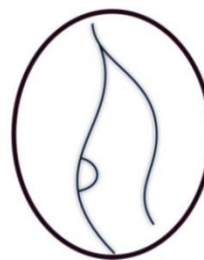




INTERFACE
ISSN 2448-2064



A DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE NO CENTRO-OESTE DO TOCANTINS: ÊNFASE NO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL - TO

ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN THE CENTRAL-WEST OF TOCANTINS: EMPHASIS ON LAND USE AND COVER IN THE MUNICIPALITY OF PORTO NACIONAL – TO

Kleber Fernandes Lima
kleberflima@gmail.com

Sandro Sidnei Vargas de Cristo
sidneicristo@uft.edu.br

Resumo

A estrutura dos ecossistemas terrestres constantemente tem passado por mudanças motivadas pelas ações humanas quanto ao uso e cobertura do solo. Muitos são os incentivos financeiros e políticos que tem sido os principais impulsionadores para essas mudanças, ocasionando grandes áreas desmatadas para uso de agricultura e pastagens, principalmente. Diversas empresas ligadas ao agronegócio foram instaladas no município de Porto Nacional, TO, a partir do ano de 2003. Desde então, a economia do município tem-se destacado através do agronegócio, mas, por outro lado, tem resultado em um aumento expressivo de desmatamento do Cerrado. Com objetivo de observar estas transformações, o presente trabalho apresenta a utilização do Sensoriamento Remoto na análise dos aspectos de uso e cobertura do solo, ocorrida entre os anos de 2000 a 2022. Entre os resultados destaca-se a substituição da vegetação nativa por cultivos de soja, milho entre outros. Deste modo, percebe-se que o uso e cobertura do solo sem planejamento ambiental tem promovido erosões, assoreamentos e a descaracterização da vegetação.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Cerrado; Planejamento Ambiental; Degradação Ambiental; Uso e Cobertura do Solo.

Abstract

The structure of terrestrial ecosystems has constantly undergone changes resulting from human actions regarding soil use and cover. There are many financial and political incentives that have been the main drivers for these changes, causing large areas to be deforested for use in agriculture and pastures, mainly. Several companies linked to agribusiness were installed in the municipality of Porto Nacional, TO, starting in 2003. Since then, the municipality's economy, in recent years, has stood out through agriculture and farming, but, on the other hand, has resulted in major transformations in the Cerrado. With the aim of observing these transformations, this work presents the use of Remote Sensing in the analysis of aspects of land use and cover, which occurred between the years 2000 and 2022. Among the main results, the replacement of native vegetation by soybean and corn crops, among others. In this way, it is clear that the land use and cover without environmental planning has promoted erosion, silting and the loss of vegetation character.

Keywords: Remote Sensing; Cerrado; Environmental Planning; Ambiental Degradation; Land Use and Cover.

Introdução

O Estado do Tocantins, pertencente à região Norte do Brasil, tem área de aproximadamente 277.620km² (SEPLAN, 2012) e está localizado numa região com maior predominância do bioma Cerrado (TOCANTINS, 2009). O desmatamento do bioma Cerrado no Estado do Tocantins é preocupante pois a cada ano vem aumentando expressivamente. Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), somente em 2023 cerca de 2.235,01km² foram desmatados. No Estado do Tocantins, segundo Santos e Ferreira (2012), a vegetação nativa tem sido devastada devido à produção agrícola, à operação de hidrelétricas e às queimadas.

As mudanças no uso e cobertura do solo oriundas pelas ações humanas nas últimas décadas têm alterado a composição e a estrutura dos ecossistemas terrestres a uma taxa sem precedentes, bem como os sistemas atmosféricos, colocando em risco o próprio bem-estar humano e a biodiversidade global (QUINTAO, et. al, 2021).

Os desmatamentos para expansão de pastagens e agricultura, ou para desenvolvimento de infraestrutura de cidades ou até mesmo através de incentivos políticos e financeiros à cobertura de solos são os principais impulsionadores das mudanças de uso e cobertura do solo nos biomas brasileiros, afetando a biodiversidade local (DAVIDSON, et. al, 2012).

Assim, fica evidente que os desmatamentos afetam os recursos hídricos. Neste mesmo pensamento, Pelicice, et al. (2021), afirma que a bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia vem sofrendo com a degradação ambiental em grande escala nas últimas décadas, colocando em risco a biodiversidade da região. As cabeceiras dos rios e matas ciliares estão sendo ameaçadas devido ao uso do corpo d'água para as grandes áreas da pecuária e da agricultura, além da retirada de água dos rios para os pivôs de irrigação e ao uso de agrotóxicos (FURTADO; CRISTO, 2018).

Stern (2006) afirma que os desmatamentos também provocam gases de efeito estufa, sendo a principal causa de modificação do clima regional e local. E quando o desmatamento é associado às queimas de biomassa em área rural para limpeza do solo para plantio, degrada ainda mais o meio ambiente, podendo acabar com a biodiversidade, matando animais, microrganismos e plantas necessárias para o equilíbrio ecológico. Além de emitir diversas substâncias poluentes para a atmosfera, as queimadas reduzem a fertilidade do solo. O uso do fogo por incêndios florestais contribui para alteração da vegetação local, proporcionando a exposição do solo e, com isso, facilitando os processos erosivos, intemperismo e a transformação dessas feições ambientais (JESUS, et al., 2024).

O município de Porto Nacional, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Tocantins, está inserido nesse contexto de degradação ambiental. Atualmente, a economia do município de Porto Nacional, TO tem se destacado no agronegócio, nas atividades de agricultura, com destaque a soja. Segundo Rocha e Fosquiera (2018), a produção de soja se expandiu em 2003 devido às novas tecnologias e com a chegada de empresas privadas na região chegando ao número de 13 multinacionais instaladas em Porto Nacional. Desde então, o agronegócio vem se expandindo no município, facilitando a territorialização de multinacionais ligadas a pesquisa, financiamento, industrialização e comercialização de grãos de soja.

