 - Uso e cobertura da terra PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba (1990).



Fonte: Autores (2022).

No ano 2000 (Figura 4), foi possível identificar algumas áreas das classes *Soja* e *Lavouras Temporárias* tanto para área interna do Parque quanto para o seu entorno. Na área interna foi possível detectar 2,91 hectares para classe *Soja* e 8,72 para classe *Lavouras Temporárias*. Na área do entorno a soja apresentou uma ocupação de 89,91 hectares e a área de *Outras Lavouras* temporárias correspondeu a 748,18 hectares. E a maior parte desse tipo de cobertura encontra-se na área que corresponde ao município de Mateiros - TO.

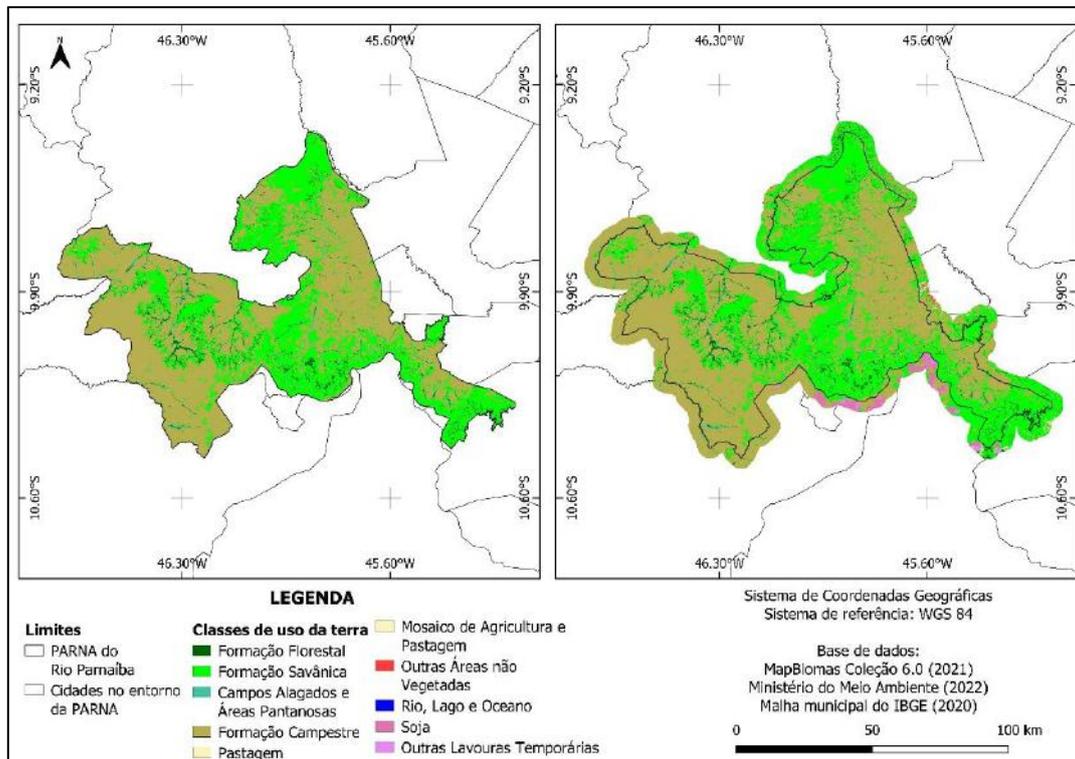
Figura 4 - Uso e cobertura da terra PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba (2000).



Fonte: Autores (2022).

Analisando os dados obtidos para o ano de 2010 (Figura 5), foi possível identificar que a área correspondente ao plantio de soja no interior da PARNA cresceu cerca de 2,5 vezes em relação ao ano 2000, apresentando um valor de 7,31 hectares. E a classe *Outros Tipos de Lavouras* apresentou um crescimento quadruplicado em relação a 2000, totalizando 37,50 hectares. No entorno do Parque, o crescimento da classe *Soja* foi ainda mais relevante chegando a ser 130 vezes maior, se comparado ao ano 2000, apresentando o valor de 11.686,06 hectares, enquanto a classe para *Lavoura Temporária* apresentou um crescimento quintuplicado totalizando 3.837,17 hectares.

