

PKS

PUBLIC
KNOWLEDGE
PROJECT

REVISTA DE
GEOGRAFIA
Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE

OJS

OPEN
JOURNAL
SYSTEMS

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia>

ANÁLISE MULTITEMPORAL E MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DO SOLO: UM OLHAR PARA AS TERRAS INDÍGENAS NO MATO GROSSO

Giovanna Letícia da Silva Marcelino¹, <https://orcid.org/0000-0001-9759-3882>

Vagner Paz Mengue², <https://orcid.org/0000-0002-2955-1039>

Camila Salles de Faria³, <https://orcid.org/0000-0003-4948-351X>

¹ Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, MT, Brasil*

² Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, MT, Brasil **

³ Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, MT, Brasil ***

Artigo recebido em 10/07/2022 e aceito em 14/12/2022

RESUMO

As terras indígenas no Mato Grosso configuram-se como redutos de vasta diversidade biológica. A conservação de sua biodiversidade resulta e incide na vivência dos indígenas com os elementos da natureza, pois trata-se de uma relação intrínseca, pautada no sentimento de pertença e no cuidado desses povos com a terra, a água, as espécies vegetais e animais. Entretanto, ao longo dos anos, os indígenas vêm enfrentando constantes ameaças a seus territórios, oriundas do avanço da ocupação da terra pelos não-indígenas. A situação se agrava principalmente nas Terras Indígenas com processo demarcatório não concluído ou cancelado administrativa ou judicialmente. Entre essas encontra-se a Reserva Indígena Tapayuna, a qual identificou-se mudanças nos usos do solo e cobertura vegetal, por meio de técnicas de sensoriamento remoto. Propôs-se a classificação pelo Random Forest na plataforma Google Earth Engine (GEE) e a utilização do módulo *Land Change Modeler*, do aplicativo *TerrSet*. Esses mapeamentos na área da terra indígena Tapayuna, dos anos de 2004 e 2021, permitiram analisar e monitorar as mudanças ocorridas e estimar as probabilidades de alteração do uso do solo e perda da cobertura florestal. Nesse período houve uma substituição da formação florestal (-13,68%) pela expansão da agropecuária (64,87%) distribuída em 729 imóveis rurais. Reconheceu, ainda, como variáveis que contribuem para essa suscetibilidade na mudança da formação florestal, as áreas cultivadas seguida das áreas de transição, a altimetria e por fim as estradas. Totalizando 79,88% da Terra Indígena Tapayuna como de alto risco de suscetibilidade de perda florestal, e, conseqüentemente, de território indígena.

Palavras-chave: terras indígenas; uso do solo; sensoriamento remoto; desmatamento.

* Mestranda na Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Cuiabá, MT, E-mail: giovannaleticiasm@gmail.com

** Doutor em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento pela UFRGS, professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Cuiabá, E-mail: vagnergeo@yahoo.com.br

*** Doutora em Geografia Humana pela USP, professora do Departamento de Geografia na Universidade Federal do Mato Grosso – Campus Cuiabá, E-mail: camsalles@gmail.com

MULTITEMPORAL ANALYSIS AND CHANGES IN LAND USE AND COVERAGE: A LOOK AT INDIGENOUS LAND IN MATO GROSSO

ABSTRACT

Indigenous lands in Mato Grosso are strongholds of vast biological diversity. The conservation of its biodiversity results and affects the experience of indigenous people with the elements of nature, as it is an intrinsic relationship, based on the feeling of belonging and care of these peoples with the land, water and plant and animal species. However, over the years, indigenous people have faced constant threats to their territories, arising from the advance of land occupation by non-indigenous people. The situation worsens mainly in Indigenous Lands where the demarcation process has not been concluded or canceled administratively or judicially. Among these is the Tapayuna Indigenous Reserve, which identified changes in land use and vegetation cover, through remote sensing techniques. It was proposed the classification by Random Forest on the Google Earth Engine (GEE) platform and the use of the *Land Change Modeler* module, of the *TerrSet* application. These mappings in the area of the Tapayuna indigenous land, from 2004 and 2021, allowed the analysis and monitoring of the changes that had occurred and the estimation of the probabilities of changes in land use and loss of forest cover. In this period there was a substitution of forest formation (-13.68%) by the expansion of agriculture (64.87%) distributed in 729 rural properties. He also recognized, as variables that contribute to this susceptibility to change in forest formation, cultivated areas, followed by transition areas, altimetry and finally roads. Totalling 79.88% of the Tapayuna Indigenous Land as at high risk of susceptibility to forest loss, and, consequently, of indigenous territory.

Keywords: indigenous lands; use of the soil; remote sensing; deforestation.

ANÁLISIS MULTITEMPORAL Y CAMBIOS DE USO Y COBERTURA DEL SUELO: UNA MIRADA A LA TIERRA INDÍGENA EN MATO GROSSO

RESUMEN

Las tierras indígenas de Mato Grosso son bastiones de una gran diversidad biológica. La conservación de su biodiversidad resulta y afecta la experiencia de los pueblos indígenas con los elementos de la naturaleza, por ser una relación intrínseca, basada en el sentimiento de pertenencia y cuidado de estos pueblos con la tierra, el agua y las especies vegetales y animales. Sin embargo, a lo largo de los años, los pueblos indígenas han enfrentado constantes amenazas a sus territorios, derivadas del avance de la ocupación de tierras por parte de personas no indígenas. La situación se agrava principalmente en Tierras Indígenas donde el proceso de demarcación no ha sido concluido a cancelado administrativa o judicialmente. Entre estos se encuentra el Resguardo Indígena Tapayuna, que identificó cambios en el uso del suelo y cobertura vegetal, a través de técnicas de teledetección. Se propuso la clasificación por Random Forest en la plataforma Google Earth Engine (GEE) y el uso del módulo *Land Change Modeler*, de la aplicación *TerrSet*. Estos mapeos en el área de la tierra indígena Tapayuna, de 2004 y 2021, permitieron el análisis y seguimiento de los cambios ocurridos y la estimación de las probabilidades de cambios de uso de suelo y pérdida de cobertura forestal. En este período hubo sustitución de la formación forestal (-13,68%) por la expansión de la agricultura (64,87%) distribuida en 729 propiedades rurales. También reconoció, como variables que contribuyen a esta susceptibilidad al cambio en la formación del bosque, las áreas cultivadas seguidas de las áreas de transición, la altimetría y finalmente los caminos. Totalizando el 79,88% de la Tierra Indígena Tapayuna en alto riesgo de susceptibilidad a la pérdida de bosques y, en consecuencia, de territorio indígena.

Palabras clave: tierras indígenas; uso del suelo; detección remota; deforestación.

INTRODUÇÃO

As terras indígenas no Mato Grosso configuram-se como redutos de vasta diversidade biológica. A conservação de sua biodiversidade resulta e incide na vivência dos indígenas com os elementos da natureza, pois trata-se de uma relação intrínseca pautada em ações práticas da organização social e cultural que se expressam no sentimento de pertença e no cuidado desses povos originários com a terra, a água e as espécies vegetais e animais.

Associada a conservação dos elementos da natureza as terras indígenas tornaram-se barreiras de proteção ao avanço do desmatamento oriundo da ocupação não indígena. Visto que há uma relação direta entre a expansão e consolidação da fronteira econômica na Amazônia Legal, fomentada por programas e projetos do Estado e a crescente taxa de desmatamento desde a segunda metade do século XX. Ferreira, Venticinque e Almeida (2005) mostram, no primeiro triênio dos anos 2000, uma variação de desmatamento de aproximadamente dez vezes de diferença em áreas protegidas, as quais incluem as TI (Terras Indígena), e as de fora na região amazônica mato-grossense. Ou ainda, segundo o IPAM (2015) a perda florestal nas TI, entre 2000-2014, equivale a menos de 2% de área desmatada, enquanto a média na Amazônia foi de 19%. Ressalta, ainda, que parte desse desmatamento nas TI foi decorrente da grilagem por meio de atividades ilegais desenvolvidas por não indígenas como retirada de madeira, garimpagem e agropecuária (IPAM, 2015).