O município portuense passa por significativas transformações ambientais nas últimas décadas, não somente pela expansão do agronegócio, mas também pela construção da usina hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães entre os municípios de Lajeado e Miracema. Porto Nacional foi o município mais afetado pela construção da usina hidrelétrica que, proporcionou desmatamento de grandes áreas da vegetação de Cerrado favorecendo à erosão, contribuindo assim, para o assoreamento e a eutrofização de rios e córregos.

Para Mendonça-Santos (2003, p. 5), “o conhecimento do uso atual e cobertura do solo é imprescindível em qualquer projeto de caracterização e monitoramento ambientais, permitindo

demarcar os diferentes usos do solo e vegetação, bem como subsidiar o planejamento e gestão ambientais”.

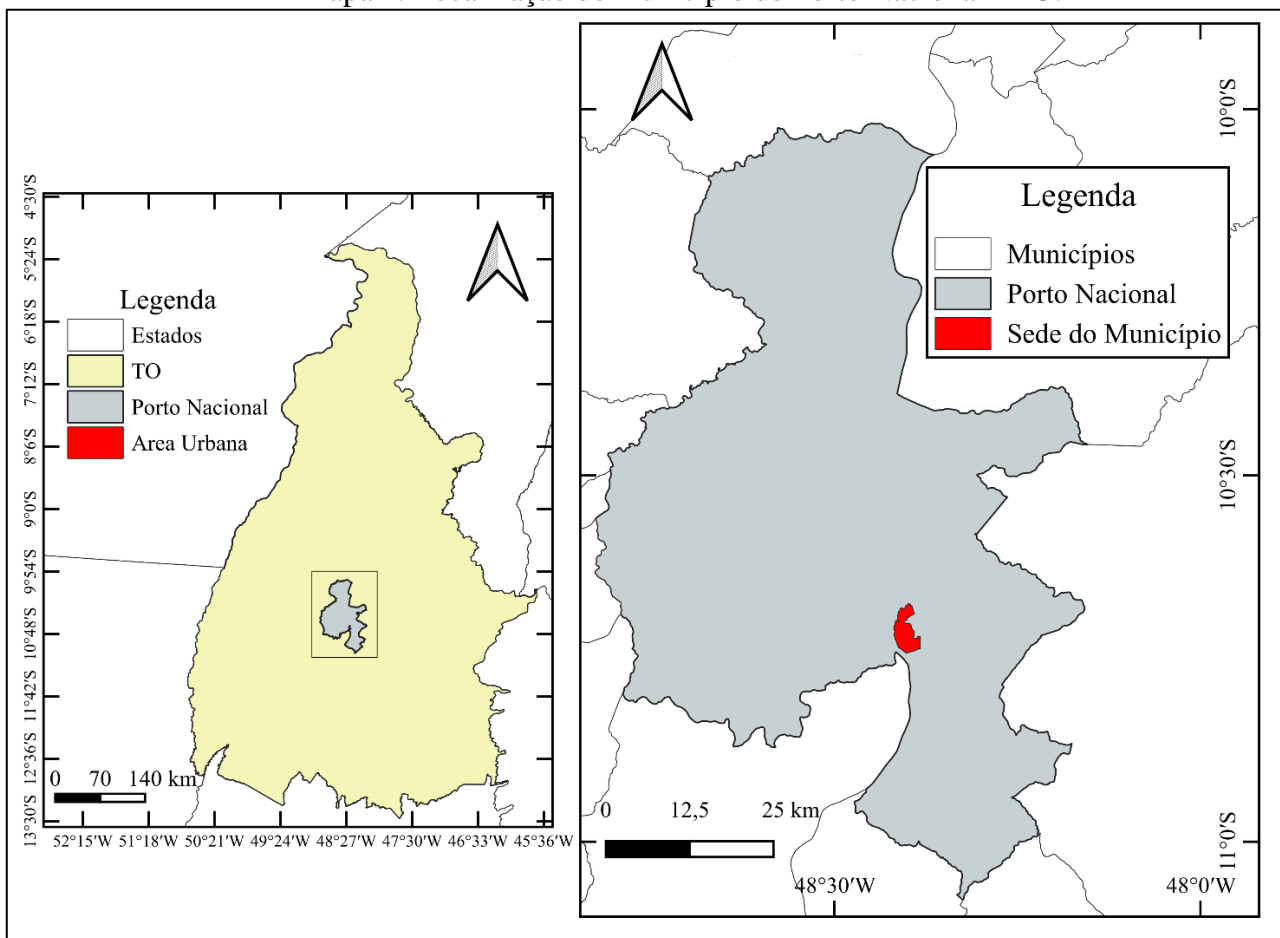
Diante disso, há uma necessidade crescente de informações que ajudem a compreender a estrutura e o funcionamento deste Bioma. Este estudo foi desenvolvido para analisar o uso e cobertura do solo no município de Porto Nacional, TO utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto. O Sensoriamento Remoto tem sido uma ferramenta bastante utilizada para mapeamento de uso e cobertura do solo, podendo identificar e classificar as diferentes categorias de cobertura da superfície do solo.

Para desenvolvimento desse estudo, foram utilizados mosaicos de imagens de satélite obtidas no site Mapbiomas Brasil (2023), com ênfase nos aspectos de uso e cobertura do solo. A partir desses mosaicos foi possível reconstruir informações sobre uso e cobertura do solo para o município de Porto Nacional e, compreender quais ações humanas tem favorecido às mudanças ambientais. Visa-se também, contribuir com o presente trabalho, subsidiando com informações os responsáveis pela conservação ambiental tomarem decisões para minimizar as perdas ambientais locais.

Localização e caracterização geral da área de estudo

O município de Porto Nacional (Mapa 1), localizado no centro-oeste do estado do Tocantins, a 64km da capital do estado, Palmas, conta com uma área de 4.434,680 km² com densidade demográfica de 14,53 hab/km² (IBGE, 2022). O município situa-se em uma região de abrangência do bioma Cerrado.

Mapa 1. Localização do município de Porto Nacional - TO.



Fonte: IBGE, 2021. Elaborado por Kleber F. Lima, 2023.

