

Mapeamento de áreas de lavoura mecanizada em Terra indígenas do Mato Grosso

Elaborado por:

Felipe Sodré Mendes Barros ^{1 2}

Natalie Aubet ^{1 3}

¹ GeoLIBERO - Rede Ibero-americana de especialistas no uso de ferramentas de Sensoriamento Remoto e geomática livres e gratuitas

² Faculdade de Ciências Florestais - Universidade Nacional de Misiones - Argentina

³ Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC)

Sumário

Mapeamento de áreas de lavoura mecanizada em Terra indígenas do Mato Grosso	1
Sumário	2
Objetivo:	3
Aquisição de dados	3
Territórios Indígenas	3
Imagens de satélite	3
Processamento Digital de Imagem e Interpretação visual	4
Segmentação	4
Interpretação visual	5
Validação	7
Resultados	8
Considerações finais	12
Bibliografia	12

Objetivo:

O objetivo deste projeto é o mapeamento de áreas de lavouras mecanizadas em todas as 72 Terras Indígenas do estado do Mato Grosso, Brasil, até a data de 28/04/2023. Para cumprir os objetivos serão usadas técnicas de Sensoriamento Remoto e interpretação de imagens de satélite, tendo como dados de guia e consulta os mapeamentos realizados pelo projeto [Map Biomas](#) (Souza et al. 2020) e [Soja Maps](#) (Geotecnologia Aplicada em Agricultura e Floresta, 2023).

Aquisição de dados:

Territórios Indígenas

Os dados espaciais dos territórios indígenas (Terra Indígenas) do Mato Grosso foram baixados do site da [Funai](#) no dia 28/04/2023 e compreendem as etnias: *Isolados, Apiaká, Kaiabi, Arara do Acre, Xavante, Cinta Larga, Guató, Bakairí, Kaiabi, Wauja, Karajá, Kayapó, Enawenê-Nawê, Rikbaktsa, Paresí, Irántxe, Boróro, Isolados, Krenák, Negarotê, Mynky, Nambikwára, Panará, Wauja, Trumáí, Yawalapití, Mehináku, Aweti, Yudjá, Kisêdjê, Ikpeng, Matipú, Kuikuro, Nahukuá, Tapayuna, Kaiabi, Kamayurá, Naravute, Chiquitáno, Xavante, Boróro, Suruí de Rondônia, Wasusu, Tapirapé, Karajá, Terena, Halotesu, Umutina, Tapirapé, Kisêdjê, Zoró.*

Foram consideradas todas as terras indígenas do Mato Grosso, mesmo aquelas que possuíam a maior parte de seus territórios em outro estado. Também não foram feitos quaisquer recortes em relação à fase de implementação da TI. De todas as 72 Terras Indígenas consideradas, 59 estão regularizadas, 8 declaradas, três estão delimitadas, uma homologada e uma em estudo.

Imagens de satélite

Para a aquisição, tratamento e manipulação das imagens de satélite, utilizou-se o [Google Earth Engine](#). Foram usados dados dos do satélite *Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument*, com resolução espacial de 10 metros. As imagens usadas foram criadas usando as bandas do espectro visível, a saber: banda 2 (496.6nm - 492.1 nm), banda 3 (560 nm - 559 nm) e banda 4 (664.5nm - 665 nm), com os pixels representando o valor mediano durante o período entre 2021-01-01 e 2023-05-01, de forma a facilitar a identificação da reflectância mais frequente no período. A imagem criada foi recortada para cada [território indígena](#) (figura 1).



Figura 1: Exemplo da imagem usada para as Terras Indígenas Irantxe e Manoki. Composição Sentinel 2 R4G3B2 com pixels representando a reflectância mediana entre 2021-01-01 e 2023-05-01.

Processamento Digital de Imagem e Interpretação visual

Para a identificação das áreas de lavoura em Terras Indígenas, utilizamos o processo de segmentação de imagens e, posteriormente, a interpretação visual das imagens usando a coleção 7.1 do Map Biomas e o Soja Maps.