Nesse sentido, do ponto de vista mercadológico para esses sujeitos sociais não-indígenas, essas terras indígenas e seus elementos da natureza se apresentam, mesmo que ilegalmente, como possibilidade de (re)produção do capital. Fato que, ao longo dos anos, amplia as ameaças e os conflitos nos territórios indígenas, seja por meio dos cercamentos ou da invasão de fato pela ocupação capitalista da terra que produz o desmatamento.

Há, assim, um cercamento e um isolamento das Terras Indígenas pela apropriação capitalista da terra que se estabelece em até seus limites, quando não o ultrapassa, e transforma radicalmente seu entorno, exaurindo o potencial físico-natural das TI de “fora para dentro”.

As terras indígenas não possuem zona de amortecimento definidas em lei, o que contribui para a fragmentação dessas áreas, isolando-as de outras áreas protegidas. Em virtude disso, a área de entorno é alvo de constante desmatamento acima dos limites permitidos em lei, devido, principalmente, à expansão da fronteira agropecuária, o que facilita a entrada para o interior das terras indígenas, com consequente exploração dos recursos naturais ali existentes (ex. madeira, minério). (LOPES, SOUZA, 2020, p.2)

Esse processo, também, provoca um impacto sociocultural nos indígenas, isto porque a supressão vegetal afeta os rios e as nascentes, e causa uma redução dos elementos da natureza usados por esses povos, o que compromete a coleta, a pesca, a caça (impede a circulação e procriação da fauna, por exemplo) e a rotatividade das áreas de roça.

Essa ameaça se intensifica nas terras indígenas que não tiveram o processo de demarcação concluído, pois convivem com os conflitos decorrentes de uma não exclusão dos não-indígenas de seu território e na prática não possuem sua posse plena. No Mato Grosso configuram-se em 13 terras indígenas, das 73 reconhecidas oficialmente pelo Estado brasileiro.

Corroborando para isso a morosidade e a omissão do Estado no processo demarcatório. Mesmo sendo um direito dos povos indígenas o reconhecimento de suas terras tradicionais salvaguardado pela Constituição Federal de 1988 (artigos 231 e 232) pelo Estado, o qual, historicamente, tem se mostrado negligente e conivente com as violências sobre os territórios dos povos indígenas e seus elementos naturais.

Nesse contexto, encontra-se a terra indígena Tapayuna, decretada (nº 63.368) em 8 de outubro de 1968 como “Reserva Tapayuna”, formada pelo povo homônimo e também denominado como “Berços de Pau”, com área de aproximadamente 870 mil hectares. Embora, tratava-se de uma área reconhecida oficialmente, que salvaguardava ao povo Tapayuna, seus habitantes, a posse permanente das suas terras e o usufruto dos elementos da natureza (como disposto no artigo 186 da CF de 1967), também se apresentava no próprio decreto (artigo 2º) como um reduto aos indígenas expulsos em seu entorno. Assim, o Estado reafirma sua aliança com colonizadores não-indígenas que vinham desde o início da década em tentativas expulsões e tomada das terras indígenas. Fato que se confirma, quando, em 1970 foram transferidos forçadamente ao Parque Indígena do Xingu (PIX) e após seis anos decretou-se a extinção da “Reserva Indígena Tapayuna” (nº 77.790 de 09 de junho de 1976).

Atualmente, os Tapayuna encontram-se distribuídos entre a TI Wawi e a TI Capoto Jarinã, respectivamente dos povos Kĩsêdjê e Mebêngôkre. Resistem e lutam pela retomada do seu território tradicional Tapayuna entre os rios Arinos e Sangue (LIMA, 2019).

No entanto, o território tradicional dos Tapayuna entre os rios Arinos e Sangue passou por diversas transformações com o processo da expansão da ocupação capitalista, modificando os usos do solo e em direção ao desmatamento, decorrente do avanço crescente das aberturas

de estradas, clandestinas ou oficiais, que insere as áreas para pastagens e, posteriormente, para a agricultura mecanizada (FERREIRA, VENTICINQUE, ALMEIDA, 2005).

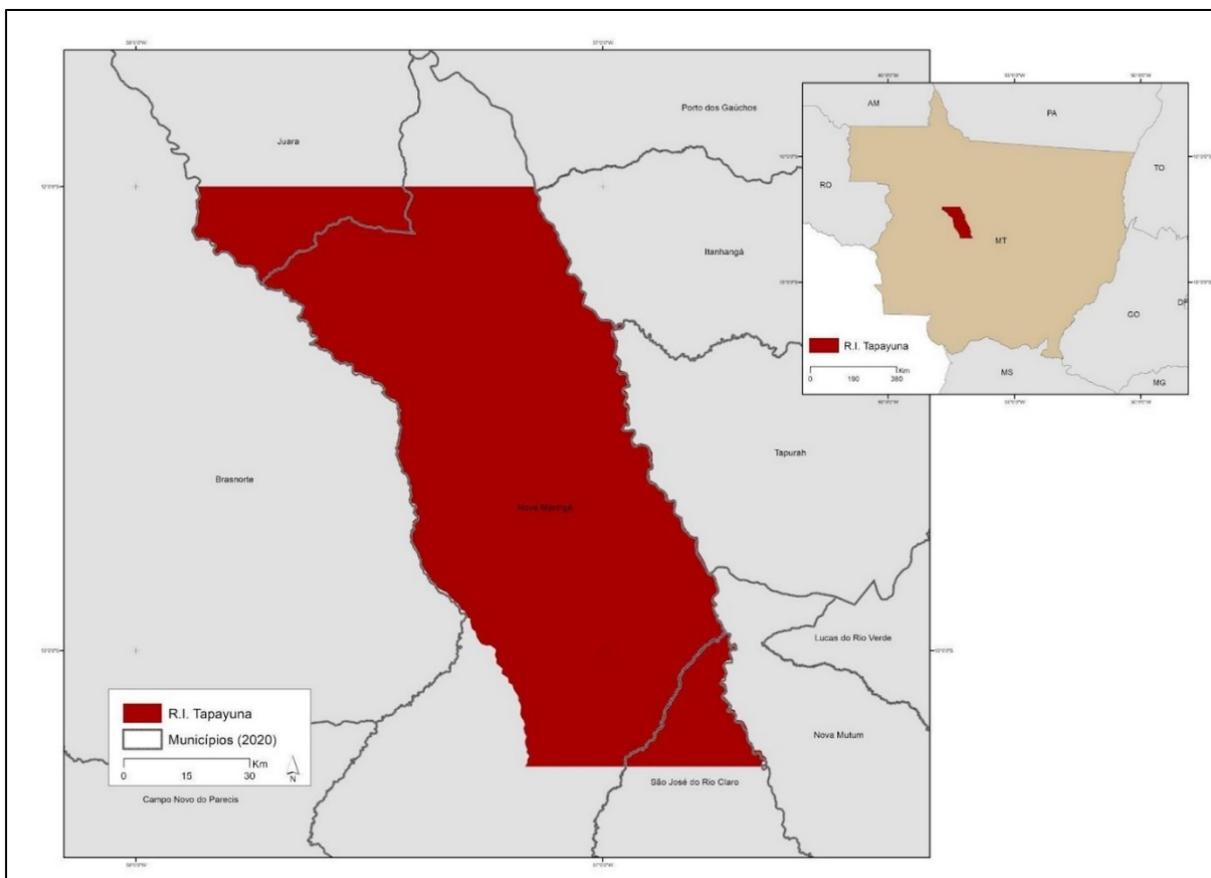
Entende-se que a identificação e a análise dessas alterações do uso e da ocupação do solo permitem auxiliar no monitoramento das Terras Indígenas e na luta por seus direitos fundiários. Nessa perspectiva, as geotecnologias, de sensoriamento remoto, são importantes aliadas para mensurar tais mudanças consistentemente ao longo do tempo e em uma determinada área e facilitam o entendimento comum (ZALLES et al, 2019; NOVO, FARIAS, 2001).