Procedimentos Metodológicos

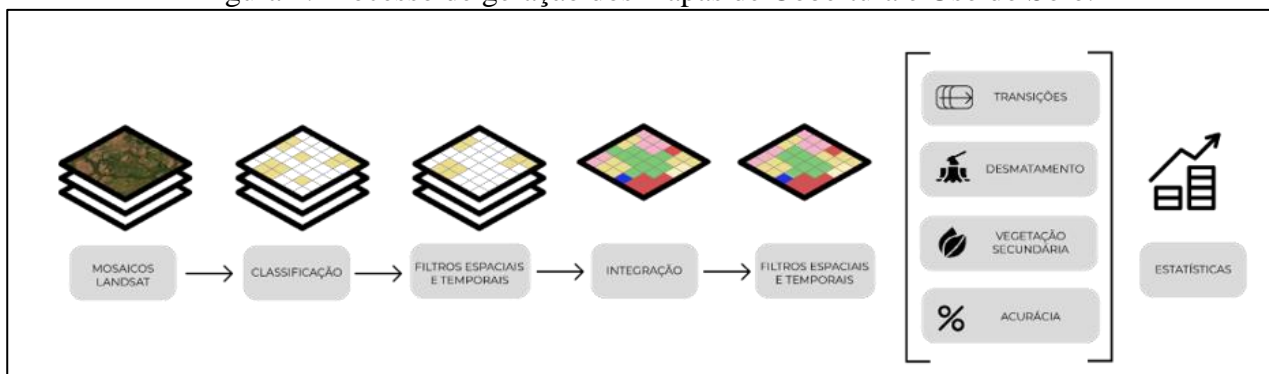
Depois de definir a área de estudo e o tema a ser desenvolvido, realizou-se pesquisa bibliográfica sobre uso e cobertura do solo. Este levantamento foi necessário para entendimento da dinâmica ambiental ocorridas no município de Porto Nacional, TO. Para análise do uso e cobertura do solo, buscou-se dados do Projeto MapBiomias sobre uso e cobertura do solo, coleção 8 nos respectivos anos 2000, 2010, 2020 e 2022.

A Figura 1 ilustra as etapas principais do processo de geração dos mapas anuais de cobertura e uso do solo do MapBiomias. Os mapas do MapBiomias foram produzidos a partir da classificação pixel a pixel e do mosaico de imagens do satélite Landsat com resolução de 30 metros disponíveis gratuitamente através da plataforma Google Earth Engine. Os pixels com nuvens não são selecionados para produção de imagem limpa e, para cada pixel selecionado são extraídas métricas que explicam o comportamento do pixel naquele referido ano. Busca-se todas as imagens disponíveis para o período selecionado nas 7 bandas espectrais, que ao final cada pixel carrega até 105 camadas de informação para um ano. Calcula-se os índices e frações espectrais para cada observação do satélite.

Através de um algoritmo de classificação de imagens é obtido mosaicos de imagens que produzem mapas de cada classe de cobertura e uso do solo. Para cada classe de cobertura e uso do solo possui uma coleção de 38 mapas anuais. Após é realizada a integração desses mapas de cada classe para cada ano. Os mapas são sobrepostos para integrar um único mapa anual com informações de transições de vegetação, desmatamento entre outras informações. O mapa integrado passa por mais uma etapa de filtro espacial para limpar as bordas e pixels soltos como consequência do processo de integração.

Também são produzidos mapas de transição de classes pixel a pixel comparando mapas entre diferentes anos para entender as mudanças no uso e cobertura do solo. Assim é possível visualizar a dinâmica do uso e cobertura do solo, saber quanto de floresta virou pastagem de um ano para outro, entre outras alterações na paisagem. Após a finalização dos Mapas de transição novamente passa por um filtro espacial para eliminar pixels de transição isolados ou de borda e a partir destes mapas são construídas as matrizes de transição para cada bioma, estado, município e os demais cortes territoriais disponíveis na plataforma MapBiomias.

Figura 1. Processo de geração dos mapas de Cobertura e Uso do Solo.



Fonte: Projeto MapBiomias, 2023.

