

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

**ANÁLISE EVOLUTIVA E COMPARATIVA DO USO
E COBERTURA DO SOLO PARA AUXILIAR NO
CADASTRO AMBIENTAL RURAL NO MUNICÍPIO
DE SÃO FÉLIX DO XINGU – PA.**

Raisa Rodrigues Neves ¹
* Thayson Assunção da Silva de Freitas ¹
Vanessa de Nazaré Cunha Lopes ²
Flávia Sales Velasco ³
Renato Augusto Soares Rodrigues ³

**EVOLUTIONARY AND COMPARATIVE ANALYSIS OF LAND USE AND
COVER TO ASSIST IN THE RURAL ENVIRONMENTAL REGISTRATION
IN THE MUNICIPALITY OF SÃO FÉLIX DO XINGU – PA.**

Recibido el 4 de marzo de 2024. Aceptado el 21 de junio de 2024

Abstract

The environmental changes caused by anthropic activity directly reflect the change in the landscape of a region and, in this context, the city of São Félix do Xingu - PA has gone through several changes. This work presents a land use and land cover mapping to get to know the environmental reality of the city and verify the reliability of MapBiomas data for the implementation of the Rural Environmental Registry (CAR) in order to collaborate with environmental control. To perform the multitemporal analysis, images of five-year time intervals from 1985 to 2020 were used, and to verify the reliability of the MapBiomas land cover data, a comparison was made with the land cover of small, medium and large rural properties. declared and approved in SICAR/PA through global accuracy and Cohen's kappa coefficient. The results indicate that there was a very expressive percentage of native forest reduction, giving way to the advance of agriculture and livestock activities until 2010, but later this percentage decreased with the application of policies aimed at reducing illegal suppression of vegetation. The results of the land cover comparison showed that MapBiomas reflects better responses for smaller scale analyses, that is, for rural properties greater than 4 fiscal modules. Therefore, it is concluded that the MapBiomas database is relevant to assist in the delimitation of the land cover of medium and large rural properties to be declared in the CAR, being a relevant tool to help implementation of the CAR.

Keywords: land cover, MapBiomes, rural environmental register, rural properties.

¹ Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Brasil.

² Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará, Brasil.

³ Faculdade de Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil.

*Autore correspondal: Universidade Federal do Pará, Brasil. Campus Universitário de Tucuruí – PA, Faculdade de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rodovia BR 422 km 13 – Canteiro de Obras UHE - Vila Permanente, Tucuruí - PA, 68464-000. Email: raisaneves@ufpa.br

Resumo

As alterações ambientais causadas pelas ações antrópicas refletem diretamente na mudança da paisagem de uma região e, nesse contexto, o município São Félix do Xingu – PA tem passado por diversas modificações. Este trabalho apresenta um mapeamento da cobertura do solo para conhecer a realidade ambiental do município e verifica a confiabilidade de dados MapBiomas para a implantação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) de maneira a colaborar com o controle ambiental. Para a realização da análise multitemporal utilizou-se imagens de intervalos temporais quinquenais desde 1985 a 2020, e para verificar a confiabilidade dos dados de cobertura do solo do MapBiomas fez-se a comparação com a cobertura do solo de pequenas, médias e grandes propriedades rurais declaradas e aprovadas no SICAR/PA por meio da exatidão global e coeficiente Kappa. Os resultados mostraram que houve um percentual bastante expressivo de redução de floresta nativa cedendo espaço ao avanço de atividades agropecuárias até 2010, mas posteriormente esse percentual diminuiu com a aplicação de políticas voltadas a diminuição de supressão ilegal da vegetação. Os resultados da comparação de cobertura do solo mostraram que o MapBiomas reflete melhores respostas para análises em menor escala, isto é, para propriedades rurais superiores a 4 módulos fiscais. Portanto conclui-se que a base de dados MapBiomas é pertinente para auxiliar na delimitação da cobertura do solo de médias e grandes propriedades rurais a serem declarados no CAR, sendo uma ferramenta fundamental para ajudar a implementação do CAR.

Palavras-chave: cadastro ambiental rural, cobertura do solo, imóveis rurais, MapBiomas.

Introdução

A Amazônia vem passando por diversas transformações devido a seu grande potencial econômico, a sua biodiversidade, clima e terras produtivas. A busca por recursos naturais, a pressão demográfica, o desenvolvimento da tecnologia, o preço da terra, a expansão de fronteiras agropecuárias e outros fatores favoreceram a ocorrência de uma maior pressão no território amazônico (Margulis, 2002). Essa pressão acaba acarretando em uma degradação ambiental desenfreada, trazendo sérios prejuízos para o meio e alteração de sua paisagem.

O município São Félix do Xingu – PA está inserido dentro do território amazônico e é um dos que mais tem sofrido com as alterações ambientais provenientes de ações antrópicas, acarretando em extensas áreas desmatadas para dar espaço a expansão de atividades agropecuárias na região. Conhecer a dinâmica da ocupação e uso da terra é fundamental para propor medidas de controle e monitoramento da degradação ambiental, e é uma ferramenta de auxílio fundamental para colaborar com uma adequada gestão do território. Neste contexto, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) entra como um instrumento que reúne diversas informações de localização e da situação ambiental de imóveis rurais, com o objetivo de auxiliar no controle, monitoramento e minimização de desmatamentos irregulares.

A questão central deste trabalho é realizar uma análise multitemporal do município a partir de dados MapBiomas e avaliar a confiabilidade de dados secundários gerados a dele, bem como os dados da cobertura do solo disponibilizada pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) e verificar se essa base de dados pode auxiliar na implantação do CAR.

A realização desta pesquisa se deu, em um primeiro momento, com a apresentação dos principais conceitos que serão abordados ao longo do trabalho. O desenvolvimento da pesquisa encontra-se separado em duas etapas:

- Na etapa I realizou-se um mapeamento da dinâmica cobertura da terra para conhecer como se deu o processo de ocupação da terra no município São Félix do Xingu desde 1985 a 2020 e quais foram os eventos que contribuíram para a alteração da paisagem na região. Para isso o banco de dados utilizado para realizar o mapeamento dessa dinâmica foi o do projeto MapBiomias.
- O mapeamento da cobertura da terra deve estar o mais próximo possível da realidade ambiental, principalmente ao declarar a cobertura do solo de imóveis rurais no CAR. A vista disso, na etapa II fez-se uma comparação entre a cobertura do solo disponibilizada pela SEMAS a partir dos dados MapBiomias e a cobertura do solo de pequenas, médias e grandes propriedades rurais disponíveis no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR/PA). Por fim, apresenta-se as considerações finais.

Essa pesquisa tem o objetivo de analisar a evolução e comparação do uso e cobertura do solo para auxiliar no Cadastro Ambiental Rural no município de São Félix do Xingu -PA.

Metodologia

Todos os procedimentos metodológicos realizados neste trabalho estão exibidos na Figura (1), a qual apresenta as etapas realizadas para a elaboração deste, e a seguir, está descrito como se procedeu em cada uma destas etapas.

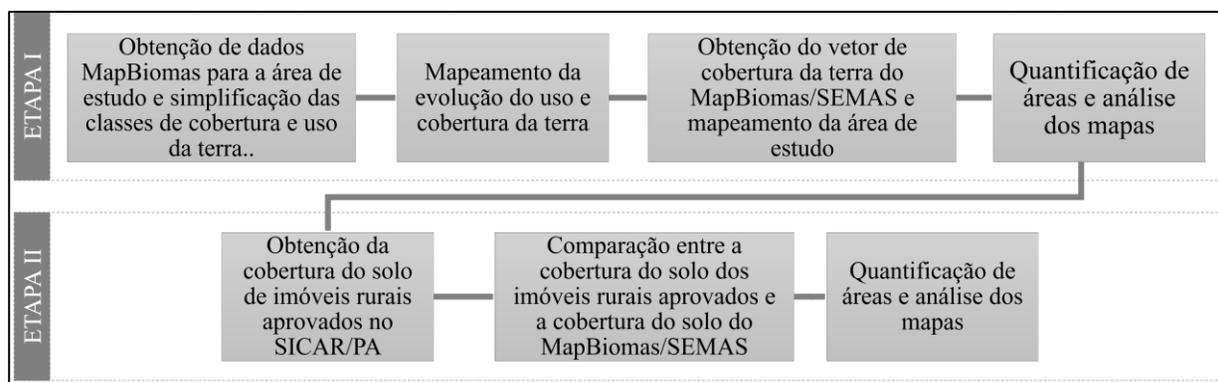


Figura 1. Procedimentos metodológicos.

Área de Estudo

O município São Félix do Xingu foi emancipado em dezembro de 1961 pela Lei 2460, onde houve o desmembramento do município de Altamira. Encontra-se localizado na região sudeste do estado do Pará (Figura 2), há 1050 km de distância da capital do estado (Claudino, Ferreira e Pocard-Chapuis, 2020). A população era de 91340 habitantes em 2010 (IBGE, 2011) e a população estimada para 2021 é de 135732 habitantes (IBGE, 2021). A densidade demográfica equivale a 1.08 hab/km² (IBGE, 2011) e possui uma extensão territorial de 84212.903 km² (IBGE, 2021).

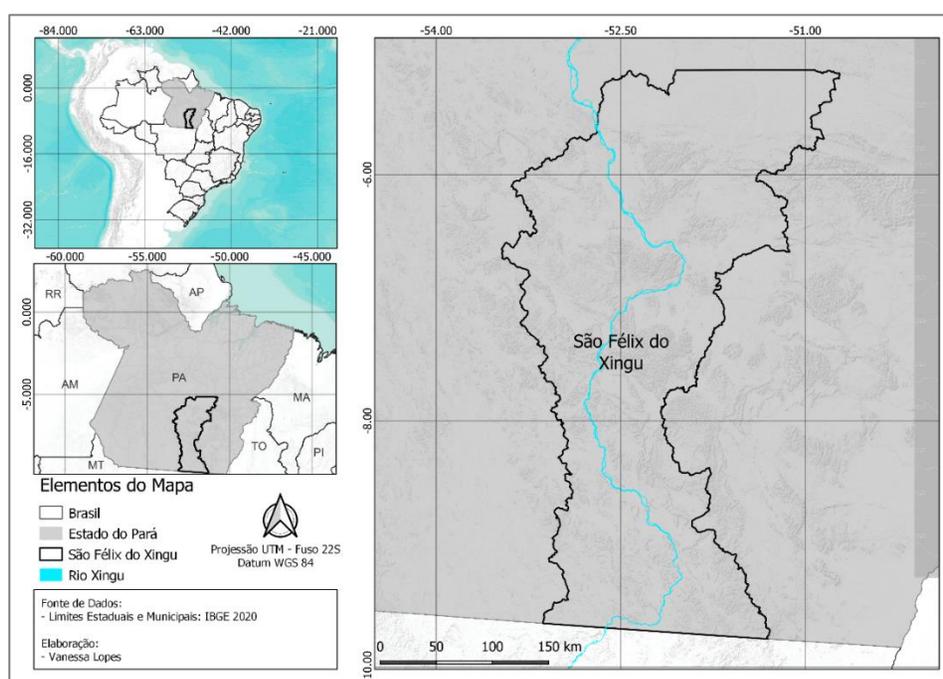


Figura 2. Mapa de localização de São Félix do Xingu-PA.

A massa d'água mais extensa do município é o Rio Xingu e a cobertura vegetal que predomina na região é a Floresta Equatorial Latifoliada, no entanto, possui consideráveis extensões de Savana, Cerradão e outros (Claudino, Ferreira e Pocard-Chapuis, 2020; Macedo, 2009).

O solo da região possui fertilidade mediana e características morfológicas consideravelmente boas, composto por Nitossolos Vermelhos Distróficos e Eutróficos, Argissolos Vermelhos-Amarelos Distróficos e Neossolos Litólicos Distróficos. Quanto ao relevo, possui características de plano a suave ondulado (Braga, 2015).