Segmentação

O processo de segmentação é uma técnica de Processamento Digital de Imagens de Satélite onde um algoritmo analisa a imagem e fraciona a imagem em áreas homogêneas, conhecidas como segmentos ou objetos. Com isso, temos a criação de polígonos representando as áreas homogêneas (figura 2). Tal processo se difere dos algoritmos de classificação de imagem baseados em pixel por ter a capacidade de segmentar as distintas áreas a partir de características como cor, textura e brilho. E não apenas na reflectância, como ocorre na classificação baseada em pixel.

A segmentação foi realizada com o algoritmo [Large Scale Mean-Shift Segmentation - LSMSS](#) do [software orfeo toolbox](#) (Grizonnet et al., 2017). Este algoritmo é baseado na técnica de "mean shift" (Michel et al. 2015), técnica de clusterização que agrupa pontos em torno de centros de densidade local.

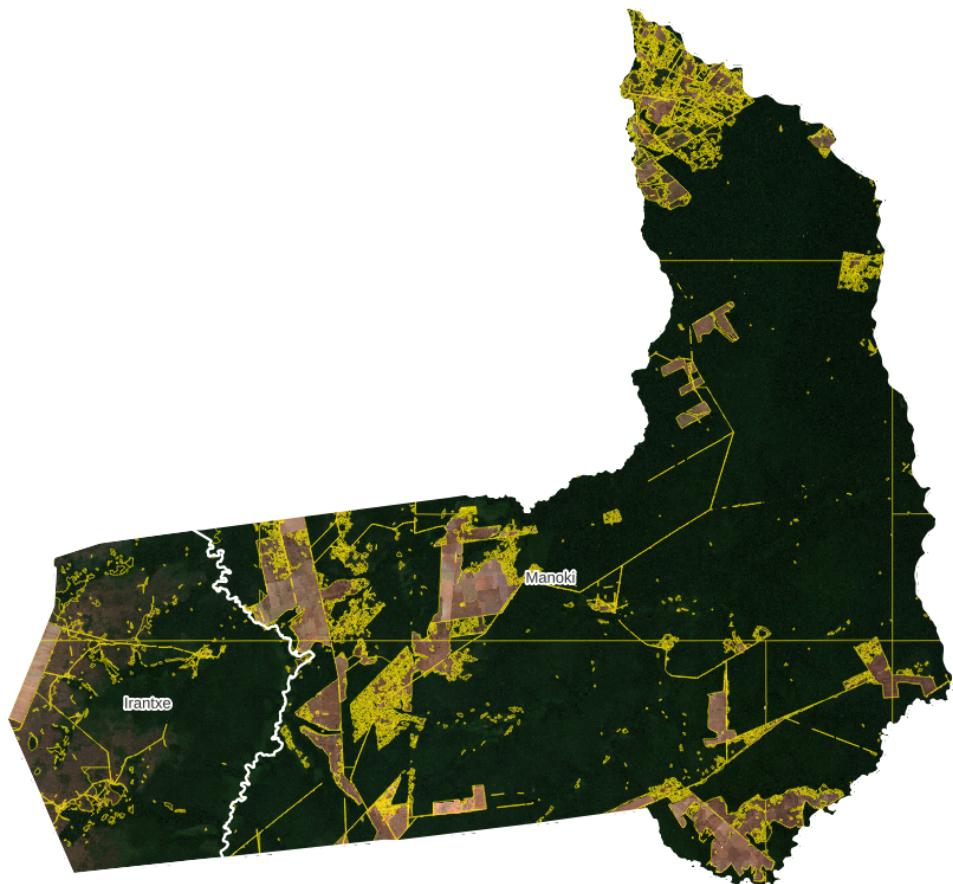


Figura 2: Resultado da segmentação usando o algoritmo “Mean-Shift”: Áreas homogêneas limitadas por polígonos em amarelo; Por baixo dos mesmos, composição Sentinel 2 R4G3B2 usada na segmentação para as Terras Indígenas *Irantxe* e *Manoki*.

Interpretação visual

No processo de interpretação visual, utilizou-se dados de cobertura e uso do solo produzidos pelo projeto Map Biomas para o ano de 2021 (mais recente, até o momento) (figura 3 e 4), mais especificamente a classe de soja.