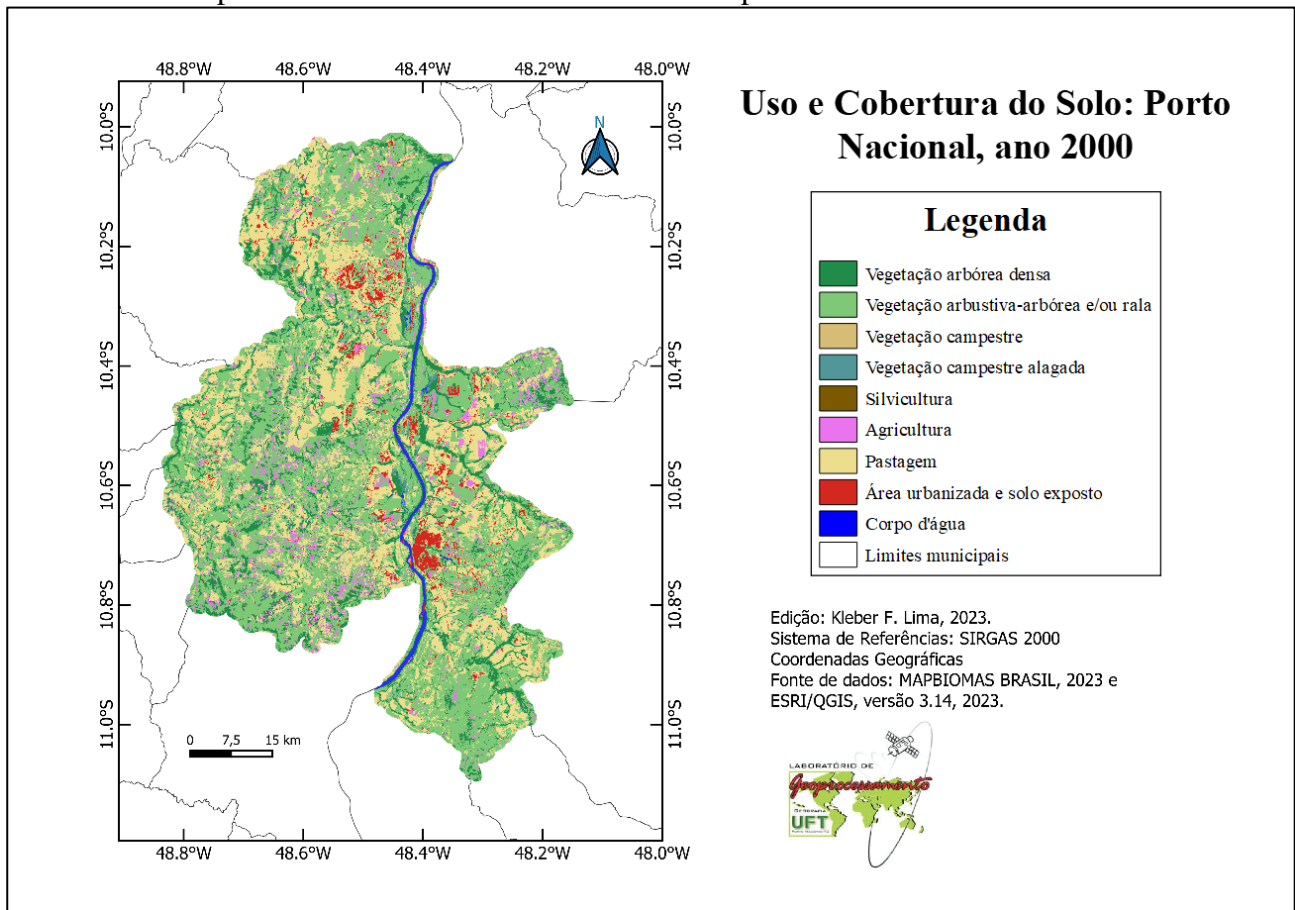
Foi utilizado o software gratuito QGIS, versão 3.14, em parceria com o Laboratório de Geoprocessamento do Curso de Geografia do Campus de Porto Nacional, Universidade Federal do Tocantins para inserção de coordenadas geográficas, bem como a classificação RGB de pixels de cada classe pela paleta de cores da Coleção 8 do Projeto MapBiomias.

Através do software QGIS foi possível determinar e quantificar a dinâmica do uso e cobertura do solo no município de Porto Nacional, TO para os anos selecionados. Os dados são apresentados nas Tabelas abaixo.

Resultados e Discussão

No ano de 2000 (Mapa 2), a cobertura vegetação arbórea densa e arbustivo-arbórea e/ou rala representava cerca de 59% da área total do município. A vegetação arbórea densa concentra-se mais em áreas com desnível, morros e próxima às margens de córregos e de rios. A vegetação arbustiva-arbórea e/ou rala é a mais predominante no município portuense representando cerca de 47,71% da cobertura vegetal. A pastagem é bem distribuída em todo município, estando localizadas na sua maioria em áreas de planície e corresponde a cerca de 29,89% da dinâmica vegetal de todo o município. A presença da agricultura é relativamente baixa e bem distribuída e corresponde 5,75% da vegetação do município e o corpo d'água (rios, córregos e lagos) representava aproximadamente 1% da área.

Mapa 2. Uso e Cobertura do Solo no município de Porto Nacional - 2000.



Elaboração: Kleber F. Lima, 2023.

Tabela 1. Quantificação do Uso e Cobertura do Solo - 2000.

Classe	Hectares (ha)	Porcentagem (%)
Vegetação arbórea densa	49.363	11,13
Vegetação arbustivo-arbórea e/ou rala	211.591	47,71
Vegetação campestre	779	0,18
Vegetação campestre alagada	2.445	0,55
Silvicultura	325	0,07
Agricultura	25.496	5,75
Pastagem	132.561	29,89
Área urbanizada e solo exposto	16.449	3,72
Corpo d'água	4.410	0,99

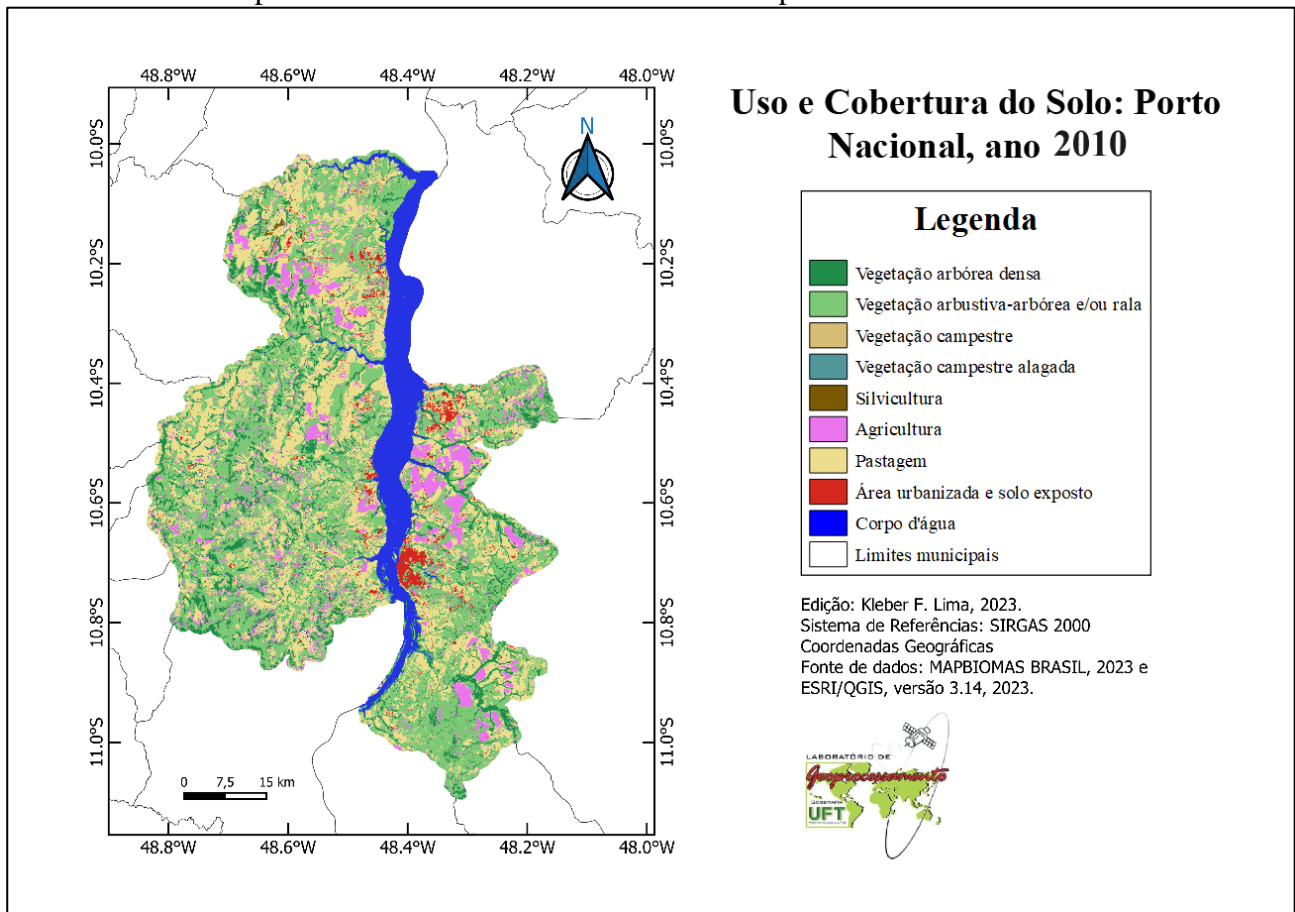
Elaboração: Kleber F. Lima, 2023. Fonte de dados: Projeto MapBiomass,2023.