O município abriga parte da APA Triunfo do Xingu criada pelo decreto 2.612 de 04 de dezembro de 2006, a APA possui extensão de 16.796,32 km², dispõe de conselho gestor, entretanto não conta com plano de manejo, sendo ele uma ferramenta fundamental e obrigatória para assegurar a manutenção da biodiversidade e seus desafios, visando salvaguardar ecossistemas, espécies ameaçadas e diversos serviços ambientais. Além da APA, São Félix do Xingu abriga ainda em seu território duas Floresta Nacional, uma Reserva Biológica e uma Estação Ecológica (Brasil, 2021; D'amico, Coutinho e Moraes, 2018).

As áreas protegidas estão presente em grande extensão no município, como as terras indígenas Apyterewa, Araweté Igarapé Ipixuna, Badjonkore, Kayapó e Trincheira Bacaja, todas dentro do estado do Pará, e a Menkragnoti que se divide entre Pará e Mato Grosso (Funai, 2024).

Atualmente, a economia no município gira em torno das atividades de mineração e da agropecuária, e está entre os três municípios possuidores do maior efetivo de rebanho bovino do Brasil, com cerca de 2,4 milhões de cabeças, ocupando o ranking desde 2010 até atualmente. O censo agropecuário de 2017 apontou São Félix do Xingu como possuidor da maior área destinada a pastagem no estado (Claudino, Ferreira e Pocard-Chapuis, 2020; Braga, 2015; Fapespa, 2021).

Levantamento de Dados

Para atingir o propósito deste estudo, os dados utilizados foram obtidos em quatro banco de dados distintos, descritos abaixo. Os limites municipais e estaduais foram obtidos a partir dos metadados disponíveis pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com escala de 1:250000.

Para a análise multitemporal do uso e cobertura do solo, foi realizado o download da coleção 6.0 da cobertura MapBiomas que possui um recorte temporal de 1985 a 2020. Essa coleção foi obtida através do Google Earth Engine, onde possibilita o download das imagens raster apenas da região em estudo, com resolução de 30 metros.

O levantamento da classificação da cobertura da terra do município foi feito a partir de dados vetoriais disponibilizados pela SEMAS a partir da iniciativa MapBiomas. O download da cobertura do solo dos imóveis com CAR aprovado pela SEMAS foi realizado na plataforma SICAR/PA.

A Tabela 1 exhibe as bases cartográficas utilizadas no estudo.

Tabela 1. Bases Cartográficas

Fonte	Informação	Tipos de dados
IBGE	Limite Municipal e estadual	Shapefile
SEMAS	Classificação da cobertura do solo	Shapefile
SICAR/PA	Cadastros Ambientais Rurais aprovados	Shapefile
MapBiomias	Mapas de uso do solo	Raster

Processamento de dados

Etapa I: Dados do MapBiomias

Para a realização do mapeamento da evolução da cobertura da terra no município, efetuou-se uma análise quinquenal a fim de realizar um diagnóstico mais detalhado. Sendo assim, as imagens utilizadas foram referentes aos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020.

Contudo, com intenção de verificar o comportamento do uso do solo considerando datas importantes para a preservação ambiental acrescentou-se dois anos à análise, 2008 e 2012. Um corresponde a data do Marco Legal, conhecido por marco temporal, que “Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências” (Brasil, 2008), e o outro é o ano da promulgação do Código Florestal Brasileiro, respectivamente.

Estas imagens foram obtidas através do portal MapBiomias, adicionadas ao QGIS e reprojetaadas para EPSG em metros para poder fazer-se o cálculo de área. A reprojeção de coordenadas foi efetuada utilizando “processamento em lote”.

Os mapas disponibilizados pelo MapBiomias classificam 26 tipos de uso e ocupação do solo, sendo que 11 foram identificados no município. Com o propósito de possibilitar um melhor entendimento dos resultados, as classes observadas no município foram simplificadas, agrupadas em 5 tipos de uso da terra. Conforme exposto na Tabela (2).

Tabela 2. Simplificação de classes

Código de Classes da Legenda e Paleta de cores MapBiomias identificadas no Município	Classificação Simplificada
Formação Florestal Formação Savânica	Floresta
Campo Alagado e Área Pantanosa Formação Campestre	Formação Natural não Florestal
Pastagem, Agricultura de lavoura temporária (Soja e outras lavouras temporárias) Silvicultura	Agropecuária
Área Urbanizada Mineração	Área não vegetada
Rio, Lago e Oceano	Corpo D'água

Em um primeiro momento, alterou-se a projeção para “Projeção Equivalente de Albers”, que é indicada no Manual Técnico em Geociências para superfícies superiores a 50 km (IBGE, 2019). Depois, feito a reclassificação das imagens raster agrupando as classes em um nível menor com a ferramenta “reclassificação por tabela”, seguindo o código de classes da legenda e paleta de cores utilizadas na coleção 6.0 do MapBiomias.

Posteriormente, foram elaborados mapas da evolução do uso da terra usando Sistema de Referência de Coordenadas WGS 84, que é o mesmo utilizado pelo projeto MapBiomias. A classificação de cobertura do solo disponibilizada pela SEMAS utiliza a base do MapBiomias, gerando uma classificação secundária, onde é analisado a transição das classes de cobertura do solo entre 2008 e 2020 (Semas, 2021).

Os dados disponibilizados pela secretaria compreendem a classe de remanescente de vegetação nativa, área consolidada, área antropizada não consolidada, área em regeneração e corpo d’água. Para este estudo, a classe regeneração foi considerada como área consolidada, tendo em vista que, de acordo com a tabela de atributos do vetor, essas áreas foram identificadas como áreas consolidadas em 2008.

Após o download, o vetor foi trabalhado no QGIS e elaborado o mapa de cobertura do solo segundo essa reclassificação. A classificação da cobertura do solo disponibilizada pela SEMAS será relatado ao decorrer do trabalho como “MapBiomias/SEMAS”.

Etapa II: Dados dos Imóveis Rurais

Com o propósito de realizar a comparação entre a cobertura do solo dos imóveis rurais aprovados no SICAR/PA com a cobertura do solo MapBiomias/SEMAS, fez-se a seleção de imóveis com cadastros aprovados no município até o dia 02 de abril de 2022. O banco de dados de imóveis rurais cadastrados até a data mencionada, apresentava 1.021 imóveis cadastrados, sendo que imóveis com cadastros aprovados até dezembro de 2020 totalizam 57 com status “Ativo” ou “Pendente” pois ainda não aderiram ao PRA.

Nesta pesquisa foram analisados imóveis com CAR aprovados no segundo semestre de 2020, em que continha 29 imóveis. A fim de analisar amostras de imóveis de pequenas à grandes extensões territoriais, separou-os em grupos, sendo que o Grupo A são pequenas propriedades com até 4 módulos fiscais, Grupo B são médias propriedades superior a 4 até 15 módulos fiscais e o Grupo C são grandes propriedades acima de 15 módulos fiscais, essa classificação está definida na Lei 8629 de 25 de fevereiro de 1993. Sendo que para o município São Félix do Xingu cada módulo fiscal corresponde a 75 hectares.

Após a separação dos grupos, utilizou-se o método de amostragem aleatória simples para a seleção dos imóveis rurais. Segundo Luiz e Epiphany (2001), esse método garante que qualquer amostra tenha a mesma possibilidade de ser selecionada, e foi usada por Sacramento *et al.* (2019), em seu estudo titulado como “ Análise de Métricas de Paisagem e influencias do uso do solo e cobertura vegetal em fragmentos florestais da mata atlântica”, por Lopes *et al.* (2019) em “Uma abordagem temporal para o espaço rural goiano por meio da aplicação de métodos Estatísticos à interpretação visual de imagens landsat – 1985 – 2017” e outros.

Portanto, se estabeleceu uma amostra de 9 imóveis rurais, sendo que foram selecionados 3 imóveis para cada grupo. A seleção dos grupos foi realizada por sorteio com auxílio de planilha eletrônica. A Tabela (3) apresenta os grupos de imóveis rurais analisados.

Tabela 3. Grupos de imóveis rurais analisados

Grupo	Módulos Fiscais	Imóvel	Número do Recibo do CAR
A	Até 4	P1	PA-1507300-13212C98D43648A8986687052E6E6CE5
		P2	PA-1507300-59C7010BAD614CE7B7315010ADFBE4A4
		P3	PA-1507300-9279F53A552E4AAFA76C4EAD026673ED
B	Superior a 4 até 15	M1	PA-1507300-B1843B0972C34E398FB8F02C33ED90BB
		M2	PA-1507300-B7ED2AB011BA439FB868616D8E286F36
		M3	PA-1507300-570BB63ED7A349AE8541COAAF3E8CAAC
C	Superior a 15	G1	PA-1507300-4AD6A673864D4437952CE1BF22830EF7
		G2	PA-1507300-032A8E74FEBB42C8AB7AD1DDBFCE95B0
		G3	PA-1507300-7C229A80984745739B843AEC60765DFE

Logo após, fez-se o download da cobertura do solo dos imóveis selecionados e, após serem importados para o QGIS, foram trabalhados os dados de remanescente de vegetação nativa, área consolidada e área antropizada não consolidada. Seguidamente, foi efetuado o recorte da cobertura do solo MapBiomass/SEMAS para as áreas dos imóveis, e então, foram gerados mapas para a comparação e, com a quantificação dessas áreas, fez-se a análise do nível de concordância e exatidão global.

Exatidão global e Nível de Concordância

Para avaliar a Exatidão Global e o nível de concordância entre as classificações, utilizou-se o coeficiente Kappa, método proposto por Cohen (1960), que consiste em determinar até que ponto um julgamento corresponde a outro, ou seja, qual o nível de concordância entre as duas bases de cobertura do solo. Essa metodologia é bastante utilizada em diferentes áreas do conhecimento, bem como foi empregue por Soares e Moraes (2018), Mastella (2017), Flores e Soriano (2019) e Arana *et al.* (2016).

Para este estudo, a classe de referência será a cobertura de solo declarada no SICAR/PA, tendo em vista que foram aprovadas e validadas por técnicos capacitados por órgão ambiental competente.

Calculou-se a Exatidão Global e o coeficiente Kappa para o Grupo A, Grupo B e Grupo C. Os valores obtidos são apresentados na seção de *Resultados e discussões* deste trabalho.

Resultados e discussões

Análise Multitemporal

A análise multitemporal da cobertura da terra realizado neste estudo teve como resultado três mapas do município, sendo que o primeiro apresenta a evolução do uso e ocupação da terra nos anos de 1985, 1990, 1995 e 2000 (Figura 3), o segundo exibe a evolução nos anos de 2005, 2008, 2010 e 2012 (Figura 4), e o terceiro indica a evolução em 2015 e 2020 (Figura 5). Com base nos mapas gerados, pôde-se obter as áreas referente a cada classe em relação a área total do município, conforme exposto na Tabela (6).

Tabela 6. Área das classes

Ano	Floresta	Formação Natural não Florestal	Agropecuária	Área não vegetada	Corpo D'água
1985	8168421.63	118595.88	38380.14	702.09	98974.53
1990	8120965.37	116442.99	85354.83	1691.10	100621.35
1995	7969412.44	116214.03	236545.02	2119.59	100781.46
2000	7675505.17	116740.62	532137.51	1971.63	98718.84
2005	7093414.26	114549.48	1116133.29	1999.17	98980.56
2008	6815920.84	113917.50	1394364.06	2240.01	98636.76
2010	6722532.06	114111.45	1487625.66	2348.01	98463.51
2012	6685718.21	114238.08	1523700.36	3244.95	98180.01
2015	6635441.73	113808.51	1571778.73	5217.21	98832.78
2020	6427922.13	110077.02	1780113.52	7584.48	99374.04

Partindo desta análise, as classes que tiveram maior alteração ao longo do período estudado foi a classe de floresta e agropecuária. Nas classes de formação natural não florestal, área não vegetada e corpo d'água não houveram mudanças significativas, pois, as variações que tiveram ao longo dos anos foram de 0.1%, 0.0008% e 0.0003%, respectivamente.

A Figura (3) apresenta a variação entre os anos de 1985 a 2000, onde foi possível constatar que houve supressão, e conseqüentemente a diminuição da área de floresta em 5.85%, enquanto que a agropecuária aumentou em 5.86%.