Para tal, propôs-se a classificação por meio do classificador Random Forest na plataforma Google Earth Engine (GEE), a utilização do módulo *Land Change Modeler*, do aplicativo *TerrSet*, para analisar as mudanças ocorridas e estimar as probabilidades de alteração de uma classe em outra.

METODOLOGIA

O estudo se desenvolveu na Reserva Indígena Tapayuna, conforme delimitação do decreto nº 63.368 de 08 de outubro de 1968. Limitada pelos rios Arinos e Sangue, formadores da bacia hidrográfica do Rio Juruena, afluente da margem esquerda do Rio Tapajó, porção norte do Estado de Mato Grosso. Atualmente, a área desse território tradicional Tapayuna, com 870.426,35 ha, sobrepõe-se aos municípios de Nova Maringá (86,5%), Juara (8%), e São José do Rio Claro (5,5%) (Figura 01).

Figura 1 - Mapa de localização da Reserva Indígena Tapayuna



Organização: Autores, 2022.

Optou-se pelos anos de 2004 e 2021, totalizando um período de 17 anos, para mensurar as transformações dos usos e a expansão da ocupação capitalista dos solos, por meio das atividades agropecuárias, no território tradicional dos Tapayuna. O mês de agosto foi escolhido para a aquisição das imagens de 2004 e 2021, que coincide com o período de seca na região, época com baixa cobertura de nuvens. Entende-se que a análise desse período (2004-2021) contempla as mudanças ocorridas pelo “boom da soja” (entre as safras de 1995/96 e 2004/05) e suas consequências até a atualidade. O período denominado como “boom da soja” caracteriza-se pelo aumento da produção da soja em decorrência de sua expansão pela abertura de novas áreas no Cerrado e na Amazônia (BRANDÃO, REZENDE, MARQUES, 2006).

As imagens *Landsat* (5/TM e 8/OLI) foram obtidas através da base de dados do GEE, com devidas correções geométricas e Atmosféricas (Chander et al., 2013), reflectância do topo da atmosfera (TOA), produto do catálogo do GEE (“LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA” e “LANDSAT/LT05/C01/T1_TOA”). A resolução espacial das imagens é de 30 metros.

Os mapas de uso e cobertura do solo para os anos 2004 e 2021, foram gerados dentro da plataforma do GEE. Foi utilizado o algoritmo classificador “Random Forest”, no qual o mesmo gera diversas árvores de decisão, feitas de amostras de treinamento e por estatística ocasiona a classificação (BECKER et. al. 2019; SOUZA et. al. 2020; VALE, 2019). Foram coletadas 100 amostras de treinamento para cada classe de uso e ocupação do solo, sendo elas: Hidrografia, Agropecuária e Formação Florestal. A classe Agropecuária é composta basicamente por áreas agrícolas e pastagem, enquanto a classe Formação Florestal, se refere a vegetação nativa ou não, sem diferenciação dos diversos tipos de formas florestais.

Foram utilizadas seis bandas espectrais para classificação de 2004 e 2021 (Blue, Green, Red, Near Infrared, Shortwave infrared 1, Shortwave infrared 2), também foi incorporado nos parâmetros de entrada no processo de classificação, para ampliar o grau de informação para caracterização dos alvos no mapeamento o índice de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) (ROUSE et al., 1973).

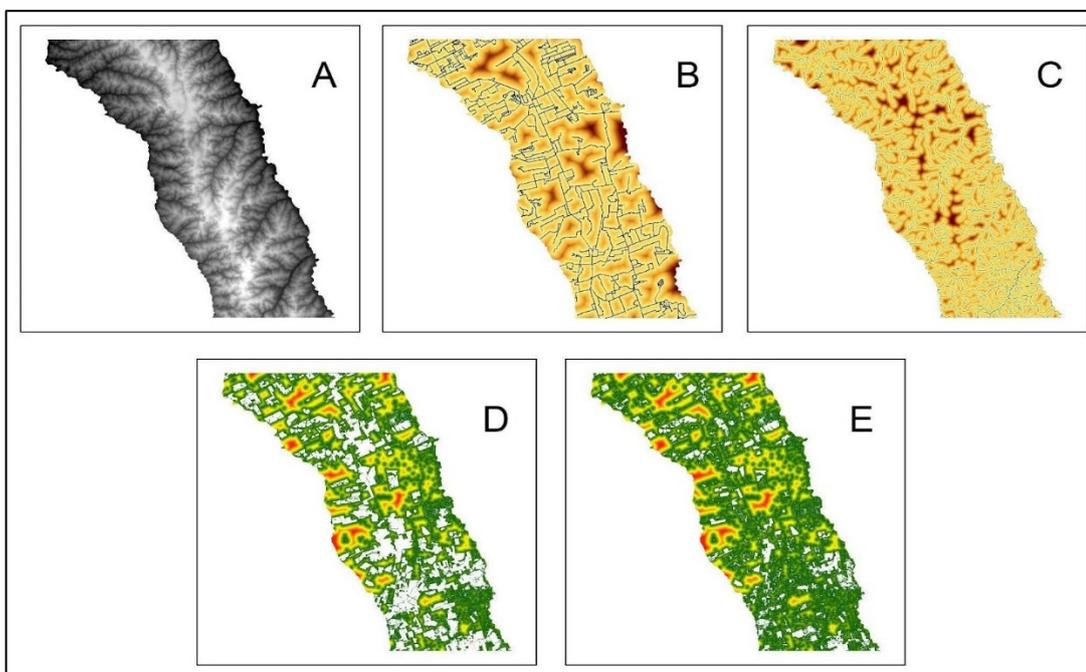
A quantificação e análise dos processos de transformação e alteração do uso e cobertura do solo no período proposto (2004-2021) baseou-se em uma tabulação cruzada entre os mapas produzidos, que resultou na identificação de classes de uso do solo que apresentaram ganhos ou perdas de área, ou seja, aquelas que contribuíram para a diminuição das áreas florestais. Contribuiu para a análise os gráficos e as tabelas gerados pelo módulo *Land Change Modeler – TerrSet* (LCM).

O mapa de suscetibilidade à mudança para ocupação capitalista para o ano de 2021, ou seja, a identificação das áreas onde a probabilidade é maior ou menor para a transformação da classe Formação Florestal em área agrícola ou pastagem. Para esta etapa foram utilizados os mapas de uso do solo de 2004 e 2021, o LCM necessita de duas datas distintas para geração dos seus produtos. Além destes, foram utilizadas variáveis que ajudaram na determinação das probabilidades de transição de uma classe de uso do solo para outra.

A escolha dessas variáveis é importante para a calibração e sucesso do modelo, já que o LCM utiliza redes neurais para detectar padrões de mudanças com base nestas variáveis e na sua relação com as mudanças do uso do solo nas datas estudadas. Novas perdas de áreas florestais geralmente estão associadas à distribuição de terras cultiváveis, redes viárias existentes e previstas, rede hidrográfica, entre outros fatores. Foram utilizadas cinco variáveis, que possuem relação com as transformações do uso e cobertura do solo para a terra indígena Tapayuna (Figura 02), a saber:

- Distância linear das estradas, calculada com base na rede viária obtida a partir da vetorização manual sobre imagens do *Google Earth*;
- Distância linear da hidrografia, calculada a partir da hidrografia vetorial na escala 1:100.000, disponibilizada pela INTERMAT (www.intermat.mt.gov.br);
- Variáveis do relevo, como altimetria, obtidos a partir dos dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) pelo USGS (www.earthexplorer.usgs.gov) com resolução espacial de 30 metros;
- Distância linear das áreas de transição entre as datas estudadas (2004 e 2021);
- Distância linear das áreas cultivadas (Classe Agropecuária).