Até o ano 2000 não foi encontrado Lei municipal de proteção ambiental, mas a preservação do Cerrado (vegetação arbórea densa e arbustiva-arbórea e/ou rala) em áreas específicas é justificada pela Lei Estadual nº 771 de 07 de julho de 1995, que dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Tocantins que considera preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo de rios ou qualquer curso d'água, ao redor de lagoas, nascentes, topo de morros, encostas entre outras (PORTO NACIONAL (TO), 2006).

No ano de 2010, Mapa 3, percebe-se uma redução na cobertura da vegetação nativa (vegetação arbórea densa e arbustiva-arbórea e/ou rala). Essa redução, em parte, é resultado da construção da Usina Hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães no ano de 2002, localizada no município de Miracema, TO, no principal rio do Estado, o Rio Tocantins. Porto Nacional está localizado na microrregião no médio Tocantins e, devido sua extensão municipal, foi o mais afetado, resultando principalmente em grandes áreas alagadas no entorno do Rio Tocantins, bem como de seus afluentes. Segundo o Relatório de Impactos sobre o Meio Ambiente – Usina Hidrelétrica de Lajeado previu que 400km² seriam inundados com a criação da UHE Lajeado (RIMA, 1996). Nessa contagem foi incluído o município de Ipueiras, pois na época não estava desmembrado do município de Porto Nacional. Parte da área urbana da sede do município foi inundada, bem com o distrito de Pinheirópolis e relocação dos núcleos de Lajeadozinho, Vila Graciosa e Vila Canela (RIMA, 1996). O corpo d'água no município aumentou cerca de 7% totalizando 35.223 hectares.

A redução da vegetação da vegetação arbórea densa e arbustiva-arbórea e/ou rala é percebida também, como resultado do crescente uso do solo para ações de investimentos agropastoris e a eles associados. Segundo Rocha (2015), a expansão da produção de soja se intensifica no ano de 2003, em destaque, pela chegada de empresas privadas no ramo do agronegócio, que se instalaram na região.

Mapa 3. Uso e Cobertura do Solo no município de Porto Nacional - 2010.



Elaboração: Kleber F. Lima, 2023.

Tabela 2. Quantificação do Uso e Cobertura do Solo - 2010.