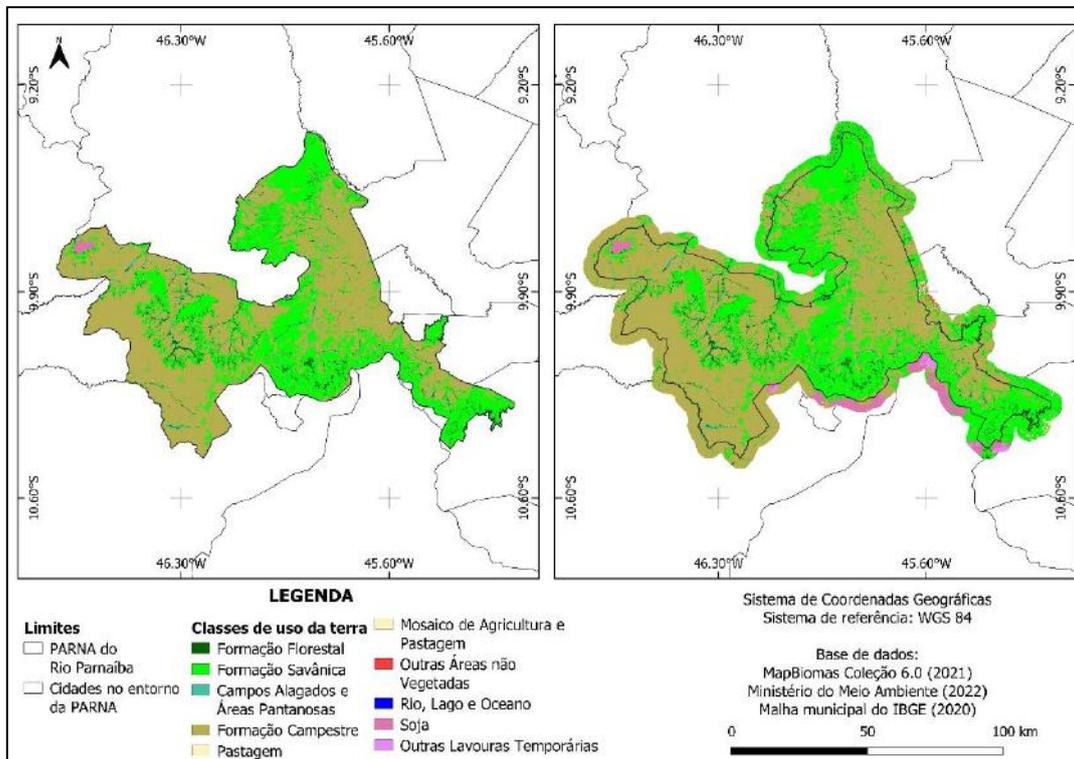
Figura 5 - Uso e cobertura da terra PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba (2010).



Fonte: Autores (2022).

O ano de 2020 (Figura 6) apresentou os maiores valores para as classes *Soja* e *Lavouras Temporárias* em relação a todos os anos analisados. No interior do Parque, para a classe *Soja*, o aumento correspondeu a 430 vezes mais, se comparado a 2010, chegando ao valor de 3.149,39 hectares. Para a classe *Lavouras Temporárias* o aumento foi quase triplicado em relação a 2010, totalizando 112,22 hectares. Na área de entorno do Parque, o aumento para a *Soja* foi de quase o dobro, comparando-se ao ano de 2010, chegando ao valor de 22.525,27 hectares e, para *Lavouras Temporárias*, o valor foi de 4.106,71 hectares.

Figura 6 - Uso e cobertura da terra PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba (2020).



Fonte: Autores (2022).

Analisando os mapas para os anos de 1990 a 2020 foi possível perceber que a maior concentração das classes *Soja* e *Lavouras Temporárias* se encontrava na porção sul e sudeste do entorno do Parque, mais especificamente nos municípios de Formosa do Rio Preto-BA e Mateiros -TO. Segundo dados do sistema SIDRA (Ibge, 2022), que é uma plataforma do IBGE onde é possível consultar dados sobre a produção agrícola municipal, a produção de soja no município de Mateiros -TO, entre os anos de 2010 e 2020, cresceu em termos de área plantada, cerca de 16 mil hectares passando de 30 mil para 46 mil hectares plantados. Para o município de Formosa do Rio Preto-BA o crescimento foi bem maior passando de 290.836,00 mil hectares plantados no ano de 2010 para 427.500,00 hectares plantados em 2020, essas crescentes expansões das áreas plantadas podem estar ligadas diretamente ao aumento de áreas com plantio no entorno do Parque.

Outro dado importante foi a presença de plantio de soja dentro da área do Parque, identificado no mapa para o ano de 2020, especificamente na porção extrema noroeste, onde a área ocupada chega a quase 3 mil hectares. Demonstrando um grave problema, visto que não deveria existir presença de plantação nessa proporção na área interna, uma vez que fere o principal objetivo que é a preservação do bioma original.

A Tabela 2 apresenta os valores em hectares obtidos para cada classe encontrada através da plataforma MapBiomas para área que delimita o Parque, nos anos analisados. Na Tabela 3 podemos observar os valores encontrados para as classes que se encontram no entorno de 4 km, atribuído a partir dos limites do Parque.