Figura 2 - (A) Mapa de Altimetria; (B) Mapa de distâncias das estradas; (C) Mapa de distâncias da hidrografia; (D) Mapa de distância das áreas cultivadas; (E) Mapa de distância das transições.



Organização: Autores, 2021.

O módulo LCM utiliza o V de Cramer para testar e determinar o poder explicativo potencial de uma variável no modelo (Eastman, Solorzano, Fossen, 2005). O V de Cramer é uma medida estatística baseada no qui-quadrado de Person e de associação entre variáveis que podem assumir valores entre 0 e 1 (CRAMÉR, 1946). A partir das variáveis (acima de 0,15) em conjunto com os mapas de uso do solo gerados na etapa anterior, foi elaborado um mapa de

suscetibilidade a mudanças de uma classe para outra, ou seja, cada pixel, mostra a probabilidade (%) da classe Formação Florestal se tornar Área Agrícola ou Pastagem nos próximos anos.

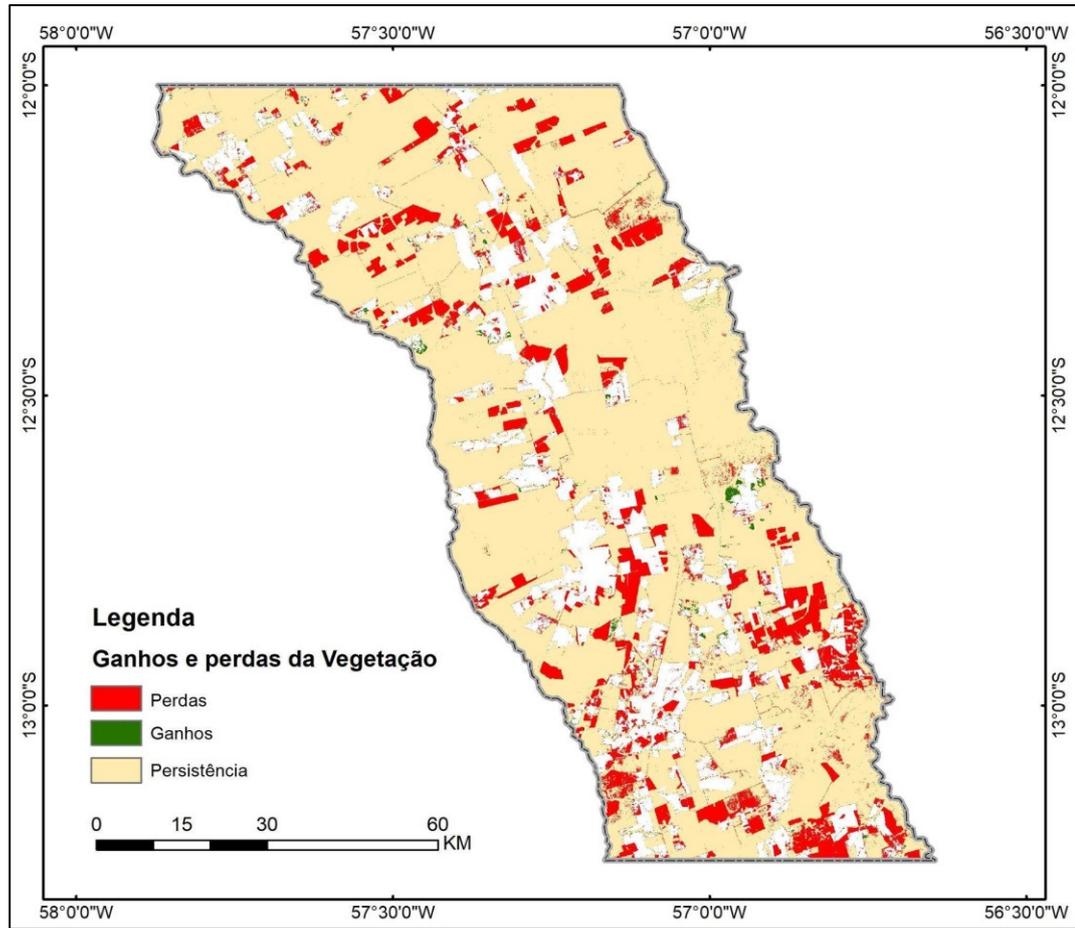
Por último, foi realizado um cruzamento das informações contidas no banco de dados geoespaciais do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) para sobrepor os imóveis rurais certificados ao território tradicional dos Tapayuna e dimensionar parte dos conflitos fundiários. Acrescidos aos dados do Projeto PRODES do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), responsável pelo o monitoramento anual via satélite do desmatamento por corte raso na Amazônia Legal. A junção desses dados PRODES e SIGEF permite compreender a relação entre imóveis rurais certificados e o aumento do desmatamento na terra indígena Tapayuna.

RESULTADO E DISCUSSÃO

As transformações do uso e ocupação na terra indígena Tapayuna

Diante da importância dos elementos da natureza na relação com o povo Tapayuna, sua remoção territorial forçada pelo Governo Ditatorial e a “abertura” de seu território tradicional entre os rios Arinos e Sangue para a expansão da ocupação capitalista, observa-se uma crescente perda da vegetação (Figura 3). Entre 2004 a 2021, verificou-se que, embora persistam áreas com presença de vegetação, por toda terra indígena, em muitas outras houve a supressão florestal para o desenvolvimento da agropecuária e da área urbana e em detrimento de um inexpressivo reflorestamento.