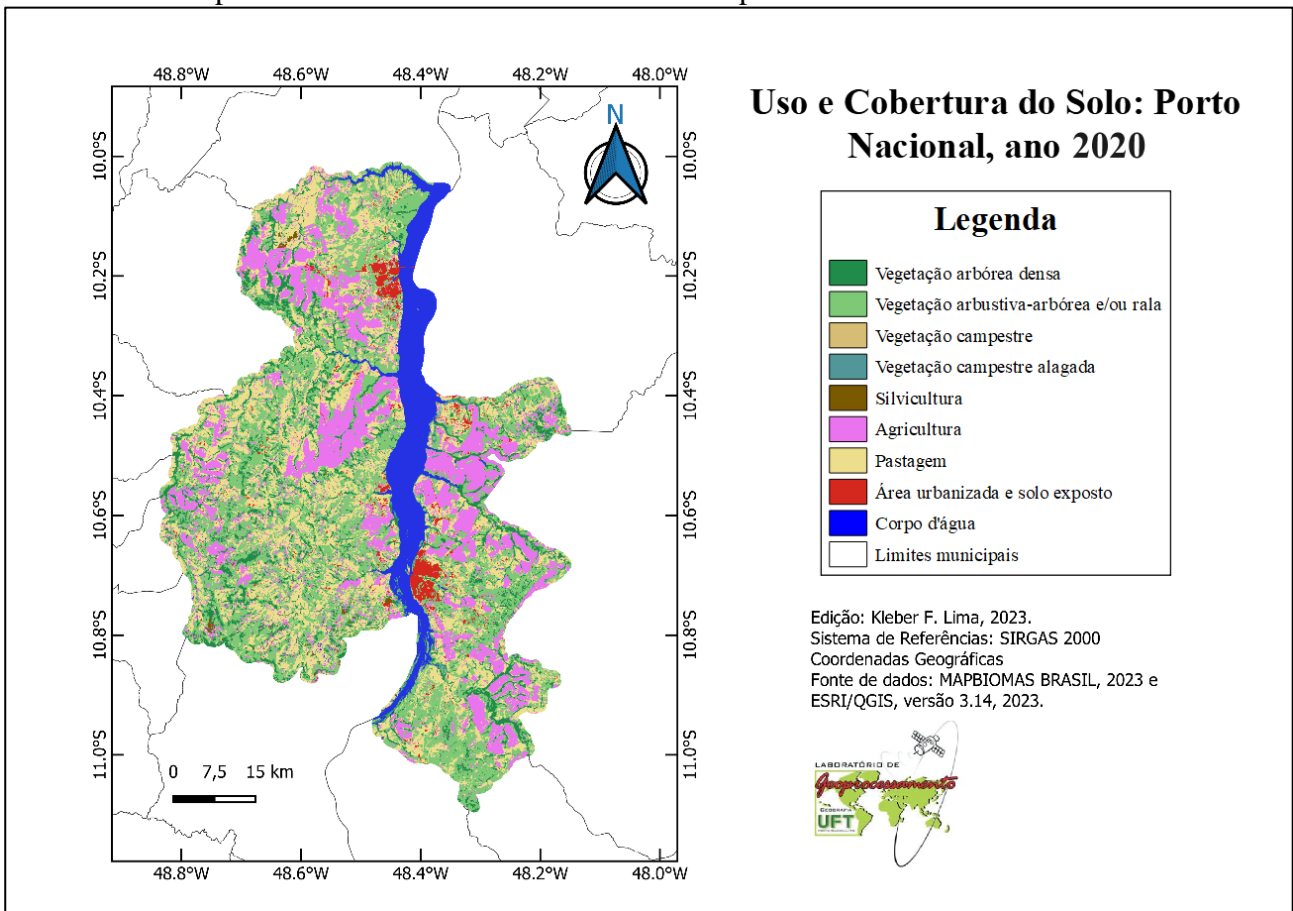
Classe	Hectares (ha)	Porcentagem (%)
Vegetação arbórea densa	43.115	9,72
Vegetação arbustivo-arbórea e/ou rala	175.936	39,67
Vegetação campestre	497	0,11
Vegetação campestre alagada	1.885	0,43
Silvicultura	650	0,15
Agricultura	40.328	9,09
Pastagem	135.036	30,45
Área urbanizada e solo exposto	10.798	2,43
Corpo d'água	35.223	7,94

Elaboração: Kleber F. Lima, 2023. Fonte de dados: Projeto MapBiomias, 2023.

Em 2020 (Mapa 4), a expansão da agricultura na área em estudo, é o fator predominante na redução do Cerrado, com maior acentuação nas proximidades de vias para melhor escoamento da produção, como a TO-050 e TO-080, que ligam respectivamente aos municípios de Palmas e Paraíso do Tocantins.

Quanto a taxa de degradação da vegetação nativa nesse período continua acentuada, quando comparado ao período anterior, principalmente na vegetação arbustiva-arbórea e/ou rala, que perdeu, entre 2010 a 2020 mais de 31 mil hectares principalmente para a agricultura. Cerca de 17 mil hectares da pastagem foram transformados em agricultura. A redução da vegetação arbórea densa foi menos de 1% e continua mais visível nas proximidades de córregos e a áreas com revelo acentuado, áreas com proteção ambiental.

Mapa 4. Uso e Cobertura do Solo no município de Porto Nacional - 2020.



Elaboração: Kleber F. Lima, 2023.

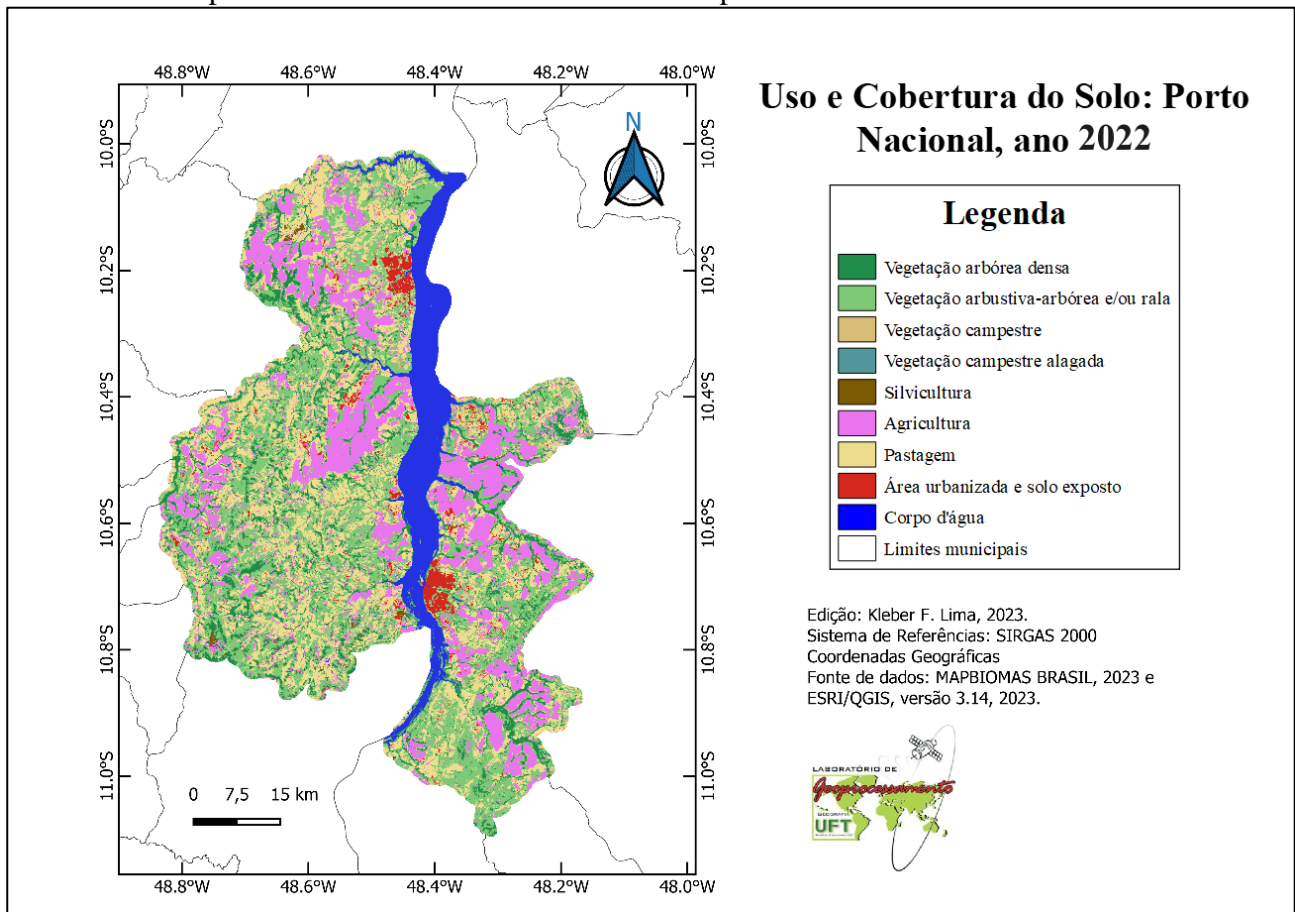
Tabela 3. Quantificação do uso e cobertura do solo no ano 2020.