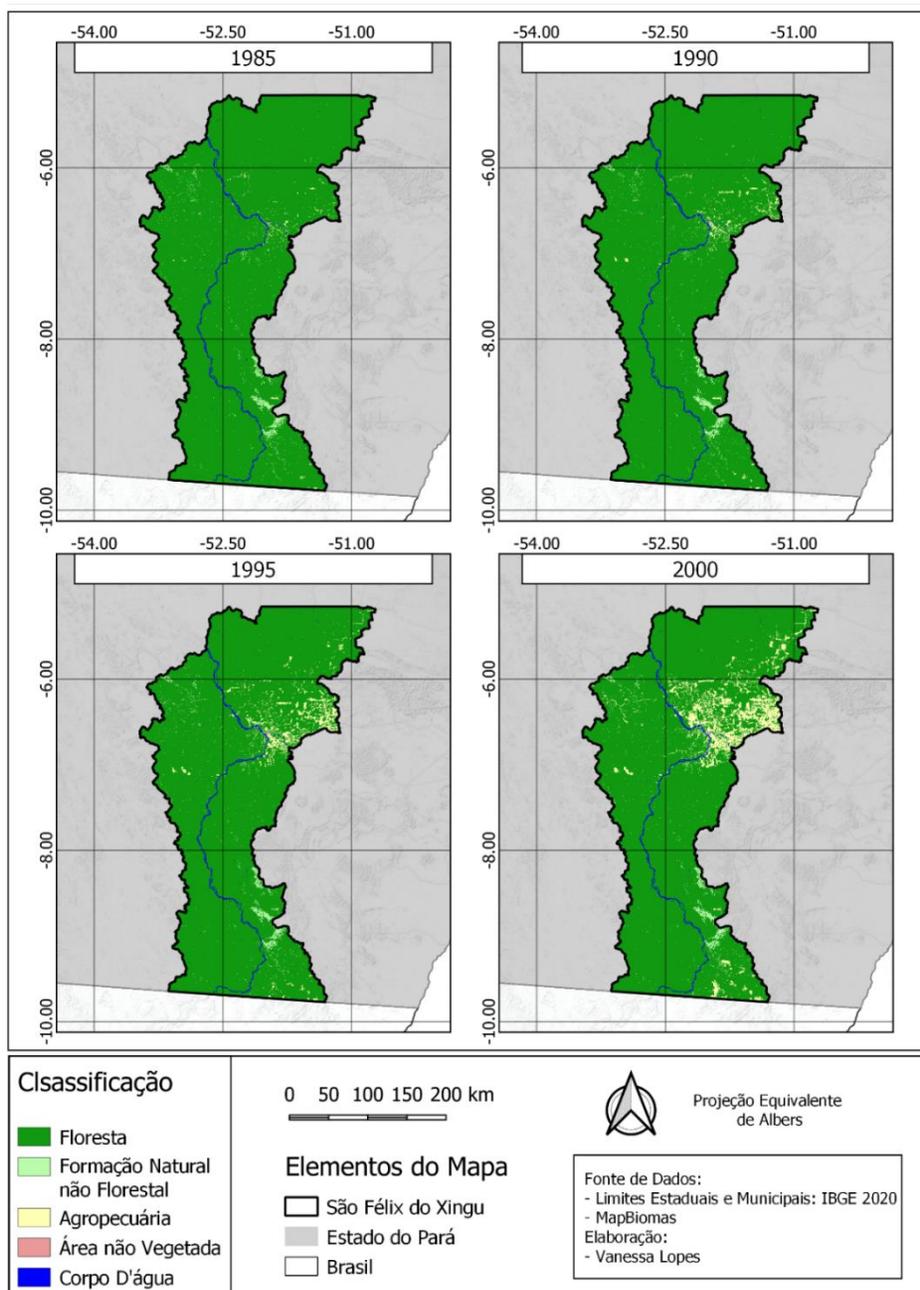


Figura 3. Evolução do uso e ocupação da terra nos anos de 1985 a 2000.

A variação temporal de 2005 a 2012 é mostrada na Figura (4), em que, 4.84% foram de perda de floresta e, essa mesma porcentagem foi equivalente ao incremento da agropecuária.

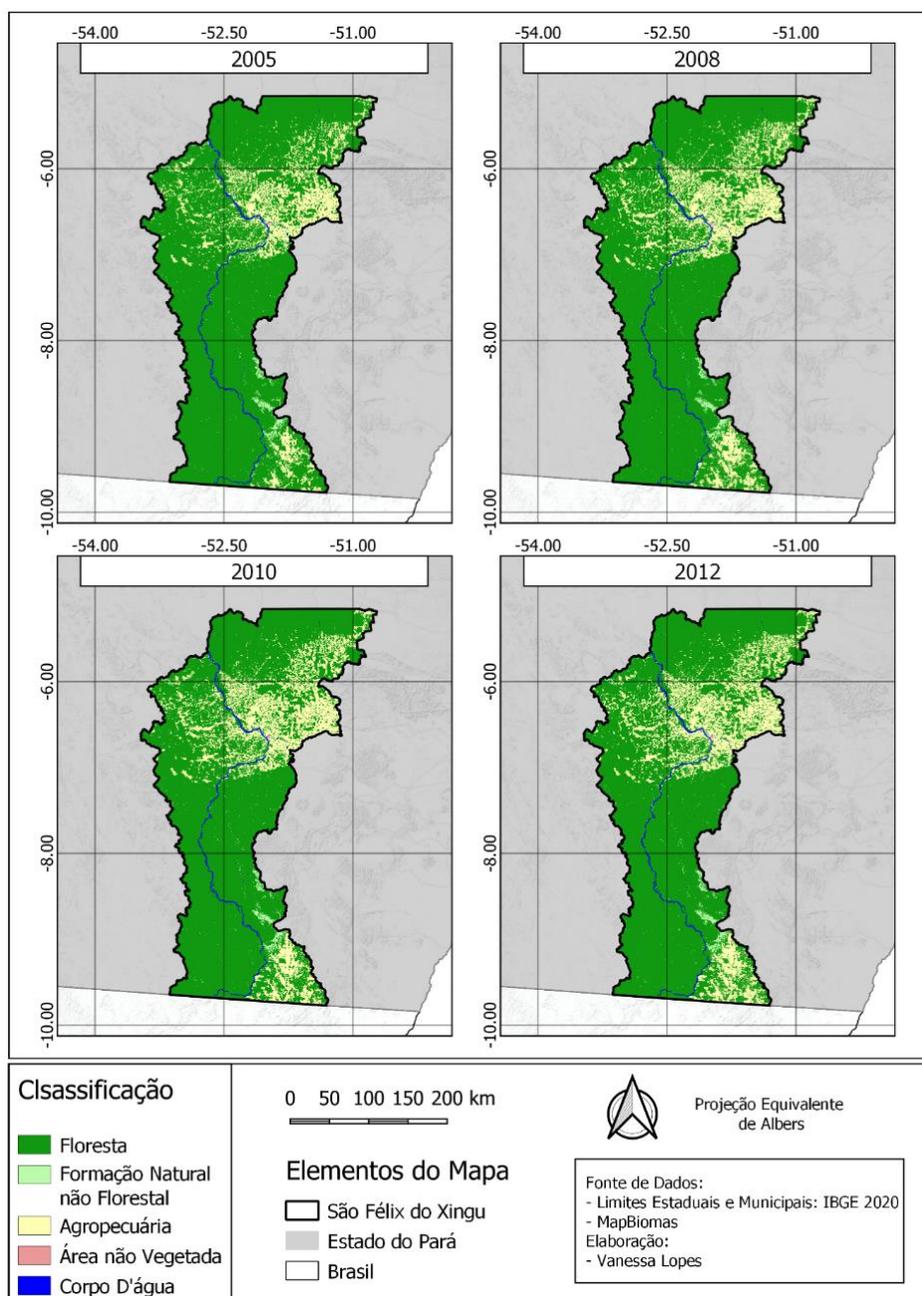


Figura 4. Evolução do uso e ocupação da terra nos anos de 2005 a 2012.

A Figura (5) indica a alteração referente aos anos de 2015 e 2020. Como resultado, tem-se que 1.86% foi de redução de floresta enquanto que a agropecuária teve um avanço de 2.47%.

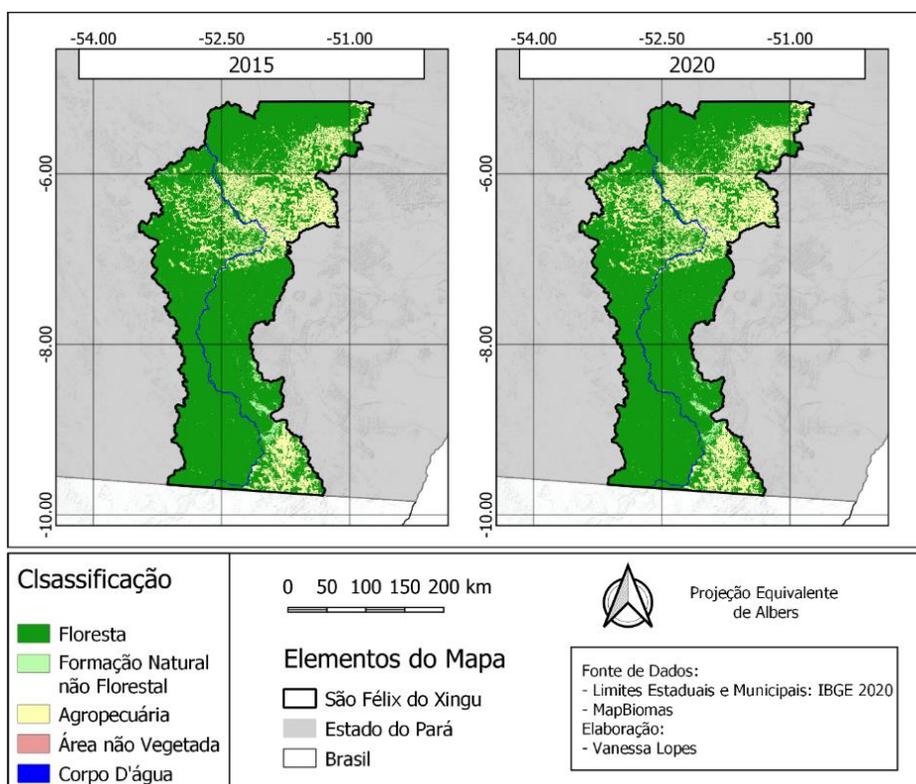


Figura 5. Evolução do uso e ocupação da terra nos anos de 2015 a 2020.

A evolução quantitativa da cobertura solo do município ao longo do tempo é demonstrada na Figura (6). É possível constatar o recuo de floresta para usos antrópicos voltados a atividades agropecuárias, sendo que entre 1985 a 1990 não houveram mudanças bruscas, com o passar dos anos pode-se observar um crescente aumento na agropecuária a partir de 1995 e essa conversão tinha se dado de forma praticamente contínua e elevada, já a partir de 2010 a agropecuária continuou expandindo, mas não de maneira tão elevada.

Como resultado, tem-se que, em sua totalidade, o município teve uma expansão de 1741733.38 ha de áreas destinadas a agropecuária (20.67%) em decorrência da supressão de 1740499.50 ha de áreas de floresta (20.66%). Portanto, é cabível observar que as duas grandezas são praticamente inversamente proporcionais, enquanto uma cresce em detrimento do recuo da outra (Figura 7).