Agropecuária	Pastagem			Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas.	AP, PE, PS	OP, OG	Ap	
	Agricultura	Lavoura Temporária	Soja	Áreas cultivadas com a cultura da soja.	AMc (s)	OCA	AC	
			Cana	Áreas cultivadas com a cultura da cana-de-açúcar	AMc (c)	OCA	AC	
			Arroz	Áreas cultivadas com cultura de arroz, exclusivamente sob sistema de irrigação, nos estados do Rio Grande do Sul, Tocantins, Santa Catarina e Litoral do Paraná. Este mapa é o mesmo apresentado no módulo irrigação na classe "Arroz Irrigado".	AMc	OCA	AC	
		Algodão (Versão BETA)		Áreas cultivadas com a cultura do algodão.	AMc (s)	OCA	AC	
		Outras Lavouras Temporárias		Áreas ocupadas com culturas agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir.	AMc	OCA	AC	
		Lavoura Perene	Café	Áreas cultivadas com a cultura do café.	AMP (c)	OCP	PER	
			Citrus	Áreas cultivadas com a cultura do citrus.	AMP	OCP	PER	
	Outras Lavouras Perenes			Áreas ocupadas com culturas agrícolas de ciclo vegetativo longo (mais de um ano), que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio. Nessa versão, o mapa abrange majoritariamente áreas de caju, no litoral do nordeste e dentro na região nordeste do Pará, porém sem distinção entre eles.	AMP	OCP	PER	
	Silvicultura			Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex: pinus, eucalipto, araucária).	R	FPB, FPC, FPM	Ref	
	Mosaico de Usos			Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.	AP, PE, PS, ATP, ATc, ATPc	OCA, OCM, OP, OG	AC, PER, Ap, APD	
				Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.	AP, PE, PS, ATP, ATc, ATPc	OCA, OCM, OP, OG	AC, PER	
				Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.	AP, PE, PS, ATP, ATc, ATPc	OCA, OCM, OP, OG	AC, PER	
				Áreas de uso agropecuário, onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura. Pode incluir áreas de cultivos, pastagens de inverno ou de verão e de horticultura. Inclui as áreas de descanso entre safras agrícolas (pousio).	AP, AS, AT, AM, PE, PS, Ag, Ap, Ac, Acc, Acp, AA	OCA, OCM, OP, OG, OF	AC, PER, Ap, APD	
				Áreas de vegetação urbana, incluindo vegetação cultivada e vegetação natural florestal e não-florestal.	OB	S		

Figura 3: Detalhe da descrição da legenda do produto 7.0 do projeto Map Biomas. Retirado de ["Descrição da legenda coleção 7.0"](#).



Figura 4: Apresentação do mapeamento realizado pelo Map Biomas centrado nas Terras Indígenas *Irantxe* e *Manoki*. Em lilás áreas mapeadas como "Soja"; em amarelo o resultado da segmentação realizada e por baixo de ambos, a composição Sentinel 2 R4G3B2.

A partir da figura 4, pode-se perceber que, ainda que existam áreas desprovidas de vegetação nativa, e com geometria similar àquelas usadas em área de lavoura mecanizada,

apenas algumas foram identificadas como áreas produtivas de Soja. Logo, os polígonos segmentados que contemplam tais áreas foram classificados como áreas de Lavoura Mecanizada (figura 5).