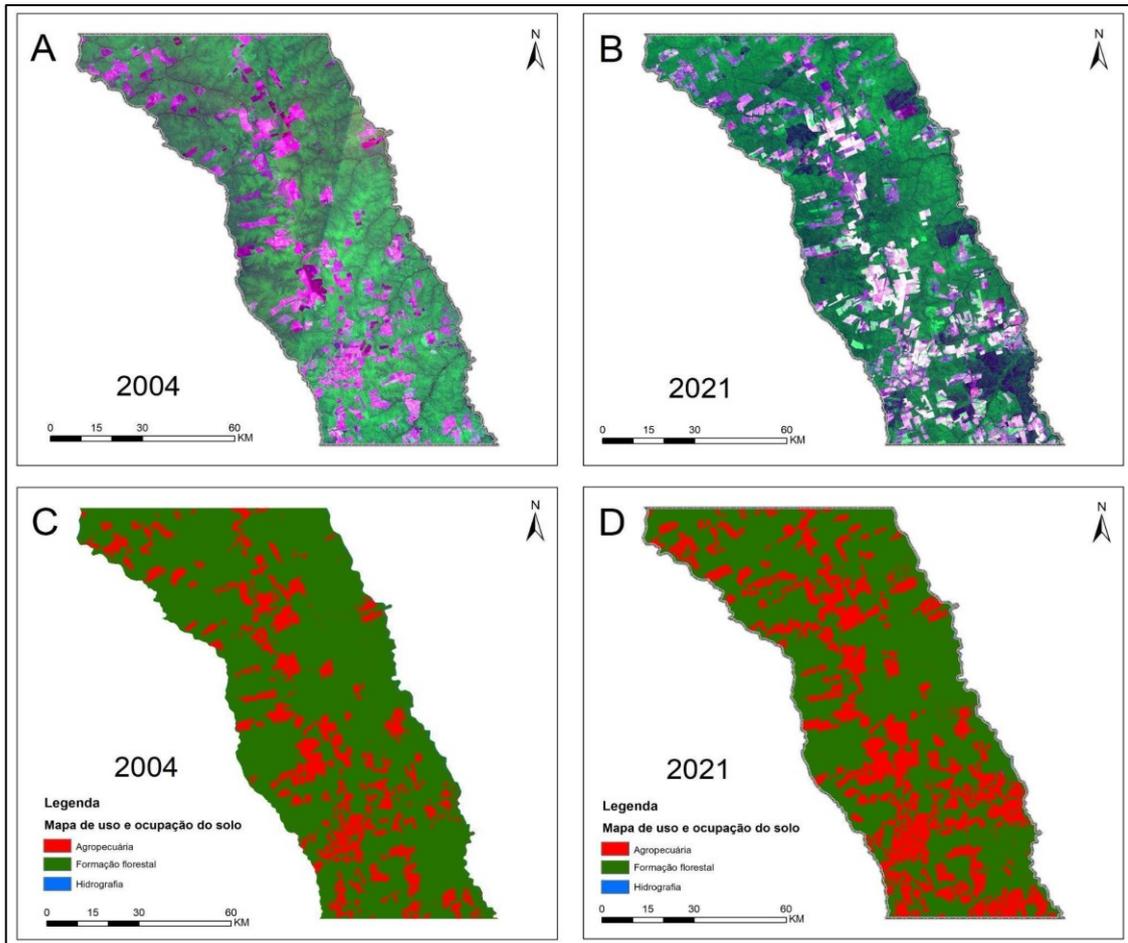
Figura 3 - Mapa de ganhos e perdas da vegetação entre os anos de 2004 e 2021 dentro da Reserva Indígena Tapayuna.



Organização: Autores, 2021.

A expansão da agropecuária, por meio do monocultivo de soja, milho, algodão e da pecuária bovina, torna-se mais expressiva no quadrante Oeste e Sul da terra indígena (imagens A e C da Figura 4). Entretanto, ao longo dos anos, tais usos avançaram sobre outras áreas (imagens B e D da Figura 4). Entre 2004 a 2021, houve o aumento de aproximadamente 98 mil hectares de área desmatada, das quais 99,9% foram convertidas em atividades agropecuária e o restante em área urbana. (Figura 5 e Tabela 1)

Figura 4 - (A) Imagem Landsat 5/TM de Agosto de 2004; (B) Imagem Landsat 8/OLI Agosto de 2021; (C) Mapa de uso e ocupação do solo de 2004; (D) Mapa de uso e ocupação do solo de 2021.



Organização: Autores, 2021.

Figura 5 - Ganhos e perdas em hectares de usos do solo entre os anos de 2004 e 2021 dentro da RI Tapayuna



Organização: Autores, 2021.

Este avanço do desmatamento expressa o contexto regional que cerca e sobrepõe a terra indígena Tapayuna para a implementação do projeto do agronegócio. Esse objetiva a

acumulação do capital pelo setor primário da economia, e resulta da “associação do grande capital agroindustrial com a grande propriedade fundiária, (...) sob o patrocínio de políticas de Estado”. (DELGADO, 2012, p. 94).

Nesta região do Mato Grosso, assim como nos três municípios que se sobrepõe a terra indígena, o agronegócio se desenvolve por meio das *commodities*, destinadas à exportação, de soja, milho, silvicultura e pecuária bovina. Em Nova Maringá¹, município de maior sobreposição, já no primeiro ano enquanto município, em 1993, existiam 2.500 hectares desse cultivo, passou 3.000 hectares no ano seguinte, mas deixou de ser cultivado entre 1995 e 1997, retornando em 1998 com 8.200 hectares. Assim, mesmo com esse intervalo, a área plantada de soja entre 1993-2000 teve uma taxa de crescimento de 460%, seguido de 650% na década seguinte (2000-2010) e de 95%, no decênio posterior (2010-2020), totalizando 205 mil hectares deste cultivo. Nota-se, também, que houve um expressivo aumento da área plantada no período denominado “boom da soja” (safras 95/96 e 2004/05), de 329,7% e no período proposto de análise (2004-2020) um crescimento de 481,7% (dados do PAM/IBGE). Também houve uma taxa de crescimento do efetivo de rebanho bovino de 195% entre 1993-2000, seguido de 65% na década subsequente (2000-2010) e de um decréscimo de 2,5% entre 2010-2020 (dados do PPM/IBGE).

Já em Juara² o plantio de soja iniciou-se em 2009 com 150 hectares, após o período do “boom da soja” (safras 95/96 e 2004/05), teve uma taxa de crescimento anual 633% e na década seguinte (2010-2020) de 4.627%, totalizando 52 mil de hectares deste cultivo (dados do PAM/IBGE). Neste município destaca-se a bovinocultura quando em 2019 possuía quase 1 milhão de cabeça (992.012), resultado de uma taxa de crescimento de 1.852% entre 1983-1990, seguido de 802% na década subsequente (1990-2000), de 31% na posterior (2000-2010) e de 3% neste último decênio (2010-2020) (dados do PPM/IBGE).

Em São José do Rio Claro³ o plantio de soja também se inicia em 1988 com 6 mil hectares, teve uma taxa de crescimento de 225% em dois anos, 64% entre 1990-2000, 207% na década seguinte (2000-2010) e 24,8% neste último decênio (2010-2020), totalizando 123 mil hectares deste cultivo. Nota-se, também, que houve um expressivo aumento da área plantada no período denominado “boom da soja” (safras 95/96 e 2004/05), de 139% (dados do

¹ Município criado pela Lei estadual nº 5.898, de 19 de dezembro de 1991, fruto do desmembramento de São José do Rio Claro e instalado em 1993.

² Município criado pela Lei Estadual nº 4.349, de 23 de setembro de 1981.

³ Município criado pela Lei nº 4.161 de 1979 e implantado somente em 1981.

PAM/IBGE). Já em 1981, quando em sua implantação como município, detinha 66.431 cabeças de rebanho bovino, houve uma taxa de crescimento de 39,6% entre 1981-1990, seguido de decréscimo de 31,8% na década seguinte (1990-2000), contribuiu para tal o desmembramento do município de Nova Maringá, por exemplo, e, posteriormente, um aumento de 84,2% na década subsequente (2000-2010) e 12,6% no último decênio (2010-2020) (dados do PPM/IBGE).

Na área que se sobrepõe a reserva indígena Tapayuna, em 2004 a agropecuária detinha 151.084 hectares, enquanto que em 2021 totalizou 249.098 ha, uma diferença de 98.014 ha, correspondendo a um aumento de 64,87% nesse período (tabela 1). Já área urbana, sede do município de Nova Maringá, em 2004 ocupava 138 ha e passou a 223 em 2021, totalizando um crescimento do tecido urbano em 61,59% no período. Em contrapartida, a Formação Florestal detinha 716.764 ha em 2004, e totalizou em 2021 618.681 ha, uma alteração de -98,083 ha, o que corresponde a diminuição de -13,68% do total de sua área. A análise por meio do sensoriamento remoto também revela que houve mudanças na Hidrografia local, entre os anos 2004 a 2021, com uma redução de -0,69% da sua área.