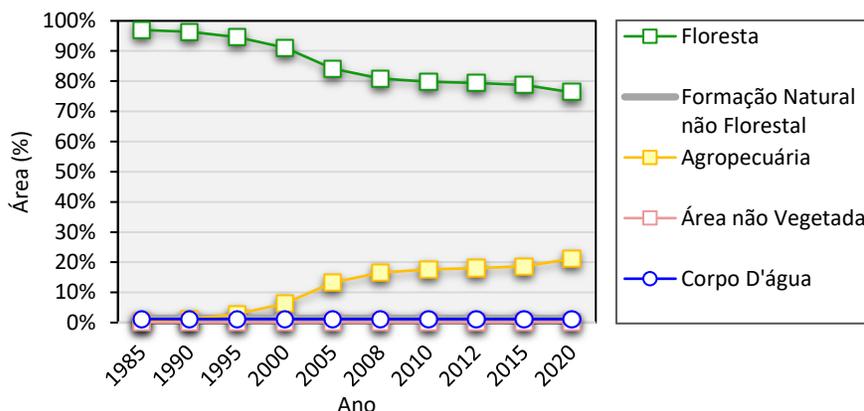


Figura 6. Evolução temporal do uso e cobertura do solo.

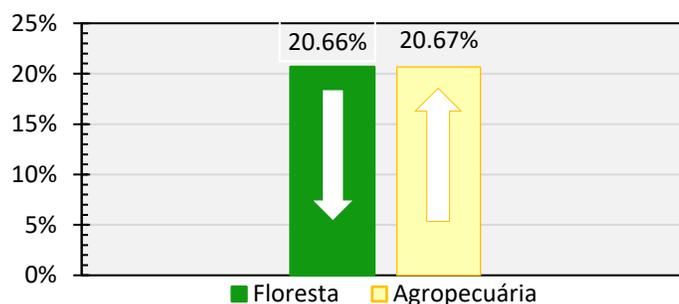


Figura 7. Variação da cobertura e uso do solo em 35 anos.

O município São Félix do Xingu teve origem a partir da exploração de látex, seringa e caucho. A pecuária, no sistema agricultura-pecuária segundo Claudino, Ferreira e Pocard-Chapuis (2020), até 1969 teve pouca expansão, o município detinha apenas 169 cabeças de gado, mesmo com solos considerados bons. As populações tradicionais que habitavam a região se ocupavam com atividades extrativistas na maioria das vezes, enquanto as atividades agrícolas eram exercidas para sua subsistência.

Na década de 80, a terra na região estava sendo considerada apenas como uma mercadoria de boa fluidez e a ocupação pelas terras tinha mais caráter imobiliário do que produtivo. Neste período, os títulos de terras eram dados de forma proporcional a área desmatada, de certa forma, incentivando o desmatamento (Guerra, 1989; Rebello e Homma 2004; Margulis, 2002).

O fomento de políticas voltadas à infraestrutura como o “Avança Brasil” e o “Programa de Aceleração do Crescimento” no final da década de 1990, em apoio a grandes empresas

produtivas, contribuíram para o crescimento de 780% do rebanho de bovinos entre 1996 a 2003 (Venturieri *et al.*, 2004; Araújo e Becker, 2011). A população residente em zona rural teve uma intensificação de 24136 habitantes entre os anos 2000 a 2010 (IBGE, 2011), e de 2000 a 2008 foi o período de maior progressão de áreas destinadas a atividades agropecuárias, com conversão de aproximadamente 859584.33 ha (Tabela 6).

Em 1998 houve a promulgação da Lei de crimes ambientais, regulamentada atualmente pelo Decreto 6.514 de 22 de julho de 2008. Nos anos posteriores a 2008 foi observado um avanço da agropecuária, mas não de forma tão intensa, essa se dava de maneira menos devastadora a comparar com os anos anteriores. Este resultado pode ter se dado em decorrência da promulgação do decreto regulamentador da Lei de crimes ambientais que “Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências” (Brasil, 2008) e, antes do referido decreto, não existia prenúncio legal de infrações administrativas ambientais (Felippe e Trentini, 2018). 22 de julho de 2008 ficou então conhecido como Marco Legal.

A classificação MapBiomas/SEMAS traz uma cobertura da terra identificando as classes antes e após o Marco Legal, sendo que área consolidada é supressão da vegetação ocorrida antes do Marco Legal, área antropizada não consolidada é a supressão da vegetação ocorrida após o Marco Legal, e remanescente de vegetação nativa é a área de floresta primária existente. A Figura (8) apresenta as mudanças que ocorreram antes e após o Marco Legal.

De acordo com os dados obtidos e apresentados na Figura (9), até o ano de 2020, aproximadamente 6422182.41 ha era de área de remanescente de vegetação nativa (76.26%), 1398420.5 ha correspondente a área consolidada (16.61%), 501775.12 ha era referente a área antropizada não consolidada (5.96%), 98901 ha condiz com corpos d’água (1.17%) e as áreas não observadas confere 11.78 ha (0.00014%).

A floresta, de 1985 a 2008 teve uma redução de aproximadamente 16.05%, concomitantemente, a expansão da agropecuária em 16.09%. Já analisando o pós marco legal, de 2008 a 2020, a floresta reduziu 4.6% ao mesmo tempo em que a agropecuária evoluiu 4.58%.

O decreto 6514 de 22 de julho de 2008 assegura penalidades em âmbito administrativo, civil e penal quando ocorrerem noções ou omissões consideradas lesivas ao meio ambiente, ao impor medidas rígidas quando houver crime ambiental. Assegurando medidas punitivas mais rigorosas de forma a inibir ações que podem contribuir com a degradação ambiental, criminalizando as agressões de qualquer tipo que aconteçam ao meio ambiente. A vista disso, é possível constatar que houve uma considerada redução da supressão de floresta após o sancionamento do decreto, podendo considerar que tal comportamento é reativo as punições.

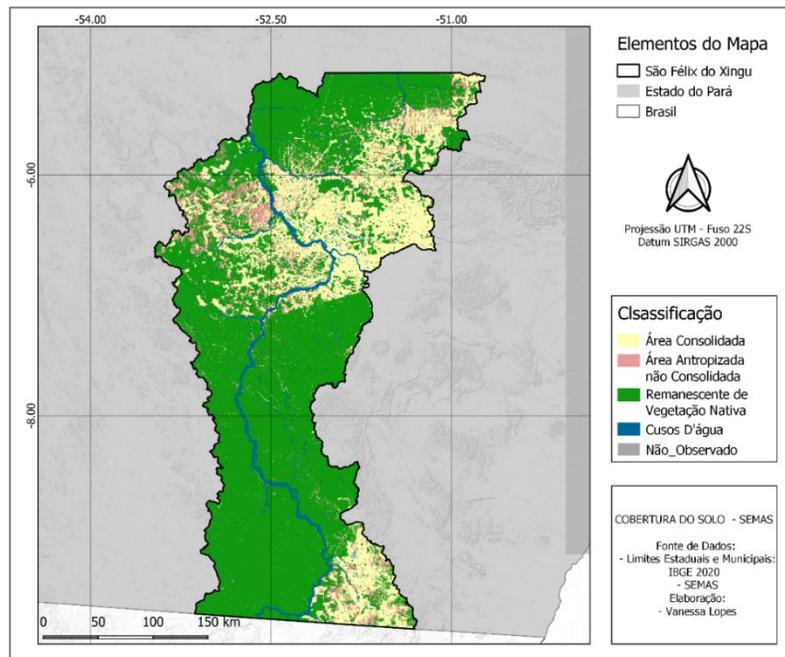


Figura 8. Classificação da cobertura do solo – SEMAS.

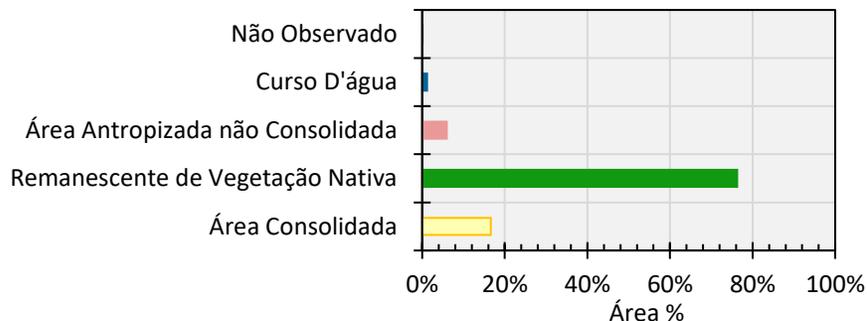


Figura 9. Cobertura do solo em 2020 – SEMAS.

Padilha (2010) destaca a importância de se ter um sistema que visa as responsabilidades ambientais no âmbito administrativo, penal e civil, com caráter reparador e repressivo da degradação ambiental. Para Garvão e Baia (2018), a criação da lei de crimes ambientais que busca punir culpados por lesar o meio ambiente através de ações humanas é vista como uma medida positiva. As multas, de acordo com Ziero e Pereria (2014) são consideravelmente significativas para controlar infrações ambientais e que, quando há aumento em valores das multas, observa-se uma redução no número de infrações em anos subsequentes a sua aplicação.

Contudo, pode-se afirmar que medidas punitivas tornam-se necessárias para a efetivação do controle a atos ilícitos, bem como as punições para crimes ambientais. Outra medida que contribuiu para minimizar os desmatamentos ilegais após 2008 é o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) da carne.

O Ministério Público Federal firmou um acordo em 2009 com empresas do ramo, principalmente frigoríficos que atuam no estado do Pará, para que verifiquem se possui desmatamento ilegal nas propriedades com as quais negociam, bem como se essas apresentam embargos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) ou da SEMAS e se existe sobreposição da propriedade com UC, terras indígenas ou se operam com mão de obra análoga ao trabalho escravo. Esses só devem negociar com as propriedades e empreendimentos que estejam em conformidade com as Legislações (Armelin, Burnier e Grossi, 2020).

Dos frigoríficos que firmaram o TAC, 49% desses detém 70% da capacidade de abate, e se todos que firmaram o TAC realmente cumprisse-o, seria ainda mais expressiva a redução de desmatamento ilegal (Barreto *et al.*, 2017). O CAR também tem contribuído para a efetivação do CFB e para diminuição de desmatamento irregular, tendo em vista que os frigoríficos que que firmaram o TAC só devem negociar com propriedades e posses rurais que possuam o CAR.

Atualmente, as propriedades e empreendimentos devem estar inscritos no CAR, pois é um instrumento fundamental para se ter controle das informações sobre a realidade ambiental de áreas rurais, sendo possível analisar de maneira fidedigna a situação de APP, Reserva Legal, uso restrito, áreas consolidadas e remanescente de vegetação nativa. Tudo visando auxílio no diagnóstico, na gestão, no controle e na prevenção da degradação ambiental (Roitman *et al.*, 2018, Ramos *et al.*, 2020).

Qualquer prática de supressão de vegetação dependerá de antecipada inscrição no CAR. Para agricultores familiar, o desmatamento em APP e Reserva Legal depende também de declaração a entidade ambiental competente e inscrição no CAR (Ramos *et al.*, 2020). Alguns dados apresentados na mesa de debate realizada em Belém do Pará organizada pela SEMAS no dia 24 de maio de 2022 em alusão aos dez anos do Código Florestal com a participação de representante da secretaria, do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), Ministério Público do Pará (MPPA), Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), The Nature Conservancy (TNC) e da Ordem dos Advogados do Brasil – Seção Pará (OAB-PA) corroboram a esta pesquisa, pois, conforme relatado, a partir de 2009 os empreendimentos só podiam comercializar seus produtos depois de feito o cadastro na secretaria, e que em São Félix Do Xingu, à medida que aumentava o número de imóveis rurais cadastrados na secretaria, a taxa de desmatamento diminuía.

A vista disso, pode-se considerar que políticas públicas voltadas a eliminação de atividades irregulares e o CAR tem contribuído com a redução do desmatamento ilegal no município, e os

dados do projeto MapBiomias tem muito a contribuir para se conhecer a realidade ambiental da cobertura do solo da região.

Comparativo entre cobertura do solo MapBiomias/SEMAs e SICAR/PA

A análise comparativa dos imóveis rurais aprovados no SICAR/PA com os dados da classificação MapBiomias/SEMAs gerou três mapas, um de pequenas propriedades correspondente ao Grupo A (Figura 11), um de médias propriedades correspondentes ao Grupo B (Figura 12) e outro de grandes propriedades correspondente ao Grupo C (Figura 13).