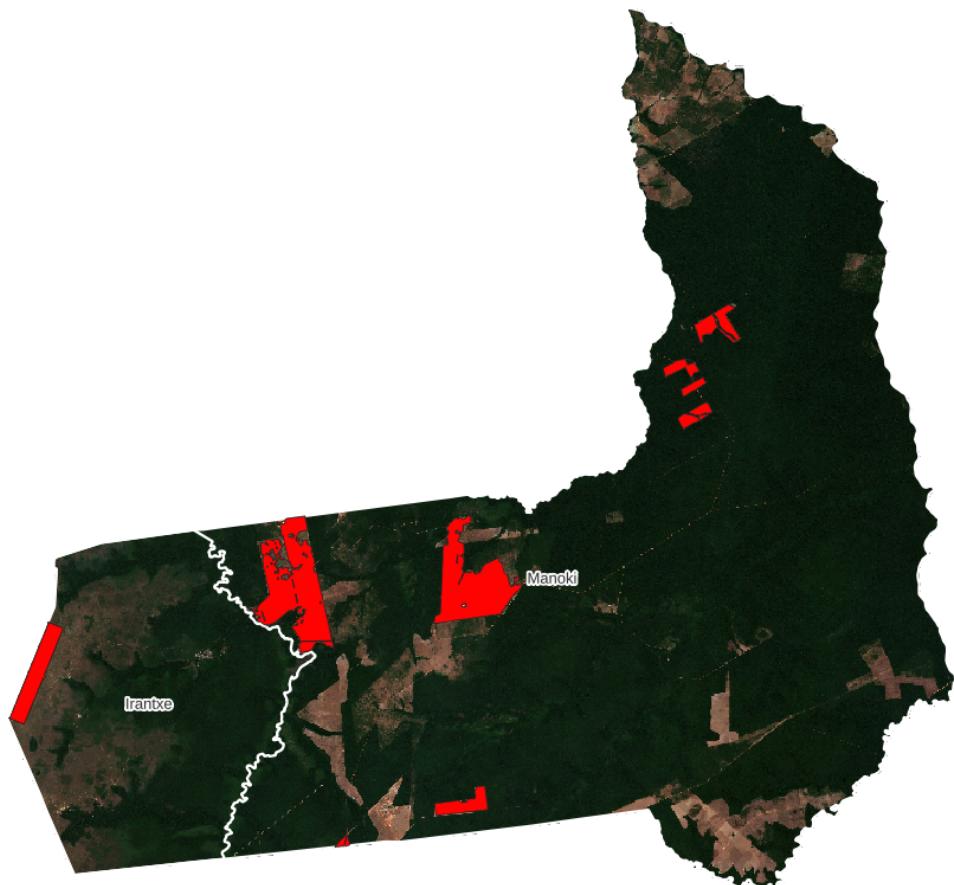


Figura 5: Em vermelho, áreas identificadas áreas de lavoura mecanizada para produção de soja conforme metodologia apresentada para as Terras Indígenas Irantxe e Manoki.

Ainda que não tenhamos tido acesso aos dados do projeto, utilizou-se o Soja Maps com a mesma finalidade, identificar áreas produtivas de soja. O mesmo foi feito visualmente a partir da plataforma web do projeto. Mas de forma geral as áreas são muito similares àquelas apresentadas pelo Map Biomas.

Validação

Para algumas áreas, foi possível, ainda, validar o mapeamento realizado com especialistas. Tais contatos foram feitos por videochamada e e-mail. E quando não foi possível, utilizou-se outras ferramentas, como [Dynamic World](#) no qual pode-se inspecionar a probabilidade de uma determinada área ser de diferentes classes, como Florestal, Agricultura, Solo Exposto, dentre outros. Na figura 6, apresentamos a região sul da Terra Indígena Kayabi, que apresenta vasta área desmatada e com alguns padrões que sugerem se tratar de áreas produtivas. Ainda que o Map Biomas e a plataforma Soja Maps não apontassem tais áreas como área produtiva de soja, pode-se reforçar esse entendimento com o Dynamic World que nos sugere que tais áreas estejam destinadas à pecuária.