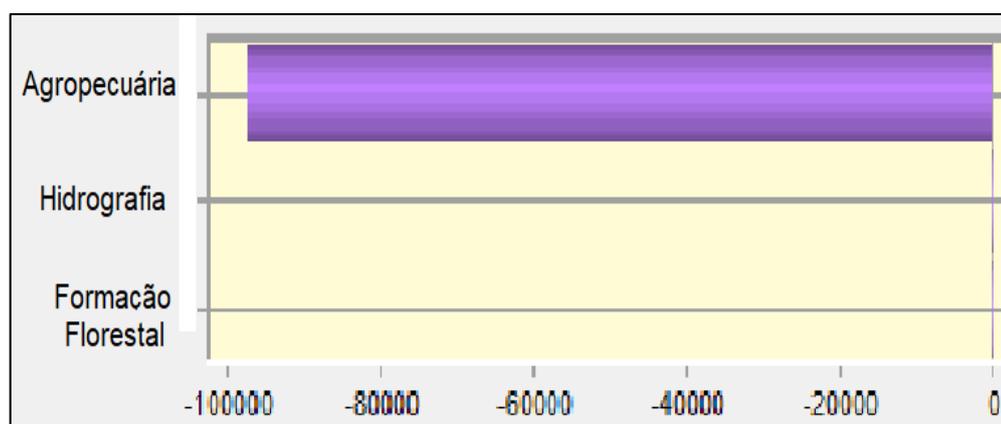
Tabela 1 - Comparação dos usos e ocupações do Solo de 2004 e 2021, valores em hectares

Uso do solo	Mapa 2004	Mapa 2021	Diferença (ha)	Diferença %
Agropecuária	151.084	249.098	98.014	64,87%
Formação Florestal	716.764	618.681	-98.083	-13,68%
Área Urbana	138	223	85	61,59%
Hidrografia	2.440	2.423	-17	-0,69%

Organização: Autores, 2022.

Neste sentido, os dados apontam que a supressão direta da vegetação na terra indígena Tapayuna está diretamente relacionada com a implantação da agropecuária, já que foi a que mais contribuiu para alteração da formação florestal (figura 6). Ressalta-se que a área tradicional dos Tapayuna entre os Arinos e Sangue está sobre o Planalto do Parecis, que corresponde a unidade geomorfológica muito utilizada para a pastagens extensiva e agricultura mecanizada, já que são áreas amplas, e esses fatores tornam-se o principal motor econômico do denominado “nortão” de Mato Grosso, ocasionando o desmatamento florestal para a conversão por esses usos econômicos capitalistas (BRANDÃO, REZENDE, MARQUES, 2006).

Figura 6 - Usos que mais contribuíram para a alteração da classe Formação Florestal.



Organização: Autores, 2021.

Diante da expansão da agropecuária sobre a vegetação nativa se propõe uma análise de suscetibilidade dessa mudança a partir de alguns fenômenos, como altimetria, estradas e as áreas cultivadas. Para tal, diversos testes foram realizados com diferentes variáveis explanatórias. Os resultados do V Cramer é apresentado na Tabela 02, os melhores valores encontrados foram para o mapa de distâncias das áreas cultivadas e o mapa de distâncias das transições, com 0,60 e 0,38, respectivamente. Acredita-se que os valores menores V de Cramer para dados oriundos da distância da hidrografia, acontecem porque o modelo não encontrou um padrão espacial que se relaciona com as mudanças de uso do solo (conversão da floresta em agricultura), ou seja, essa variável explica muito pouco ou quase nada o aumento das áreas agrícolas. Apesar dos valores baixos de V de Cramer, optou-se por utilizar essa variável, porque entende-se que a hidrografia possui forte relação espacial com as modificações de uso do solo nos últimos anos.

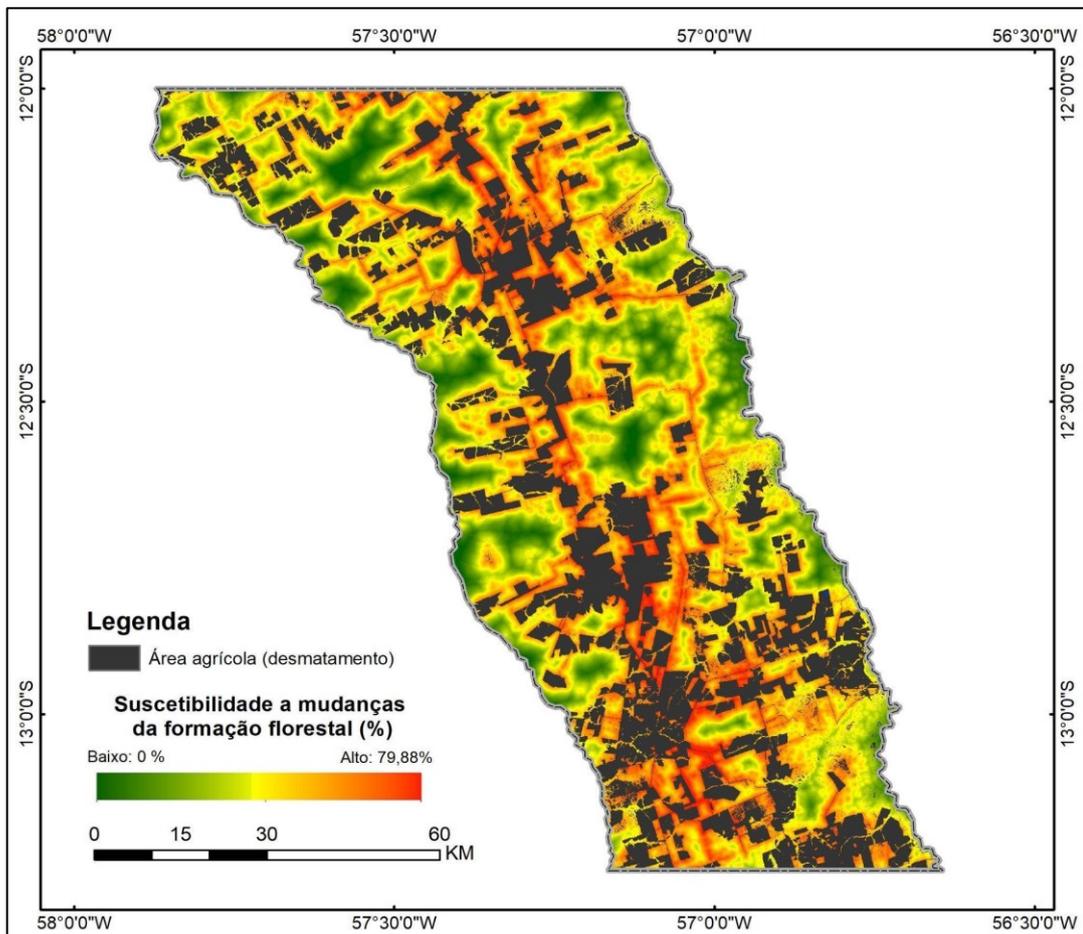
Tabela 2 - Valores de V de Cramer para as variáveis utilizadas no modelo de suscetibilidade a mudanças

Variáveis	V de Cramer
Mapa de Altimetria	0,32
Mapa de distâncias das estradas	0,23
Mapa de distâncias da hidrografia	0,16
Mapa de distância das áreas cultivadas	0,60
Mapa de distância das transições	0,38

Organização: Autores, 2022.

A Figura 7 mostra a probabilidade de alteração da Formação Florestal se tornar área agrícola ou pastagem nos próximos anos, considerando a trajetória de análise do período estudado (2004-2021). Os valores indicam onde existe a maior probabilidade de haver alteração das áreas florestais, se ela ocorrer no local. É possível observar, que as áreas em verde, com baixa probabilidade de conversão das classes, são justamente áreas mais afastadas das bordas das áreas já desmatadas e longe das principais estradas. Enquanto que a alta probabilidade de mudança de até 79,88% representadas pela cor vermelha, são as que mais podem sofrer o desmatamento, tendo em vista que tais áreas, localizam-se próximas às zonas de transição com as atividades antrópicas e as estradas.