Classe	Hectares (ha)	Porcentagem (%)
Vegetação arbórea densa	39.866	8,99
Vegetação arbustivo-arbórea e/ou rala	144.347	32,55
Vegetação campestre	471	0,11
Vegetação campestre alagada	2.012	0,45
Silvicultura	1.112	0,25
Agricultura	92.180	20,79
Pastagem	117.629	26,52
Área urbanizada e solo exposto	10.927	2,46
Corpo d'água	34.925	7,88

Elaboração: Kleber F. Lima, 2023. Fonte de dados: Projeto MapBiomass, 2023.

Em 2022 (Mapa 5), as transformações da vegetação diferenciam-se dos anos anteriores, onde percebe-se que, parte da vegetação arbustivo-arbórea e/ou rala (8.781ha) é transformada na maior parte em pastagem (2.763ha), seguida da área urbana e solo exposto (1.639ha), da vegetação arbórea densa (1.556ha), da vegetação campestre (1.504ha) e da agricultura (1.141ha). Em todas essas classes houve pouco aumento em relação ao ano 2020, devido ao período de análise que ficou limitado a dois anos.

Mapa 5. Uso e cobertura do solo no município de Porto Nacional em 2022.



Elaboração: Kleber F. Lima, 2023.

Tabela 4. Quantificação do uso e cobertura do solo no ano 2022.

Classe	Hectares (ha)	Porcentagem (%)
Vegetação arbórea densa	41.422	9,34
Vegetação arbustivo-arbórea e/ou rala	135.566	30,57
Vegetação campestre	2.039	0,46
Vegetação campestre alagada	1.975	0,45
Silvicultura	1.124	0,25
Agricultura	93.321	21,04
Pastagem	120.392	27,15
Área urbanizada e solo exposto	12.566	2,83
Corpo d'água	35.063	7,91

Elaboração: Kleber F. Lima, 2023. Fonte de dados: Projeto MapBiomias,2023.

A Tabela 5 apresenta detalhamento do uso e cobertura do solo nos anos 2000 e 2022. Reconstruir informações sobre uso e cobertura do solo para o município de Porto Nacional, mostrando as dinâmicas das classes durante todo o período em estudo, bem com a taxa de crescimento ou de redução de cada classe, se torna importante para compreender quais ações humanas tem favorecido

às mudanças ambientais e, subsidiar com informações os responsáveis pela conservação ambiental a tomarem decisões para minimizar as perdas ambientais locais.

A vegetação arbórea densa em 2022 reduziu cerca de 16,09% totalizando 7.941 hectares a menos que no ano de 2000. No entanto, a vegetação arbustiva-arbórea e/ou rala foi a que mais apresentou mudanças nesse período, com redução de 76.024 hectares, 35,93% a menos que em 2000. A vegetação campestre, ao final do ano de 2022 aumentou 1.260 hectares, um aumento de 161,89% em relação ao ano 2000. A vegetação campestre alagada, ao final do comparativo no mesmo período, reduziu 470 hectares. A silvicultura também aumentou nesse período em 799 hectares. Já a agricultura, em 2022 continha 93.321 hectares, um aumento de 67.825 hectares em comparação ao ano de 2000. Na pastagem percebe-se uma redução de 12.169 hectares, cerca de 9,18% a menos que em 2000. A área urbana e solo exposto apresenta redução de 3.933 hectares. Mesmo com o crescimento da área urbana em diminuir essa diferença, presencia-se o resultado do impacto do lago da UHE Lajeado nessa classe. Por fim, o corpo d'água saltou de 4.410 hectares no ano de 2000 para 35.063 hectares no final de 2022, um aumento de 695,07%.

Tabela 5. Uso e cobertura do solo entre 2000 e 2022 com taxas de mudanças.

Classe	Ano 2000 (ha)	Ano 2022 (ha)	Mudança (ha)	Taxa (%)
Vegetação arbórea densa	49.363	41.422	-7.941	-16,09
Vegetação arbustivo-arbórea e/ou rala	211.591	135.566	-76.024	-35,93
Vegetação campestre	779	2.039	+1.260	161,89
Vegetação campestre alagada	2.445	1.975	-470	-19,22
Silvicultura	325	1.124	+799	246,05
Agricultura	25.496	93.321	+67.825	266,02
Pastagem	132.561	120.392	-12.169	-9,18
Área urbanizada e solo exposto	16.449	12.566	-3.933	-23,84
Corpo d'água	4.410	35.063	+30.653	695,07

Elaboração: Kleber F. Lima, 2023. Fonte de dados: Projeto MapBiomias, 2023.