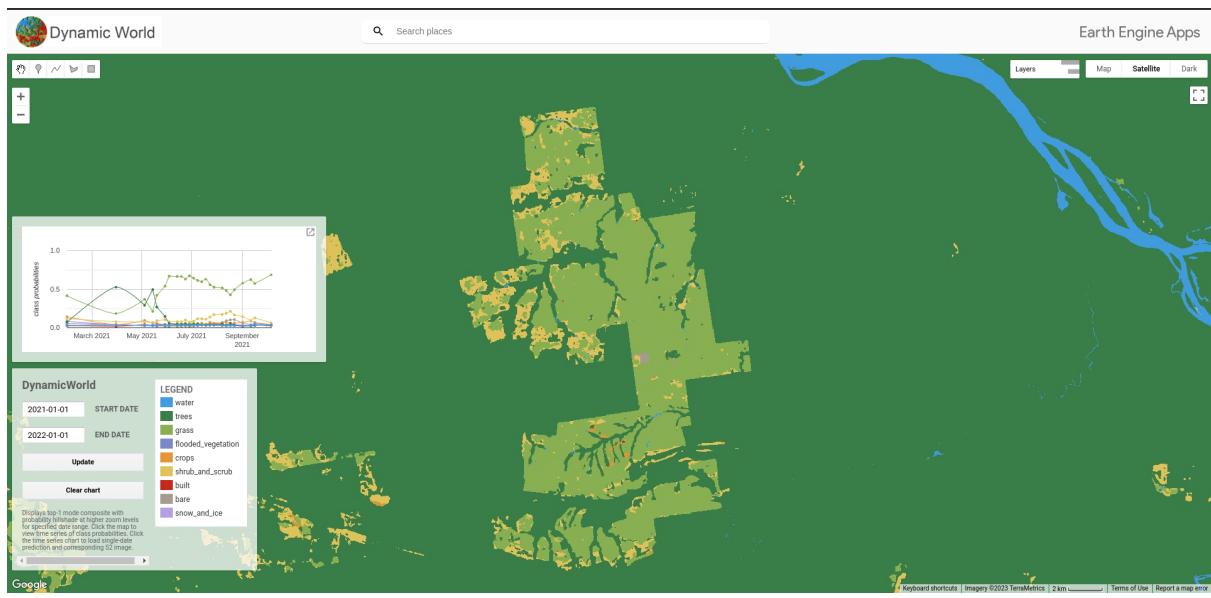


Figura 6: Mapa da região sul da Terra Indígena Kayabi onde, há uma grande área desmatada mas que tanto o Map biomas como a plataforma Soja Maps não indicam como sendo áreas produtivas de soja. Os resultados das análises realizadas pelo Dynamic World, tanto em seu formato de mapa como em seu formato de gráfico, indicam que há maior probabilidade de tais áreas estarem destinadas à pecuária.

Se faz pertinente destacar que as ferramentas usadas, como o Map Biomas e Dynamic World, são ferramentas que alinham o poder computacional em nuvem com algoritmos de inteligência artificial baseado em séries históricas de imagem de satélite. O resultado é, ainda, avaliado por pares (Bown et al. 2022, Parente, 2019).

Resultados

A partir da metodologia apresentada foram identificadas 21 Terras Indígenas com áreas destinadas à lavoura mecanizada. As demais 51 Terras Indígenas do estado do Mato Grosso não apresentam áreas ativas de lavoura mecanizada.

Na tabela 1 apresentamos as áreas totais da superfície identificada como áreas de lavoura mecanizada, por Terra Indígena. A lista de Terras Indígenas que não tiveram áreas identificadas, estão listadas na tabela 2.

Tabela 1: Nome das Terras Indígenas, etnias, município, UF e o total de áreas de lavoura mecanizada identificada em hectares:

Nome TI	Etnia	Município	UF	Área de lavoura mecanizada (ha)
Bakairi	Bakairí	Planalto da Serra, Paranatinga	MT	1.175
Chão Preto	Xavante	Campinápolis	MT	1.700

Nome TI	Etnia	Município	UF	Área de lavoura mecanizada (ha)
Estação Parecis	Paresí	Diamantino	MT	1.076
Irantxe	Irántxe	Brasnorte	MT	1.011
Manoki	Irántxe	Brasnorte	MT	8.682
Jarudore	Boróro	Poxoréo	MT	106
Marechal Rondon	Xavante	Paranatinga	MT	240
Paresi	Paresí	Tangará da Serra	MT	8.395
Ponte de Pedra	Paresí	Nova Maringá, Diamantino, Campo Novo do Parecis	MT	247
Rio Formoso	Paresí	Tangará da Serra	MT	611
Sangradouro-Volt a Grande	Xavante,Boróro	Poxoréo,Novo São Joaquim, General Carneiro	MT	1.563
Santana	Bakairí	Nobres	MT	57
Sete de Setembro	Suruí de Rondônia	Rondolândia, Espigão D'Oeste, Cacoal	RO,MT	801
Tirecatinga	Halotesu	Sapezal	MT	1.151
Uirapuru	Paresí	Nova Lacerda, Campos de Júlio	MT	6.038
Umutina	Umutina	Barra do Bugres	MT	130
Utariiti	Paresí	Sapezal, Campo Novo do Parecis	MT	9.297
Batelão	Kaiabi	Nova Canaã do Norte, Juara, Tabaporã	MT	13.596

Nome TI	Etnia	Município	UF	Área de lavoura mecanizada (ha)
Pequizal do Naruvôtu	Naravute	Gaúcha do Norte, Canarana	MT	653
São Domingos - MT	Karajá	Luciara,São Félix do Araguaia	MT	10
Wedezé	Xavante	Cocalinho	MT	16.810

Tabela 2: Nome, etnia, município e UF das Terras Indígenas do Mato Grosso que não tiveram área de lavoura mecanizada identificada.