Tabela 2 - Valores das classes: Uso e Cobertura da terra PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba.

Classes	1990	2000	2010	2020
Formação Florestal (ha)	27.290,82	27.767,45	27.878,34	27.441,01
Formação Savânica (ha)	276.670,59	276.390,73	275.906,74	273.843,86
Campo Alagado e Área Pantanosa (ha)	12.080,63	11.918,31	11.871,52	11.868,98
Formação Campestre (ha)	433.441,60	433.475,86	433.778,52	432.965,93
Mosaico de Agricultura e Pastagem (ha)	91,53	70,92	150,65	226,45
Outras Áreas não vegetadas (ha)	157,16	130,48	137,88	166,24
Rio, Lago e Oceano (ha)	46,25	13,21	10,13	4,49
Soja (ha)	0,00	2,91	7,31	3149,39
Outras Lavouras Temporárias (ha)	0,00	8,72	37,50	112,22

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2021).

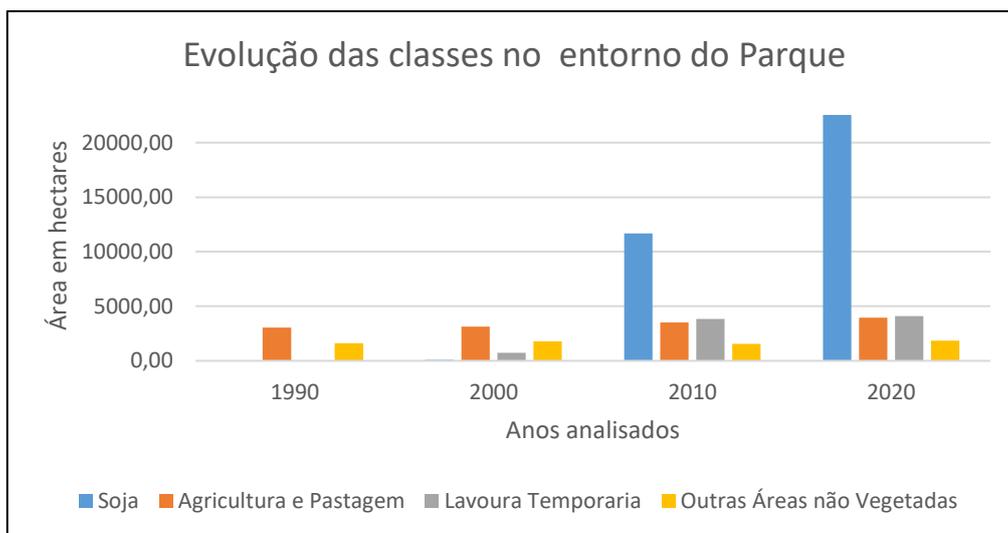
Tabela 3 - Valores das classes: Uso e Cobertura da terra para o entorno PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba.

Classes entorno do Parque	1990	2000	2010	2020
Formação Florestal (ha)	9.765,32	9.908,67	8.892,81	8.403,81
Formação Savânica (ha)	123.650,02	121.599,30	116.103,84	110.417,82
Campo Alagado e Área Pantanosa (ha)	2.500,56	2.471,71	2.465,08	2.465,25
Formação Campestre (ha)	165.268,65	166.207,76	157.871,82	152.256,74
Mosaico de Agricultura e Pastagem (ha)	3.046,96	3.140,98	3.515,17	3.959,35
Outras Áreas não vegetadas (ha)	1.611,19	1.802,61	1.568,57	1.853,05
Rio, Lago e Oceano (ha)	496,39	370,07	314,24	266,75
Soja (ha)	0,00	89,81	11.686,06	22.525,27
Outras Lavouras Temporárias (ha)	0,00	748,18	3.837,17	4.106,71

Fonte: Autores (2022).

Com base nos valores obtidos para as classes de uso e ocupação do solo no entorno do Parque, foi gerado um gráfico para melhor representar a evolução de algumas classes que podem trazer prejuízos ao Parque (Gráfico 1), classes essas que não fazem parte da composição natural do bioma existente, e cuja presença é um indicativo de que possa haver supressão da formação original. Observando o gráfico fica nítido a evolução do plantio de soja no entorno do Parque a partir do ano de 2010 a 2020.

Gráfico 1 - Evolução das classes no decorrer dos anos analisados para o entorno do Parque.



Fonte: Autores (2022).