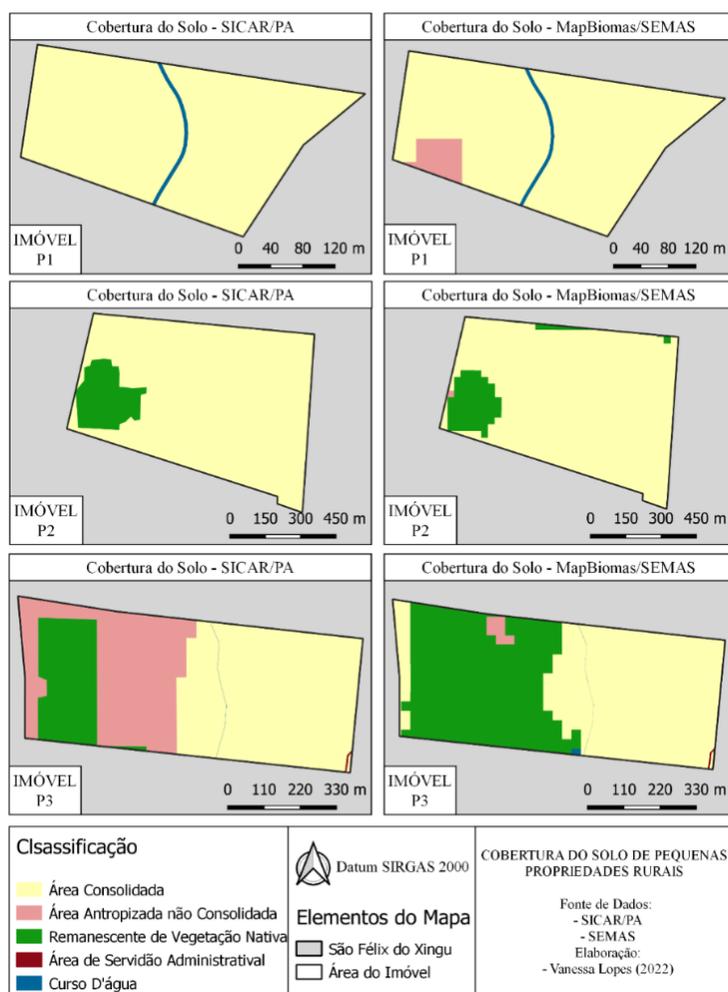


Figura 11. Cobertura do solo de pequenas propriedades.

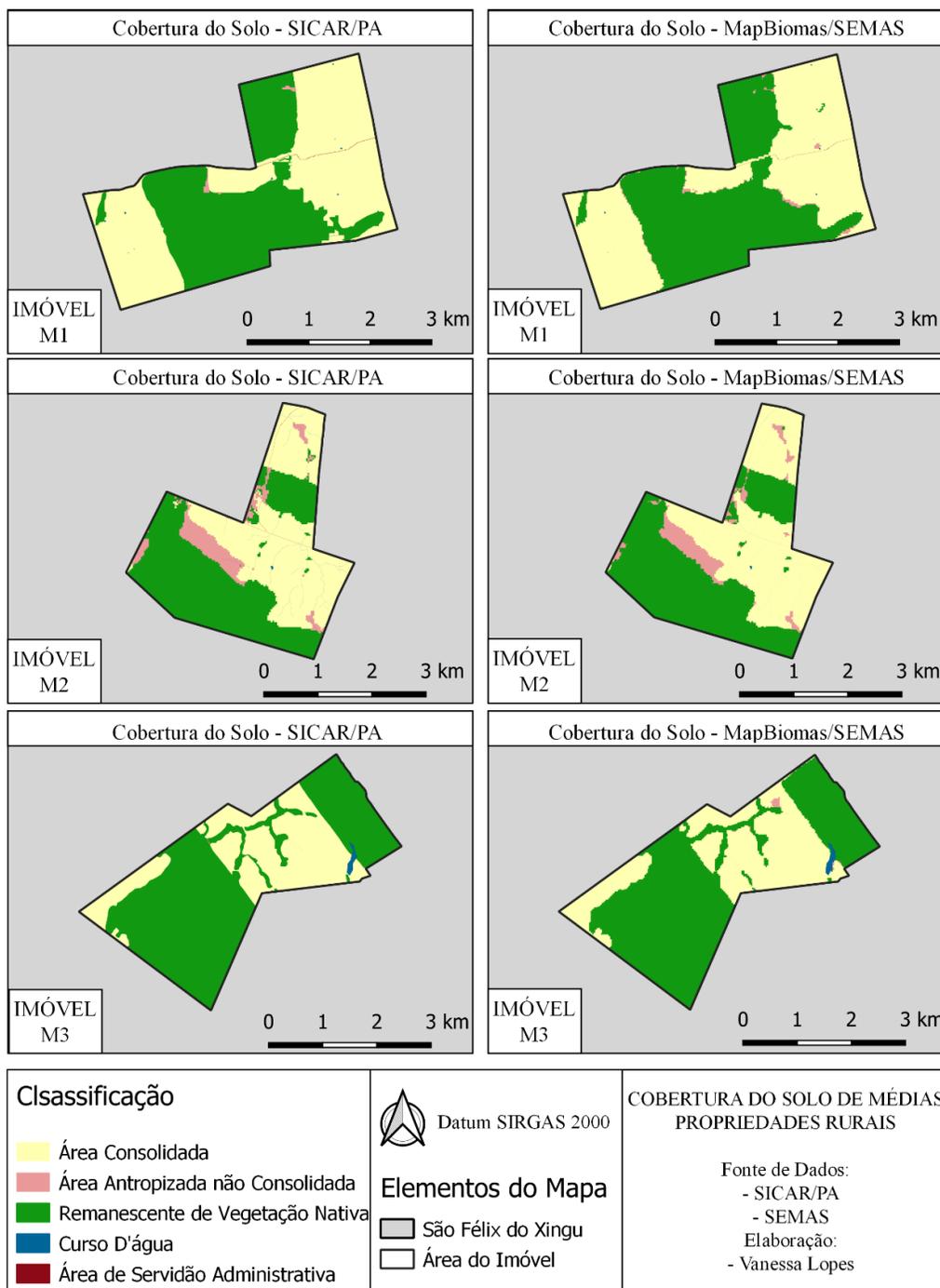


Figura 12. Cobertura do solo de médias propriedades.

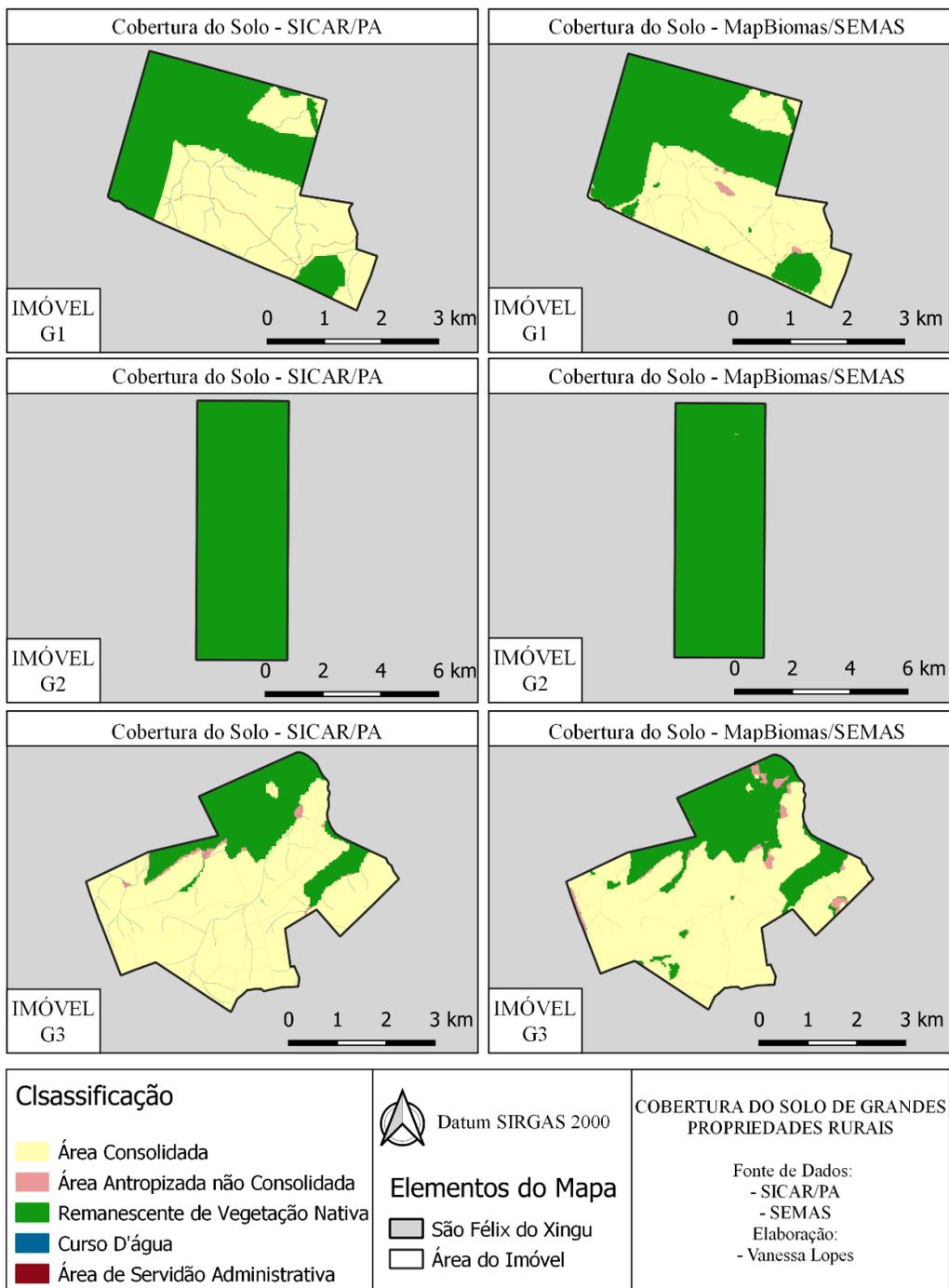


Figura 13. Cobertura do solo de grandes propriedades.

Comparação da cobertura do solo de pequenas propriedades rurais

A partir dos dados obtidos do Grupo A, foi possível verificar que a classe de área consolidada para o imóvel P1 teve uma variação de 5.02%, isso porque na cobertura do solo MapBiomias/SEMAs existe uma área antropizada não consolidada correspondente a essa porcentagem, enquanto na cobertura do solo SICAR/PA não consta área antropizada não consolidada (Figura 14).

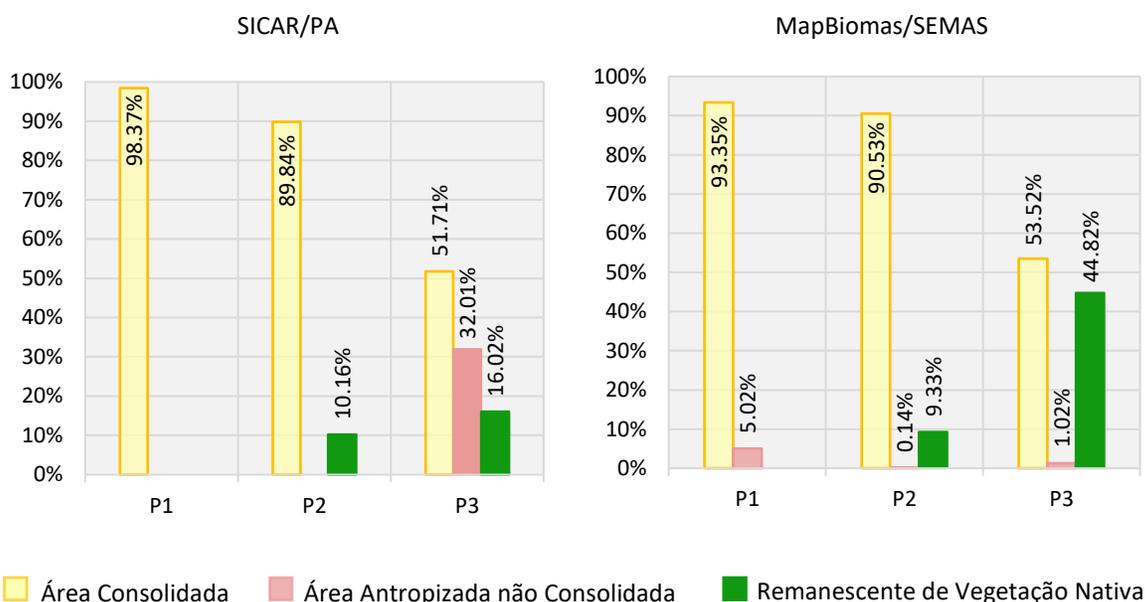


Figura 14. Comparação da cobertura do solo de pequenas propriedades.