Figura 7 - Mapa de suscetibilidade a mudanças de Formação Florestal para a Agropecuária.



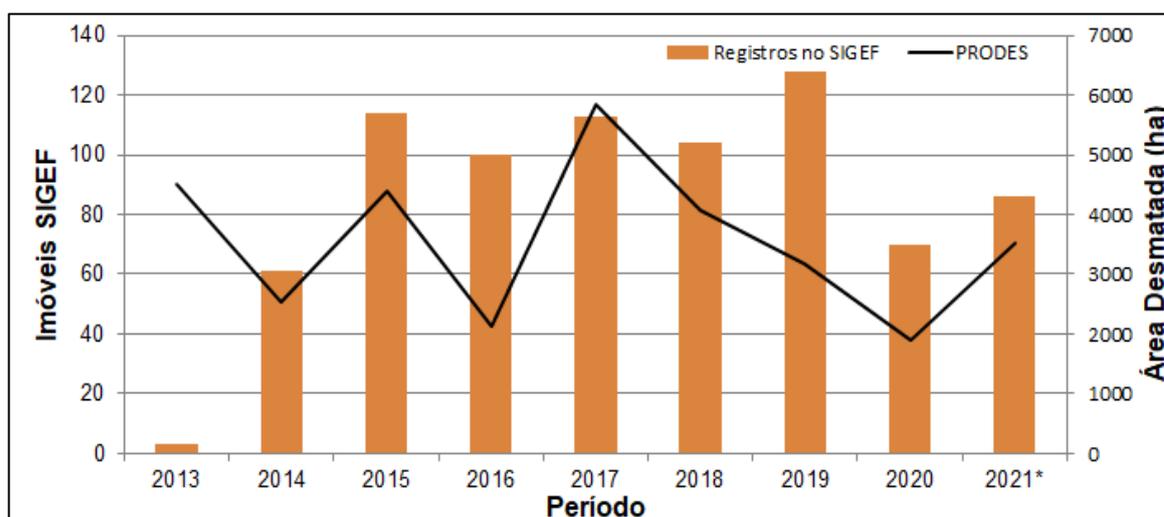
Organização: Autores, 2021.

Nesse sentido, torna-se essencial compreender os sujeitos responsáveis por essa dinâmica que está se estabelecendo cada vez mais nesse espaço, ocasionando diversas áreas suscetíveis a supressão florestal e diminuindo as áreas de direito territorial dos Tapayuna. Atualmente, são mais de 551 mil hectares de imóveis rurais de não-indígenas, ou seja, 63,38%, registrados oficialmente no SIGEF (Sistema Gestão Fundiária) na terra tradicional Tapayuna.

O SIGEF foi instituído em 2013, pela Norma de Execução nº 105/2012 do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), como ferramenta do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR), para certificar os limites dos imóveis, etapa necessária e obrigatória para o seu georreferenciamento (Lei nº 10.267 de 2001). Por se tratar de um cadastro declaratório a certificação dos limites não garante o domínio do imóvel, mas deve constar na matrícula do imóvel expedida pelo Cartório nas ações de transmissão, parcelamento, desmembramento e remembramento (Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973).

Os dados dos SIGEF mostram que entre 2013 a 2021, ou seja, desde o início do cadastro, foram certificados 779 imóveis rurais na terra indígena (figura 8), no qual, os tamanhos das propriedades variam de 1 hectares até 19.188 hectares, com tamanho médio dos imóveis de 708.25 hectares. Esses imóveis estão distribuídos por toda Reserva Indígena Tapayuna, abrangendo mais da metade de seu território e permeados por porções florestais.

Figura 8 - Total de imóveis registrados no sistema SIGEF por ano e cruzamento com dados de área desmatada anual (PRODES/INPE). Fonte: INCRA e INPE. *Registros até 22 de novembro de 2021.



Organização: Autores, 2021.

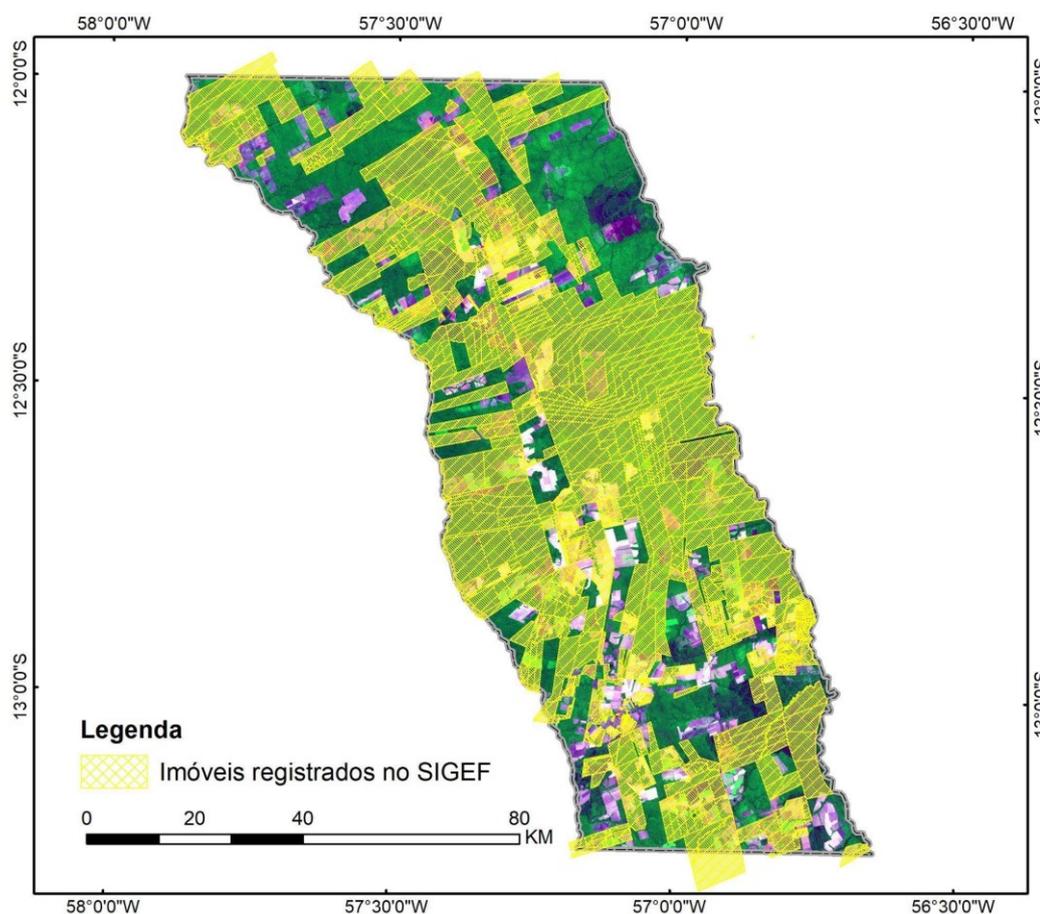
Apesar das altas taxas de desmatamento (mais de 11%) apontadas pelos dados do PRODES na área, nota-se que a quantidade de certificação dos imóveis, não corresponde necessariamente ao aumento do desmatamento, como em 2019, no qual foram certificados 128 imóveis rurais e o desmatamento foi de 3.162 ha, diferente de 2017 que teve 113 registros de propriedades e apresentou maior desmatamento anual desse período de 5.856 ha.

Corroborando para o aumento das certificações a partir de 2019 a lei nº 13.838 de 04 de junho de 2019 que “dispensa a anuência dos confrontantes, bastando para tanto a declaração do requerente de que respeitou os limites e as confrontações” na averbação da matrícula do imóvel

no Cartório de Registro de Imóveis. Desta forma, a declaração para certificação dos limites no SIGEF, também, ganha uma conotação especial.