Nome TI	Etnia	Município	UF
Apiaká do Pontal e Isolados	Isolados, Apiaká	Apiacás	MT
Apiaka-Kayabi	Apiaká, Kaiabi	Juara	MT
Arara do Rio Branco	Arara do Acre	Aripuanã,Colniza	MT
Areões	Xavante	Água Boa	MT
Aripuanã	Cinta Larga	Aripuanã, Juína	MT
Baía dos Guató	Guató	Barão de Melgaço, Poconé	MT
Batovi	Wauja	Gaúcha do Norte	MT
Cacique Fontoura	Karajá	Luciara,São Félix do Araguaia	MT
Capoto-Jarina	Kayapó	São José do Xingu, Santa Cruz do Xingu, Peixoto de Azevedo	MT
Enawenê-Nawê	Enawenê-Nawê	Comodoro, Sapezal, Juína	MT
Erikpatsá	Rikbaktsa	Brasnorte	MT
Escondido	Rikbaktsa	Cotriguaçu	MT
Estivadinho	Paresí	Tangará da Serra	MT
Figueiras	Paresí	Barra do Bugres,Tangará da Serra	MT
Japuira	Rikbaktsa	Juara	MT

Nome TI	Etnia	Município	UF
Juininha	Paresí	Conquista D'Oeste	MT
Karajá de Aruanã II	Karajá	Cocalinho	MT
Kawahiva do Rio Pardo	Isolados	Colniza	MT
Kayabi	Kaiabi	Apiaçás, Jacareacanga	MT, PA
Krenrehé	Krenák	Luciara, Canabrava do Norte	MT
Lagoa dos Brincos	Negarotê	Comodoro	MT
Maraiwatsede	Xavante	São Félix do Araguaia, Bom Jesus do Araguaia, Alto Boa Vista	MT
Menkragnoti	Kayapó	Matupá, Peixoto de Azevedo, Altamira, São Félix do Xingu	PA, MT
Menkü	Myky	Brasnorte	MT
Merure	Boróro	Barra do Garças, General Carneiro	MT
Nambikwara	Nambikwara	Comodoro	MT
Panará	Panará	Guarantã do Norte, Matupá, Altamira	PA, MT
Parabubure	Xavante	Nova Xavantina, Campinápolis, Água Boa	MT
Parque do Aripuanã	Cinta Larga	Juína, Vilhena	MT, RO
Parque do Xingu	Wauja, Trumáí, Yawalapití, Mehináku, Aweti, Yudjá, Kisêdjê, Ikpeng, Matipú, Kuikuro, Nahukuá, Tapayuna, Kaiabi, Kamayurá,	Feliz Natal, Gaúcha do Norte, Querência, Canarana, São Félix do Araguaia, Nova Ubiratã, Marcelândia, Paranatinga, São Félix	MT, PA
Paukalirajausu	Nambikwara	Conquista D'Oeste, Vila Bela da Santíssima Trindade, Nova Lacerda	MT
Pequizal	Nambikwara	Nova Lacerda	MT
Perigara	Boróro	Barão de Melgaço	MT
Pimentel Barbosa	Xavante	Canarana, Ribeirão Cascalheira	MT
Pirineus de Souza	Nambikwara	Comodoro	MT