A cobertura do solo do imóvel P2 foi aproximadamente igual para as duas classificações, com variação de 0.69% para área consolidada e 0.83% de remanescente de vegetação nativa. Outra diferença foi que na cobertura do solo MapBiomias/SEMAs identificou-se área antropizada não consolidada menor que 0.2%.

A diferença na classificação do imóvel P3 foi bem mais expressiva, pois na classificação do SICAR/PA 32.01% foi identificado como área antropizada não consolidada e na classificação da MapBiomias/SEMAs possui 1.27% de área antropizada não consolidada, conseqüentemente, a remanescente de vegetação nativa do SICAR/PA é 16.02% e MapBiomias/SEMAs é de 44.82%. A área consolidada para ambas as classificações não obteve uma diferença tão significativa, pois observou-se uma variação de 1.81%.

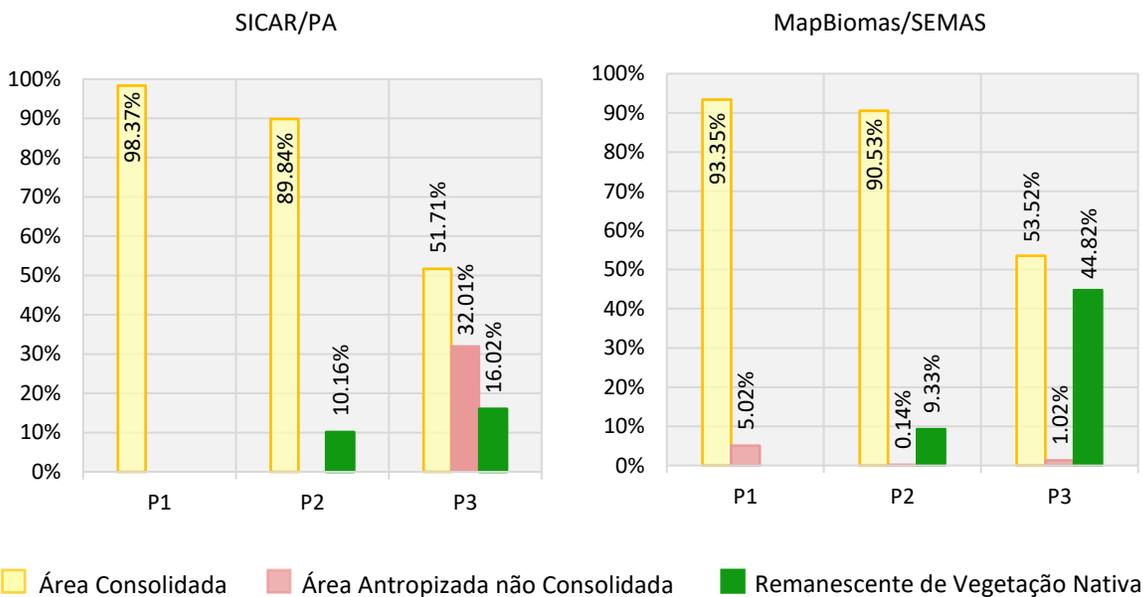


Figura 14. Comparação da cobertura do solo de pequenas propriedades.

Comparação da cobertura do solo de pequenas propriedades rurais

A partir dos dados obtidos do Grupo A, foi possível verificar que a classe de área consolidada para o imóvel P1 teve uma variação de 5.02%, isso porque na cobertura do solo MapBiomias/SEMAS existe uma área antropizada não consolidada correspondente a essa porcentagem, enquanto na cobertura do solo SICAR/PA não consta área antropizada não consolidada (Figura 14).

A cobertura do solo do imóvel P2 foi aproximadamente igual para as duas classificações, com variação de 0.69% para área consolidada e 0.83% de remanescente de vegetação nativa. Outra diferença foi que na cobertura do solo MapBiomias/SEMAS identificou-se área antropizada não consolidada menor que 0.2%.

A diferença na classificação do imóvel P3 foi bem mais expressiva, pois na classificação do SICAR/PA 32.01% foi identificado como área antropizada não consolidada e na classificação da MapBiomias/SEMAS possui 1.27% de área antropizada não consolidada, conseqüentemente, a remanescente de vegetação nativa do SICAR/PA é 16.02% e MapBiomias/SEMAS é de 44.82%. A área consolidada para ambas as classificações não obteve uma diferença tão significativa, pois observou-se uma variação de 1.81%.

Comparação da cobertura do solo de médias propriedades rurais

A comparação das classificações do Grupo B teve variação menor na cobertura e uso do solo se comparadas com o Grupo A (Figura 12). De acordo com dados de área expresso na Figura (15), não houveram diferenças bruscas entre as classes do SICAR/PA e do MapBiomias/SEMAS, visto que, a diferença entre todas as classes dos três imóveis analisados foi menor que 3.5 %.

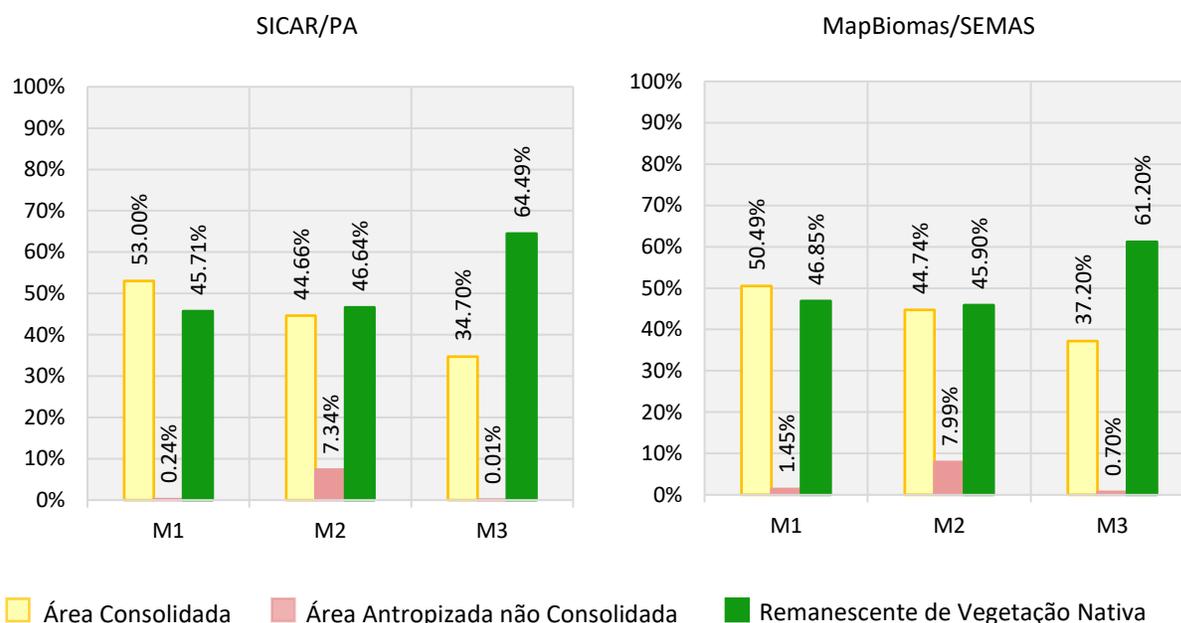


Figura 15. Comparação da cobertura do solo de médias propriedades.

O imóvel M1 teve variação de 2.51% em área consolidada, 1.21% em área antropizada não consolidada e 1.14% em remanescente de vegetação nativa.

O imóvel M2 teve diferença de 0.08%, 0.65% e 0.74% para as classes de área consolidada, área antropizada não consolidada e remanescente de vegetação nativa, respectivamente. Com base nesses resultados, é o imóvel com menor variação na cobertura do solo entre as duas classificações.

O imóvel que teve uma maior diferença entre SICAR/PA e MabBiomias/SEMAS foi o M3, atingindo uma diferença de 3.29% na remanescente de vegetação nativa.

Comparação da cobertura do solo de grandes propriedades rurais

A cobertura da terra analisada no Grupo C comportou-se de forma parecida com a análise do Grupo B (Figura 13). O imóvel G1 teve uma variação menor que 1.2% para todas as áreas analisadas, sendo correspondente a 1.12% em área consolidada, 1.09% em área antropizada não consolidada e 0.03% em remanescente de vegetação nativa (Figura 16).

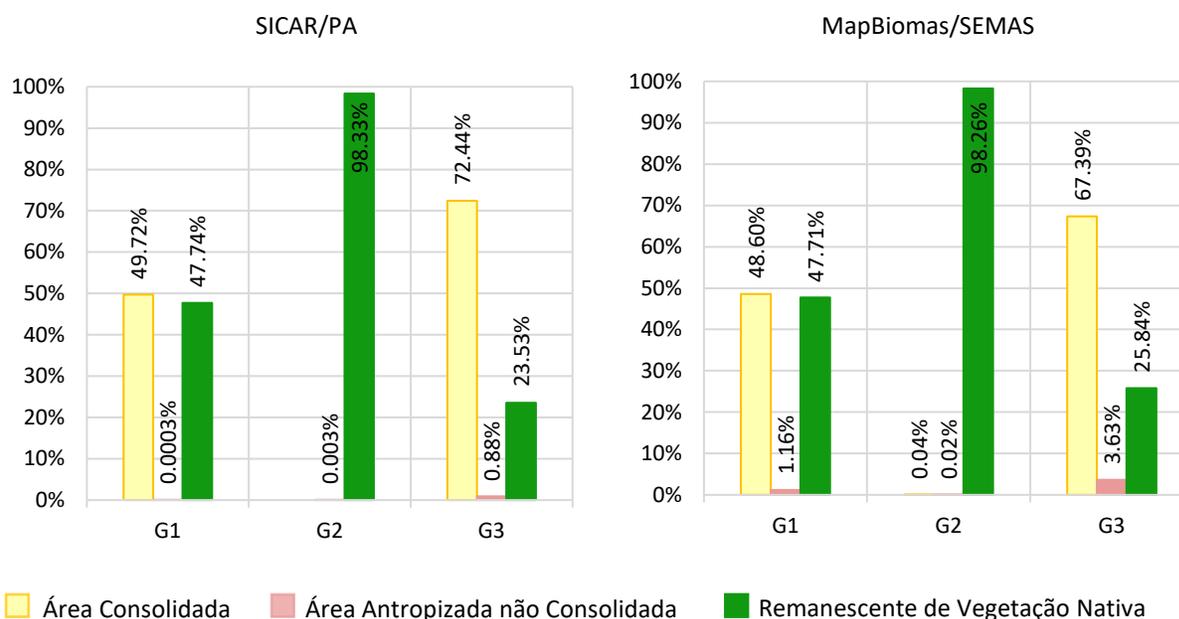


Figura 16. Comparação da cobertura do solo de grandes propriedades.

A classificação do imóvel G2 teve diferença de 0.04%, 0.17% e 0.07%, em área consolidada, área antropizada não consolidada e remanescente de vegetação nativa, nessa ordem. Configurando variação menor que 0.2% para todas as áreas, conforme mostrado a Figura 16.

Porém, o imóvel G3 apresentou uma disparidade maior se comparado aos outros imóveis do mesmo grupo, dado que a área consolidada, área antropizada não consolidada e remanescente de vegetação nativa tiveram uma discrepância de 5,05%, 2.75% e 2.31%, respectivamente.