Contudo há que se observar (Figura 9) que os desmatamentos que se sobrepõem aos imóveis registrados no SIGEF equivalem a 58% de toda área, ou seja, 42% ocorreram fora das certificações registradas oficialmente pelo Estado. Isto permite pensar que esses desmatamentos são oriundos de imóveis até 100 hectares, que estão em prazo para realizar o georreferenciamento (Decreto nº 4.449/02, atualizado pelo Decreto 9.311/18), e/ou, ainda, que permanece o processo de grilagem de terras na região. Apropriação privada ilegal das terras públicas (grilagem) mantém uma articulação com o desmatamento e a degradação ambiental na Amazônia, pois “a terra desmatada não só aumenta muito de preço, como, muitas vezes, ganha a condição de “vendável”. (TORRES; DOBLAS; ALARCON, 2017, p. 75).

Figura 9 - Distribuição dos Imóveis registrados no SIGEF. Imagem Landsat 8/OLI de Agosto de 2021.



Organização: Autores, 2021.

Tais resultados evidenciam o avanço da ocupação capitalista para dentro da terra tradicional Tapayuna nos últimos anos, ainda que represente aproximadamente 28% de sua área

convertida em agropecuária ou urbana. O restante (82%) se mantém ameaçado pela probabilidade do desmate, principalmente, próximo às áreas de transição, que depende também da altimetria e da declividade do terreno (áreas aptas para agricultura mecanizada), além da distância das estradas para o escoamento da produção. Sabe-se que, dos imóveis rurais já certificadas pelo INCRA, as quais já ocupam mais da metade da TI, a maioria desenvolve a agropecuária de *commodities* voltado para a exportação, gestada pelo projeto do agronegócio, que de forma expansiva, busca mais áreas para sua ampliar sua produção (OLIVEIRA, 2007; MENDONÇA, 2013). Provocam a deterioração dos elementos da natureza e simultaneamente da territorialização indígena e de sua sobrevivência física e cultural (SANTOS, 2018).

Fomentam, ainda, a continuidade do conflito fundiário que envolve o povo Tapayuna e sua terra tradicional, os desmatadores, os produtores de *commodities* e o Estado. Mas, os Tapayuna resistem e lutam pelo direito ao retorno de seu território. (LIMA, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversas alterações ocorreram na TI Tapayuna entre 2004 a 2021, principalmente nas áreas com vegetação. Ao todo, a redução foi de 97.421 ha, o que corresponde diminuição de - 13,68% de toda sua área. Em contrapartida, a Agropecuária apresentou o crescimento de 97.437 ha, o que representa 64,87% a mais na sua área. Esta classe, foi a que mais influenciou diretamente na alteração da formação florestal.

De acordo com os valores obtidos do V de Cramer, as variáveis que mais contribuem para a suscetibilidade na mudança da formação florestal são as áreas cultivadas, seguida das áreas de transição, a altimetria e por fim as estradas. Como em toda TI possuem usos, muitas áreas foram identificadas com risco alto de suscetibilidade de 79,88%.

O estudo mostrou que os agentes modificadores da dinâmica na paisagem dentro da TI, são os 729 imóveis rurais certificados distribuídos por todo o limite Tapayuna, que em sua maioria possuem o uso da agropecuária capitalista. Esse mesmo uso degrada os recursos naturais presentes, provocando o desequilíbrio climático na região. Os Tapayuna foram retirados de sua terra tradicional em 1970, e atualmente, em 2021, ainda lutam para reaver seu território originário, entretanto, este espaço está tomado pelo uso da Agropecuária, o que torna sua luta ainda mais difícil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT, pela concessão de bolsa do primeiro autor por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação -PIBITI da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

REFERÊNCIAS

- BECKER, W. R.; CARVALHO, L. E.; JOHANN, J. A.; SILVA, L. C. A.; PALUDO, A.; RICHETTI, J.; RAMBO, E. M. Google Earth Engine como instrumento de classificação uso e cobertura do solo no município de Cascavel, Paraná, Brasil. In: **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE – Santos – SP – Brasil, 2019.
- BRANDÃO, A. S. P.; REZENDE, G. C.; MARQUES, R. W. C. **Crescimento agrícola no período 1999/2004: a explosão da soja e da pecuária bovina e seu impacto sobre o meio ambiente**. Economia Aplicada. São Paulo. V. 10, N. 2, p. 249-266, 2006.
- CRAMÉR, H. **Mathematical Methods of Statistics**. Princeton: University Press, 1946.
- EASTMAN, J. R.; SOLARZANO, L.; FOSSEN, M. V. Transition Potential Modeling for Land-Cover Change. In: DAVID, J. MAGUIRE, M. B. GOODCHILD, M. F. **In GIS, Analysis and Modeling**: Redlands: ESRI Press, 2005.
- DELGADO, Guilherme. **Do Capital Financeiros na Agricultura à economia do agronegócio**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2012.
- FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. **O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas**. Estudos Avançados. 2005.
- INPE. **Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. PRODES – Amazônia. Disponível em: www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes. Acesso em: 20 de novembro de 2021.
- IPAM. **Terras indígenas na Amazônia brasileira: reservas de carbono e barreiras ao desmatamento**. Brasília – DF, Brasil, 2015.
- INTERMAT. **Bases Cartográficas do Estado de Mato Grosso nas escalas de 1:1.500.000, 1:250.000 e 1:100.000**. Disponível em: www.intermat.mt.gov.br. Acesso em: 04 de novembro de 2021.
- LIMA, D. B. **A história do contato e o desterro Tapayuna: um massacre anunciado**. Revista de Antropologia da UFSCar, 2019.
- LOPES, C. A. V.; SOUZA, R. A. Análise da cobertura florestal da Terra Indígena Sete de Setembro, entre os anos 1997 a 2017. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, 2020.

MENDONÇA, M. L. R. F. **Modo Capitalista de Produção e Agricultura: a construção do conceito Agronegócio**. São Paulo: Universidade de São Paulo – Tese Doutorado. 2013.

NOVO, E. M. L. M.; PONZONI, F. J. **Introdução ao sensoriamento remoto**. São José dos Campos – SP, 2001.

OLIVEIRA, A. U. **Modo de Produção Capitalista, Agricultura e Reforma Agrária**. São Paulo: Labur Edições, 2007.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, Third ERTS Symposium**, NASA SP-351 I, 309-317. 1973.

SANTOS, A. M. Análise dos usos e da cobertura do solo nas áreas das terras indígenas demarcadas no Estado de Goiás. Maringá. **Revista Percorso – NEMO**, 2018.

SOUZA, S. S. G.; VALE, R. B.; COSTA, M. S. S.; CHAGAS, B. R.; GONÇALVES. BOTELHO, M. G. L.; FURTADO, L. G.; CARNEIRO, C. R. O.; BATISTA, V. A.; MORALES, G. P. Análise da dinâmica do uso e cobertura da terra do Município de Moju – PA, utilizando Google Earth Engine. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.13, n.05, 2020 p. 2332-2339.

TORRES, M; DOBLAS, J; ALARCON, D. F. **Dono é quem desmata**: conexões entre grilagem e desmatamento no sudoeste paraense. São Paulo: Urutu-branco; Altamira: Instituto Agrônômico da Amazônia, 2017.

VALE, J. R. B. **Análise da dinâmica do uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas do estado do Pará por meio da plataforma Google Earth Engine**. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

ZALLES, V.; HANSEN, M. C.; POTAPOV, P. V.; STEHMAN, S. V.; TYUKAVINA, A.; SONG, X.; OKPA, C.; JOHN, N. Near doubling of Brazil's intensive row crop area since 2000. **PNAS**, v 166, n2, 2019.