4. Conclusão

A expansão agrícola de culturas como a soja, algodão e milho na região dos cerrados, mais especificamente na área que engloba a região do MATOBIPA, que é considerada atualmente a nova grande fronteira do agronegócio brasileiro, tem provocado cada vez mais mudanças nas paisagens. Essas mudanças acendem um alerta sobre como esse desenvolvimento, em alguns casos, acaba por destruir formações vegetais nativas e realocar populações locais.

Nesse aspecto, a metodologia aplicada neste trabalho configura-se em importante ferramenta para o estudo e acompanhamento das áreas que são destinadas a preservação. Por meio dela, foi possível realizar uma análise das mudanças do uso e cobertura da terra da área de estudo, identificando onde está ocorrendo essa crescente ocupação do solo nas áreas do entorno do parque. Observou-se que a vegetação natural está sendo substituída por áreas de plantio agrícola, sendo a soja o principal cultivo. Também foi possível identificar uma área de mais de 3 hectares de plantio de soja no interior do Parque, que corresponde a porção noroeste da área, mais especificamente no município de Lizarda -TO.

Esse avanço dos cultivos no entorno do Parque poderá acarretar prejuízos irreversíveis, tais como, o processo de substituição da vegetação natural por plantio, a extinção de espécies de animais nativas e, a degradação dos solos em decorrência do uso de agrotóxicos. Dessa forma, se políticas de controle e gestão não forem aplicadas de forma correta e urgente, a tendência é que esses limites não sejam respeitados. Nesse aspecto, esse estudo apresenta informações que podem contribuir para a caracterização e posterior monitoramento da ocupação da terra. Para tanto, faz-se necessária a realização de estudos que possam embasar a elaboração de planos de manejo e regularização fundiária, assim como, para a aplicação de estratégias de controle e gestão que busquem a preservação das áreas do parque.

Referências

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2018). *Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba*. <https://www.gov.br/ana/pt-br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/cbh-parnaiba>.
- Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. (2018). *Bacia do Parnaíba abriga 4,8 milhões de pessoas, 279 municípios e três diferentes biomas*. <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2014/bacia-do-parnaiba-abriga-4-8-milhoes-de-pessoas-279-municipios-e-tres-diferentes-biomas>.
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. (2022). *Bacia do Rio Parnaíba*. https://www.cprm.gov.br/sace/parnaiba_apresentacao.php.
- Embrapa. (2022). *Sobre o Matopiba*. <https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema>.

Google Earth Engine. (2022). *Plataforma*. <https://earthengine.google.com/platform/>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Produção Agrícola Municipal*. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2010). *Resolução nº 428*. <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/CONAMA/RE0428-1712http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/CONAMA/RE0428-171210.PDF10.PDF>.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2021). *Parna das Nascentes do Rio Parnaíba*. <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs/parna-das-nascentes-do-rio-parnaiba>.

Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. (2000). Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm.

Lima, I. M. M. F., & Lima, A. C. H. R. (2017). Nascentes do Rio Parnaíba: usos e conservação da terra e da água. *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*. v. 1 (2017): EBOOK. <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1829>.

Mapbiomas. (2020). *Coleção v6.0 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil*. <http://mapbiomas.org>.

Mapbiomas. (2021). *Estatística de acurácia*. <https://mapbiomas.org/estatistica-de-acuracia>.

Meneses, P. R., Almeida, T. (2012). *Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Brasília. UnB-CNPq.

Ministério do Meio Ambiente. (2020). *Unidade de Conservação: Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba*. <http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=156>.

Rosa, R., & Sano, E. (2014, 30 de outubro). Uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Rio Paranaíba. *Revista Campo Território*. 9(19) (2014). <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/24277>.

Rosa, R. (2013). *Introdução ao Geoprocessamento*. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5595356/mod_resource/content/2/Apostila_Geop_rosa.pdf.

Rosa, M., Shimbo, J. Z., & Azevedo, T. (2019). VII Simpósio de Restauração Ecológica: MapBiomas - Mapeando as transformações do território brasileiro nas últimas três décadas. https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/11/anais_viii_simposio-de-restauracao-2019.pdf.

Silva, M. K. A., & Rosa, R. (2017). *Estudo da vazão e construção de cenários a partir das mudanças de uso da terra e cobertura vegetal nativa da bacia hidrográfica do alto curso do rio Misericórdia-MG*. <http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2591>.

Sousa, R. F., Falcão, E. C., & Costa, E. V. S. (2017). Metodologia para diagnóstico do uso e ocupação do solo utilizando geotecnologias. *Geoprocessamento aplicado contexto multidisciplinar*. P.11-32. João Pessoa-PB. IFPB.

Souza, S. F., Araújo, M. S. B., Demattê, J. A. M., & Filho, J. C. A. (2013). *Sensoriamento remoto no estudo de solos*. <http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.01.05.45/doc/p1636.pdf>.