Diaqnóstico da análise da cobertura do solo no CAR

O interesse em informar e compreender a qualidade dos mapas faz com que a avaliação da exatidão desses dados se torne uma necessidade, para que estes se tornem consistentes e transparentes (Olofsson *et al.*, 2014).

Portanto, após a comparação de áreas foi verificado a precisão da classificação MapBiomias/SEMAS em relação a classificação SICAR/PA por meio da exatidão global e coeficiente Kappa.

Tratando-se da exatidão global, a porcentagem de acerto foi maior para o Grupo B e Grupo C do que para o Grupo A, conforme mostrado na tabela (7).

Tabela 7. Exatidão global

Grupo	Módulos Fiscais	Exatidão Global
A	Até 4	85.23%
B	Superior a 4 até 15	96.71%
C	Superior a 15	97.21%

Isso significa que, se uma amostra da classificação MapBiomias/SEMAS for escolhida ao acaso, a probabilidade de estar correta é de 85.23% para imóveis do Grupo A, 96.71% para imóveis do Grupo B e 97.21% para imóveis do Grupo C.

Como é possível constatar, nenhum grupo obteve uma porcentagem de concordância exata entre as classes. O Grupo A teve um nível de concordância considerável, enquanto o Grupo B e Grupo C tiveram um índice de concordância quase perfeita (Figura 17).

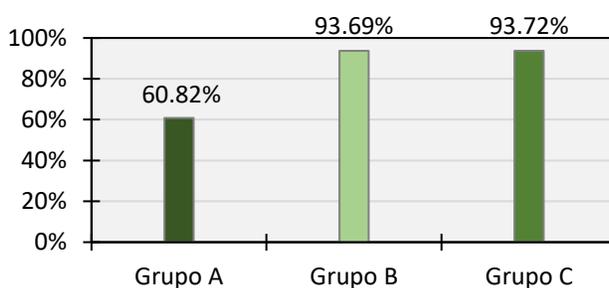


Figura 17. Porcentagem do coeficiente Kappa.

A análise e validação da cobertura do solo de imóveis rurais do SICAR/PA se dá em coordenadas de terreno com imagens de alta resolução, sendo possível observar mais detalhes que a cobertura MapBiomias/SEMAS em que a resolução espacial é de 30m x 30m, objetos ou elementos que forem menores que 30m x 30m não são representados na imagem. Essas diferenças de resolução colaboram para maiores discordâncias na cobertura do solo.

A classificação fornecida pelo projeto MapBiomias é construída de maneira automatizada destinada a uma análise em menor escala, a cada versão os dados podem ser modificados (Gonçalves e Ribeiro, 2021).

Escalas cartográficas apresentam uma razão entre o comprimento no mapa e o mundo real sendo a escala igual a área do mapa dividida pela área real. Escalas maiores expressam um nível de detalhes maior e uma escala menor irá apresentar menos detalhes (Menezes e Coelho, 1999). Os dados MapBiomias são indicados para análise com escala cartográfica de 1:100000 e que apesar de ser possível utilizar escala de 1:50000, não é o recomendado (Souza *et al.*, 2020).

Esse é um fator que contribuiu para as discordâncias na classificação da cobertura do solo, principalmente para o Grupo A que, por se tratar de uma escala maior, apresenta maior nível de detalhamento da cobertura do solo. Os imóveis do Grupo B e C abrangem uma escala de análise menor, indo ao encontro da recomendação do MapBiomias. Portanto, pode-se observar que quanto menor é a escala, maior é o nível de concordância entre as classificações.

Essas discordâncias entre a cobertura do solo SICAR/PA e MapBiomias/SEMAs podem interferir diretamente na área de reserva legal e na área de uso alternativo do solo dos imóveis rurais. O imóvel P3 pertencente ao Grupo A, por exemplo, foi o que teve maior discordância entre remanescente de vegetação nativa e área antropizada não consolidada. Como se trata de um imóvel menor que 4 módulos fiscais, a área de Reserva Legal segundo o CFB, é a área que era composta por floresta até 22 de julho de 2008.

No entanto, na cobertura do solo SICAR/PA toda a área antropizada não consolidada equivalente a 32.01% da área do imóvel deverá ser recuperada ou compensada pelo proprietário/posseiro para atingir a área obrigatória de Reserva legal, enquanto que na cobertura do solo MapBiomias/SEMAs a área a ser recuperada para atingir a Reserva Legal seria de aproximadamente 1.27% da área do imóvel, neste caso específico não teria tanta diferença de área de uso alternativo do solo, visto que se teve boa concordância de área consolidada nas duas classificações.

O imóvel P1 possui área antropizada não consolidada que deverá ser recuperada ou compensada para atingir o mínimo obrigatório de reserva legal segundo a cobertura do solo MapBiomias/SEMAs, diminuindo a área de uso alternativo do solo no imóvel. A área de uso alternativo do solo SICAR/PA é maior, tendo em vista que a área total do imóvel foi classificada como consolidada, e, se tratando de imóvel menor que 4 módulos fiscais, este não é obrigado a atingir um mínimo de reserva legal.

Para os imóveis do Grupo B e C as discordâncias na classificação não alteram a porcentagem mínima de área de reserva legal exigida por Lei, pois esses são obrigados a possuir de 50% a 80%

de área total destinada a reserva legal. Com base nesses dados pode-se concluir que a cobertura do solo MapBiomias/SEMAS está refletindo melhor e com menos discordâncias o que é visto na cobertura do solo SICAR/PA para imóveis acima de 4 módulos fiscais.

Contudo, vale ressaltar também que a cobertura do solo MapBiomias/SEMAS serve como base, mas não substitui o emprego de uma análise mais detalhada tanto para maior escala quanto para menor escala, ou seja, para pequenas, médias e grandes propriedades rurais, visto que ela faz uma análise da transição entre dois anos, neste caso, 2008 e 2020. Portanto, hipoteticamente, caso uma determinada área em 2008 tenha sido classificada como remanescente de vegetação nativa, em 2011 tenha ocorrido supressão dessa vegetação e em 2016 essa área começou a se regenerar, na classificação, essa área pode ser categorizada como remanescente de vegetação nativa ainda, conforme mostrado na tabela de atributos do vetor de classificação da cobertura do solo MapBiomias/SEMAS.

Conclusão

Tendo em vista os aspectos observados, a análise multitemporal da cobertura e uso da terra realizada nesta pesquisa através de dados disponibilizados pelo projeto MapBiomias foi primordial e suficiente para entender a dinâmica da cobertura da terra no território de São Félix do Xingu.

Como foi possível constatar, as medidas adotadas pelo governo, como a TAC da carne, o decreto 6514 e o CAR tiveram impactos positivos que acarretaram na diminuição da supressão de vegetação nativa que vinha ocorrendo devido a expansão de atividades agropecuárias na região.

Constatou-se então nesta pesquisa que os dados do MapBiomias são relativamente importantes para obter conhecimento da cobertura do solo das regiões do Brasil e podem auxiliar no monitoramento ambiental. E que quanto mais o governo investir e intensificar políticas voltadas a combater o desflorestamento, mais notada será a diminuição de crimes cometidos contra o meio ambiente.

A comparação entre as duas fontes de dados de cobertura do solo forneceu resultados satisfatórios, podendo-se concluir a confiabilidade dos dados do MapBiomias/SEMAS para auxiliar na análise da cobertura do solo de imóveis rurais superior a 4 módulos.

Demonstrar a realidade ambiental dos imóveis rurais através de mapeamento de cobertura da terra mediante utilização de sensoriamento remoto e geoprocessamento é um aspecto importante no CAR para atingir os objetivos de controle, monitoramento, planejamento ambiental, planejamento econômico e combate ao desmatamento garantindo uma adequada gestão ambiental.

Levando-se em consideração os aspectos apresentados, conclui-se que os objetivos propostos nesta pesquisa foram alcançados, embora a dificuldade em encontrar trabalhos com a mesma linha de pesquisa para embasar as discussões dos resultados.

Finalizando, esta pesquisa é importante para mostrar a relevância dos dados do MapBiomias para auxiliar na delimitação da cobertura do solo de imóveis rurais a serem declarados no CAR, sendo uma ferramenta fundamental para ajudar a implementação do CAR.

Como sugestão de trabalhos futuros, recomenda-se fazer uma análise multitemporal anual com a base de dados MapBiomias de acordo com as classes de cobertura do solo conceituadas no CFB e posteriormente fazer-se a comparação com a cobertura do solo de imóveis rurais aprovados no SICAR/PA, para obter uma avaliação mais precisa do nível de concordância entre as coberturas do solo, eliminando situações hipotéticas como foi mencionado na etapa de resultados e discussões.

Referências bibliográficas:

- Arana, J., García, M. A., González, J. M. P. (2016) *Ad hoc* procedure for optimising agreement between observational records. *Annals Of Psychology*. Murcia – España, **32**(2), 589-595. Acesso em: 13 de junho de 2023. Disponível em: <https://www.redalyc.org/home.oa>
- Araújo, M. L. de., Becker, Bertha K. (2011) Amazônia: geopolítica na virada do III Milênio. *Ateliê Geográfico*, Goiânia – Go, **5**(1), 269-275. Acesso em: 17 de junho de 2023. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/atelie/article/view/13835>
- Armelin, M. J. C., Burnier, P. C., Grossi, N. T. B. R. (2020) Tac da carne no Pará e compromisso público da pecuária: a importância da rastreabilidade da carne na redução dos desmatamentos na Amazônia. *Amigos Da Terra (ADT) – Revista Amazônia Brasileira*. 38 pp. Acesso em: 09 de julho de 2023. Disponível em: <https://amigosdaterra.org.br/estudos-e-publicacoes/page/2/>
- Barreto, P., Pereira, R., Brandão, A., Baima, S. (2017) Os frigoríficos vão ajudar a zerar o desmatamento da Amazônia. *Imazon & Icv*, Belém – Pa. 162 pp. Acesso em: 20 de outubro de 2023. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/os-frigorificos-vao-ajudar-o-desmatamento-da-amazonia/>
- Braga, D. P. P. (2015) *Sistemas Agroflorestais Com Cacau Para Recuperação De Áreas Degradadas, Em São Félix Do Xingu – Pa*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação Em Ciências – Escola Superior De Agricultura Luiz De Queiroz, Universidade De São Paulo, Piracicaba. 211 pp. Acesso em: 14 de agosto de 2023. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002700461>
- Brasil (2000) *Casa Civil Lei Nº 9985, De 18 De Julho De 2000*. Institui O Sistema Nacional De Unidades De Conservação Da Natureza – Snuc. Brasília. Acesso em: 15 de janeiro de 2023. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/l9985.htm>
- Brasil (2008) *Decreto Nº 6.514, De 22 De Julho De 2008*. Dispõe Sobre As Infrações E Sanções Administrativas Ao Meio Ambiente, Estabelece O Processo Administrativo Federal Para Apuração Destas Infrações, E Dá Outras Providências. Brasília. Acesso em: 16 de março de 2023. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm>