Considerações Finais

Com o uso de ferramentas de Sensoriamento Remoto, foi possível analisar as transformações do uso e cobertura do solo no município de Porto Nacional, TO. A degradação da vegetação nativa (Cerrado) é presenciada em todo o período de estudo e continua acentuada. No período de 2000 a 2022, a vegetação nativa (Cerrado) foi reduzida em aproximadamente 51%. Dados divulgados pelo SAD Cerrado (Sistema de Alerta de Desmatamento do Cerrado), alertam que o desmatamento no município de Porto Nacional, TO, no ano de 2023 atingiu 174,64% em comparação ao ano anterior. Das áreas desmatadas 33,5% representam áreas de desmatamento superior a 50 hectares e 36,5% de desmatamento de áreas entre 10 a 50 hectares (SAD CERRADO, 2023).

Durante o período de estudo, bem como de dados mais recentes, o principal vetor de desmatamento no município portuense é a expansão agropecuária. Tal tendência é preocupante, tanto do ponto de vista climático, como do ponto de vista ambiental.

Ao que parece, o Código Florestal (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012) é mais permissível no Cerrado do que na Amazônia. Isso significa que, uma parte desses desmatamentos tem autorizações legais fornecidas por governos municipais e/ou estaduais.

Ainda é possível reverter essa tendência, mas é importante que haja interesse do governo municipal e estadual e das empresas de agronegócio em implementar boas práticas de produção, na recuperação de áreas degradadas.

Conclui-se que os resultados alcançados neste estudo são relevantes, mostrando as transformações ambientais do uso e cobertura do solo e, que este estudo possa servir de referência a outras pesquisas, bem como no uso para planejamentos ambientais por parte dos gestores municipais de Porto Nacional.

Referências

BELLARBY, J. et al. **Cool farming: climate impacts of agriculture and mitigation potential**. Amsterdam: Greenpeace International, 2008.

DAVIDSON, E.A. et al. **A bacia amazônica em transição**. *Natureza* 2012, 481, 321–328.

RIMA. **Relatório de Impacto Ambiental - Usina Hidrelétrica de Lajeado**. 1996. Disponível em: https://www.investco.com.br/sites/edpbrlajeado/files/2rima_rel_impacto_sobre_meio_ambiente.pdf. Acesso em 04 de abril de 2024.

JESUS, A. G. de, et. al. Prática da cultura da queima nas atividades agropecuárias e suas implicações no Estado do Tocantins. **Revista de Políticas Públicas**, São Luís, v. 24, n. 1, p. 205–225, 2020. DOI: 10.18764/2178-2865.v24n1p205-225. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rppublica/article/view/14375>. Acesso em: 1 abr. 2024.

FURTADO, S. E.; CRISTO, S. S. V. de. Análise das transformações ambientais no entorno do Parque Estadual do Lajeado, Palmas – Tocantins. **Geografia Ensino & Pesquisa**, 22, e13, 2018. <https://doi.org/10.5902/2236499429699>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e Estados: Porto Nacional, 2023. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to/porto-nacional.html>; Acesso em 12 set. 2022.

MENDONÇA-SANTOS, M. L. M.; et al. **Mapeamento do uso atual e cobertura vegetal dos solos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2003.

PELICICE, F.M., et al. **Large-scale Degradation of the Tocantins-Araguaia River Basin**. *Environmental Management* 68, 445–452, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01513-7>.

PORTO NACIONAL (TO). **Lei nº 2.360, 01 de junho de 2017 - Política Municipal de Meio Ambiente Porto Nacional**: Porto Nacional: Prefeitura Municipal de Porto Nacional, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO NACIONAL. **Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Porto Nacional**. Porto Nacional: Prefeitura Municipal de Porto Nacional, 2005.

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em 08/10/2023 através do link: https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users%2Fmapbiomas%2Fuser-toolkit&scriptPath=users%2Fmapbiomas%2Fuser-toolkit%3Amapbiomas-user-toolkit-calculate-area.js

QUINTAO, J. M. B. et al. Mudanças do uso e cobertura da terra no Brasil, emissões de GEE e políticas em curso. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 73, n. 1, p. 18-24, jan. 2021. Disponível em <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252021000100004&lng=en&nrm=iso>. acesso em 28 mar. 2024.

SAD CERRADO. **Relatório SAD Cerrado**, 2023. Disponível em: https://lookerstudio.google.com/reporting/98b666c9-9b4a-4b82-bcc0-2eb74bb4f6ac/page/p_vnveat17xc?s=vQNwjveB8ak. Acesso em: 02 abr. 2024.

ROCHA, C. E. **O processo de territorialização da agricultura moderna e expansão da produção de soja no município de Porto Nacional – TO**. Porto Nacional – TO: UFT, 2015.

ROCHA, C. E. R.; FOSCHIERA, A. A. Expansão da produção agrícola no território do Matopiba: territorialização de agentes econômicos do setor sojicultor em Porto Nacional –TO. **Revista Caderno de Geografia**, v.28, n.52, pag. 145 –165, 2018.

107

SANTOS, F. P. dos; FERREIRA, W. de M. Estudo fenológico de *Davilla elliptica* St. Hill. e *Qualea grandiflora* Mart. em uma área de Cerrado sentido restrito em Porto Nacional, Tocantins. **Revista Interface (Porto Nacional)**, [S. l.], n. 05, 2012. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/interface/article/view/359>. Acesso em: 3 abr. 2024.

SAWYER, D. **Emissões e sequestro de carbono na Amazônia e Cerrado: situação atual e perspectivas**. Apresentado no II Seminário Internacional Amazônia: Dinâmicas do Carbono e Impactos Socioeconômicos e Ambientais, Boa Vista, 26-29 de agosto, 2008.

SEPLAN. Secretaria Planejamento e da Modernização da Gestão Pública do Tocantins. **Base de dados geográficos do Tocantins**. Palmas, 2012.

STEINFELD, H. et al. **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. Roma: FAO, 2006.

TOCANTINS. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e queimadas do Estado do Tocantins**. Brasília: Naturatins. 2009.

Recebido para publicação em março de 2024.

Aprovado para publicação em agosto de 2024.