Nome TI	Etnia	Município	UF
Piripkura (restrição de uso)	Isolados	Colniza,Rondolândia	MT
Portal do Encantado	Chiquitáno	Porto Esperidião, Pontes e Lacerda, Vila Bela da Santíssima Trindade	MT
Roosevelt	Cinta Larga	Rondolândia,Pimenta Bueno,Espigão D'Oeste	RO,M T
São Marcos - MT	Xavante	Barra do Garças	MT
Sararé	Nambikwara	Vila Bela da Santíssima Trindade,Nova Lacerda	MT
Serra Morena	Cinta Larga	Juína	MT
Tadarimana	Boróro	Rondonópolis	MT
Taihantesu	Wasusu	Nova Lacerda	MT
Tapirapé-Karajá	Tapirapé,Karajá	Luciara,Santa Terezinha	MT
Terena Gleba Iriri	Terena	Matupá	MT
Tereza Cristina	Boróro	Santo Antônio do Leverger	MT
Ubawawe	Xavante	Santo Antônio do Leste	MT
Urubu Branco	Tapirapé	Luciara, Confresa, Porto Alegre do Norte	MT
Vale do Guaporé	Nambikwára	Comodoro,Nova Lacerda	MT
Wawi	Kisêdjê	Querência	MT
Zoró	Zoró	Aripuanã	MT

Considerações finais

Neste projeto, nosso objetivo foi mapear áreas de lavoura mecanizada em Terras Indígenas no estado do Mato Grosso utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto. Apresentamos a metodologia utilizada, assim como os resultados obtidos, que consistem na quantidade de áreas identificadas como lavouras mecanizadas por Terra Indígena. Essa identificação foi possível graças ao uso de técnicas avançadas de Sensoriamento Remoto, assim como à colaboração de especialistas indigenistas e à validação realizada com dados do Map Biomas e Soja Maps.

É importante ressaltar que as áreas identificadas correspondem apenas às áreas atualmente ativas de lavoura mecanizada. Embora tenhamos sido capazes de identificar

áreas desmatadas e cicatrizes que possivelmente serão ou já tenham sido destinadas à lavoura mecanizada, é importante observar que esse escopo foge do objetivo deste trabalho.

Durante a elaboração deste relatório, enfrentamos o desafio de lidar com as particularidades da dinâmica das Terras Indígenas, que diferem das propriedades rurais convencionais. Essa experiência nos ensinou a importância de abordar questões culturais, jurídicas e socioambientais de forma sensível e integrada ao desenvolver estudos relacionados a Terras Indígenas.

Uma perspectiva relevante para trabalhos futuros seria realizar uma análise espaço-temporal da dinâmica das lavouras mecanizadas em Terras Indígenas do Mato Grosso. Isso permitiria compreender melhor as mudanças ocorridas ao longo do tempo e entender as tendências de uso da terra nesses locais. Além disso, seria interessante considerar a interação entre as práticas agrícolas e o contexto socioambiental das Terras Indígenas.

Por fim, a conclusão deste trabalho reforça a necessidade contínua de monitorar e compreender a relação entre as lavouras mecanizadas e as Terras Indígenas. Esse conhecimento é essencial para auxiliar na formulação de políticas públicas e na implementação de estratégias de manejo sustentável, garantindo a preservação dos direitos dos povos indígenas e a conservação do meio ambiente.

Bibliografia

Brown, C.F., Brumby, S.P., Guzder-Williams, B. et al. Dynamic World, Near real-time global 10 m land use land cover mapping. *Sci Data* 9, 251 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01307-4>

Geotecnologia Aplicada em Agricultura e Floresta (2023). Gaaf - Pesquisa. Recuperado de <https://pesquisa.unemat.br/gaaf/>

Grizonnet, M., Michel, J., Poughon, V. et al. Orfeo ToolBox: open source processing of remote sensing images. *Open geospatial data, softw. stand.* 2, 15 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40965-017-0031-6>

J. Michel, D. Youssefi and M. Grizonnet, “Stable Mean-Shift Algorithm and Its Application to the Segmentation of Arbitrarily Large Remote Sensing Images,” in *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 53, no. 2, pp. 952-964, Feb. 2015

Map Biomas Collection Plugin. Versão: 1.4. Local: Brasília. Luiz Motta e Luiz Cortinhas, 2021. Link: <https://github.com/lmotta/mapbiomascollection>. Data de acesso: 12/05/2023.

Parente, L.; Taquary, E.; Silva, A.P.; Souza, C.; Ferreira, L. Next Generation Mapping: Combining Deep Learning, Cloud Computing, and Big Remote Sensing Data. *Remote Sens.* 2019, 11, 2881. <https://doi.org/10.3390/rs11232881>

Souza at. al. (2020) - Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine - *Remote Sensing*, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735.