- Brasil (2012) *Decreto Nº 7830, De 17 De Outubro De 2012*. Dispõe Sobre O Sistema De Cadastro Ambiental Rural, O Cadastro Ambiental Rural, Estabelece Normas De Caráter Geral Aos Programas De Regularização Ambiental, De Que Trata A Lei Nº 12.651, De 25 De Maio De 2012, E Dá Outras Providências. Brasília. Acesso em: 17 de junho de 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7830.htm
- Brasil (2014) *Instrução Normativa Nº 02, 06 De maio De 2014*. Ministério Do Meio Ambiente. Dispõe Sobre Os Procedimentos Para A Integração, Execução E Compatibilização Do Sistema De Cadastro Ambiental Rural-Sicar/Pa E Define Os Procedimentos Gerais Do Cadastro Ambiental Rural-Car. Brasília. Acesso em: 13 de outubro de 2023. Disponível em: https://www.car.gov.br/leis/IN_CAR.pdf
- Brasil (2012) *Lei Nº 12.651, De 25 De Maio De 2012*. Dispõe Sobre A Proteção Da Vegetação Nativa. Brasília. Acesso em: 24 de outubro de 2023. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>
- Brasil (1993) *Lei Nº 8.629, De 25 De Fevereiro De 1993*. Dispõe Sobre A Regulamentação Dos Dispositivos Constitucionais Relativos À Reforma Agrária, Previstos No Capítulo III, Título VII, Da Constituição Federal. Brasília. Acesso em: 24 de janeiro de 2023. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/l8629.htm>
- Brasil (2021) *Cadastro Nacional De Unidades De Conservação*. Brasília. Ministério Do Meio Ambiente. Departamento De Áreas Protegidas. Acesso em: 15 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs.html>
- Claudino, L. S. D., Ferreira, L. A., Pocard-Chapuis, R. J. M. (2020) Evolução dos sistemas agrários na microrregião de são Félix do xingu (amazônia brasileira): história e questões para pensar o desenvolvimento territorial. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, Espanha, **13**(36). 23 pp. Acesso em: 15 de setembro de 2023. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/671>
- Cohen, J. (1960) A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational And Psychological Measurement*, New York, **20**(1), 37-46. <http://dx.doi.org/10.1177/001316446002000104>
- D'amico, A. R. (Org.), Coutinho, E. De O. (Org.), Moraes, L. F. P. De (Org.) (2018) *Roteiro Metodológico Para Elaboração E Revisão De Planos De Manejo Das Unidades De Conservação Federais*. Brasília: Icmbio. Acesso em: 15 de janeiro de 2023. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/downloads/roteiro_metodologico_elaboracao_revisao_plano_manejo_ucs.pdf
- Embrapa (2018) Territorial. Satélites De Monitoramento. Campinas. Acesso em: 26 de maio de 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento>.
- Embrapa (2016) Código Florestal: Adequação Ambiental Da Paisagem Rural. Acesso em: 26 de outubro de 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal>
- FAPESPA, Fundação Amazônia De Amparo A Estudos E Pesquisas Do Pará (2021) Boletim Agropecuário Do Pará 2021. Belém. Acesso em 06 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://www.fapespa.pa.gov.br/noticia/fapespa-lanca-o-boletim-agropecuario-do-para-2021>
- Felippe, D. De Trentini, F. (2018) O conceito de área rural consolidada no código florestal de 2012: principais controvérsias. *Revista De Direito Agrário Agroambiental*, Salvador, **4**(1), 77-93. Acesso em: 07 de junho de 2023. Disponível em: https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/bibli_boletim/bibli_bol_2006/rev-dir-agra-amb_v.4_n.1.05.pdf
- Flores, É. C., Soriano, J. A. H. (2019) Análisis de concordancia mediante coeficiente de kappa de cohen para la elaboración de un instrumento de categorización de entrevistas biográfico-narrativas. *Educación: Aportaciones Metodológicas*, Puebla, 50 pp. Acesso em: 14 de junho de 2023. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v79n1/art08.pdf>
- FUNAI, Fundação Nacional do Índio (2024) Sistema Indigenista de Informação. Acesso em: 05 de abril de 2024. Disponível em: http://sii.funai.gov.br/funai_sii/informacoes_indigenas/visao/visao_terras_indigenas_lista.wsp

- Garvão, R. F., Baia, S. A. L. Do N. (2018) Legislação ambiental: um histórico de desafios e conquistas para as políticas Públicas Brasileiras. *Nova Revista Amazônica*, 6(2), 93-102, <http://dx.doi.org/10.18542/nra.v6i2.6193>
- Gonçalves, V. P., Ribeiro, E. A. W. (2021) Obtenção de série histórica da evolução da classe floresta plantada a partir dos dados de uso e cobertura do solo da coleção 5 do projeto mapbiomas. *Revista Metodologias E Aprendizado*, [S/L], 4, 99-105. <http://dx.doi.org/10.21166/metapre.v4i.1491>
- Guerra, G. A. D. Emmi. (1989) A oligarquia do tocantins e o domínio dos castanhais. *Cad. Dif. Tecnol.*, Brasília, 6(1), 157-163. Acesso em: 20 de maio de 2023. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/9151/5191>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011) *Censo Demográfico 2010, Área Territorial Brasileira. Rio De Janeiro*. Acesso em: 13 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/sao-felix-do-xingu/panorama>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019) *Acesso De Uso De Dados Geoespaciais. N. 14. Rio De Janeiro*. (Manuais Técnicos Em Geociências, 7) Acesso em: 13 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=2101675&view=detalhes>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021) *Área Territorial Brasileira. Rio De Janeiro*. Acesso em: 13 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/sao-felix-do-xingu/panorama>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011) *Censo Demográfico 2010*. Acesso em: 13 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/sao-felix-do-xingu/panorama>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022) Diretoria De Pesquisas. Coordenação De População E Indicadores Sociais., Estimativas Da População Residente Com Data De Referência 1o De Julho De 2021. Acesso em: 13 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/sao-felix-do-xingu/panorama>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2013) *Manual Técnico De Uso Da Terra*. 3. Ed. Rio De Janeiro. 171 P. (Manuais Técnicos Em Geociências, 7). Acesso em: 14 de janeiro de 2023 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra.html>
- INPE, Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. (2021) Projeto De Monitoramento Do Desmatamento Na Amazônia Legal (Prodes) São José Dos Campos: INPE. 2021. Acesso em: 06 de novembro de 2023. Disponível em: http://terrabrazilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates
- Lopes, V. C., Miziara, F., Baumann, L. R. F., Parente, L. L., Jr, F. L. G. (2019) *Uma abordagem temporal para o espaço rural goiano por meio da aplicação de métodos estatísticos à interpretação visual de imagens landsat – 1985 – 2017*. In: INPE, Santos – Sp. Acesso em 27 de outubro de 2023. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2019/10.01.18.58/doc/97700.pdf>
- Luiz, A. J. B., Epiphanyo, J. C. N. (2001) *Amostragem por pontos em imagens de sensoriamento remoto para estimativa de área plantada por município*. In: INPE, Foz Do Iguaçu. Acesso em: 25 de novembro de 2023. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1024989>
- Macedo, M. R. A. (2009) *Uso De Geotecnologias Na Identificação E Mapeamento Dos Atores Do Desmatamento Na Frente Pioneira De São Félix Do Xingu - Pa*. Orientadora: Laura Angélica Ferreira. 2009. 111 F. Dissertação de Mestrado Acadêmico. Pós-Graduação Em Agriculturas Familiares E Desenvolvimento Sustentável. Núcleo De Ciências Agrárias E Desenvolvimento Rural, Universidade Federal Do Pará, Belém. Acesso em: 07 de janeiro de 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/handle/2011/13047>
- Margulis, S. (2002) Quem são os agentes dos desmatamentos na amazônia e por que eles desmatam?. *Word Bank Internal Paper*. Acesso em: 05 de março de 2023. Disponível em: <https://ida.org.br/artigos/desmatagentes.pdf>
- Mastella, A. F. M. (2017) *Avaliação Da Acurácia Temática Para Classificação De Imagens De Satélite: Estudo De Caso No Município De Nova Veneza/Sc*. Trabalho De Conclusão De Curso (Bacharel Em Geografia) - Centro De Filosofia E Ciências Humanas – Cfh. Universidade Federal De Santa Catarina – Ufsc, Florianópolis. 92 pp.

- Menezes, P. M. L. De, Coelho, A. L. C. N. (1999) Escala: Estudo De Conceitos E Aplicações. Ufrj. Acesso em: 10 de junho de 2023. Disponível em: <http://www.geocart.igeo.ufrj.br/index.php?r=site/producaocientifica&id=20>
- Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., Wulder, M. A. (2014) Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing Of Environment*, **148**, 42-57. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015>
- Padilha, N. S. (2010) *Fundamentos Constitucionais Do Direito Ambiental Brasileiro*. [S/L], 452 pp. Campus Jurídico.
- Pará (2014) *Instrução Normativa Nº 07, 19 de Novembro de 2014*. Dispõe Sobre Os Procedimentos E Critérios Para Autuação, Embargo E Divulgação Decorrentes Das Infrações Relativas Ao Desmatamento Ilegal. Acesso em: 03 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://monitoramento.semas.pa.gov.br/ldi/> .
- Ramos, P. D. P., Jacobson, T. K., Ávila, M. L., Ribeiro, M. J. (2020) Aspectos legais do cadastro ambiental rural (car), programa de regularização ambiental (pra) e projeto de recomposição de áreas degradadas e alteradas (prada) na lei 12.651, sua contextualização em mato grosso e atuação do projeto de regularização ambiental e diagnóstico dos sistemas agrários (radis). *Revista De Pesquisa Em Políticas Públicas*, 2020. Acesso em: 11 de setembro de 2023. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rp3/article/view/34165>
- Rebello, F. K., Homma, A. K. O. (2004) Fronteira agrícola, uso da terra, tecnologia e margem intensiva: o caso do estado do pará – *Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural*. Ribeirão Preto, São Paulo, **43**, 29 pp. Acesso em 23 de setembro de 2023. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82544/1/552.pdf>
- Roitman, I. Vieira, L. C. G., Jacobson, T. K. B., Bustamante, M. M. C., Marcondes, N. J. S., Cury, K., Estevam, L. S., Ribeiro, R. J. C., Ribeiro, V., Stabile, M. C. C., Filho, R. J. M., Ávila, M. L. (2018) Rural environmental registry: an innovative model for land-use and environmental policies. *Land Use Policy*, **76**, 95-102. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.037>
- Sacramento, B. H. Sousa, J. A. P., Costa, H. F., Amorim, A. T., Lopes, E. R. N., Lourenço, R. W. (2019) Análise de métricas de paisagem e influências do uso do solo e cobertura vegetal em fragmentos florestais da mata atlântica. *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. INPE, Santos – Sp. Acesso em 05 de julho de 2023. 4 pp. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2019/09.13.17.44/doc/97511.pdf>
- SEMAS, Secretaria Estadual De Meio Ambiente E Sustentabilidade (2021) *Manual De Procedimentos: Módulo De Análise Do Car – Sicar/Pa / Pará*. Belém. 21 pp. Acesso em 21 de julho de 2023. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/publicacoes/manuais/>
- SEMAS, Secretaria Estadual De Meio Ambiente E Sustentabilidade (2021) *Manual De Procedimentos: Geoprocessamento / Pará*. Belém. 21 pp. Acesso em 21 de julho de 2023. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/publicacoes/manuais/>
- Soares E. A. M. G., Moraes, R. M. (2018) Fusion Of Online Assessment Methods For Gynecological Examination Training: A Feasibility Study. *Tendências Em Matemática Aplicada E Computacional*, **19**(3), 423-436.
- Souza, C. M., Jr., Z. Shimbo, J., Rosa, M. R., Parente, L. L., A. Alencar, A., Rudorff, B. F. T., Hasenack, H., Matsumoto, M., G. Ferreira, L., Souza-Filho, P. W. M., de Oliveira, S. W., Rocha, W. F., Fonseca, A. V., Marques, C. B., Diniz, C. G., Costa, D., Monteiro, D., Rosa, E. R., Vélez-Martin, E., Azevedo, T. (2020) Reconstructing Three Decades Of Land Use And Land Cover Changes In Brazilian Biomes Wuth Landsat Archive And Earth Engine. *Remote Sensing*, **12**(17), 2735. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>
- Venturieri, A., Aguiar, A. P. D., Monteiro, A. M. V., Carneiro, A., Alves, D., Câmara, G., Vieira, I. C., Veiga, I., Escada, I., Veiga, J., Gavina, J., Thales, M., Oliveira, M., Fearnside, P., Araújo, R., Kampel, S. A., Carneiro, T. G. (2004) Dinâmica territorial da frente de ocupação de são félix do xingu-iriri: subsídios para o desenho de políticas emergenciais de contenção do desmatamento. secretaria de políticas e programas de pesquisa e desenvolvimento: rede geoma, Ministério Da Ciência E Tecnologia (Mct), Brasília – Df. 18 pp.
- Ziero, J. G., Pereira, D. de A. (2014) Infrações ambientais e a reputação do regulador: análise em dados de painel para o brasil. *Estudos Econômicos*, São Paulo, **44**(1), 69-103.