

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL
MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MATO GROSSO

ESTUDOS SOBRE OS PONTOS DE IGNIÇÃO DOS INCÊNDIOS
NO PANTANAL – 2020

Marigô Regina Bittar Bezerra
Procuradora de Justiça e Coordenadora
do CAOMA-MPMS

Luciano Furtado Loubet
Promotor de Justiça do Núcleo Ambiental
de apoio ao CAOMA-MPMS

Luiz Alberto Esteves Scaloppe
Titular da Procuradoria de Justiça Especializado de Defesa
Ambiental e Ordem Urbanística – MPMT

Mato Grosso do Sul
Mato Grosso
2021

APRESENTAÇÃO

O presente estudo, esforço dos setores de geoprocessamento dos Ministérios Públicos de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, apresenta levantamentos a respeito dos incêndios no Pantanal no ano de 2020 e tem por objetivo identificar os pontos de ignição onde iniciaram-se estes incêndios e a proporção que tomaram.

A finalidade é produzir informações para que os membros destas Instituições possam traçar estratégias de atuação para trabalhar tanto na forma preventiva, quanto na repressiva, visando minimizar ocorrências como estas em período futuro.

O estudo revela-se importante uma vez que, se as causas de ignição de incêndio ocorrerem prioritariamente em razão de trânsito de veículos nas rodovias e estradas que cortam o Pantanal, a forma de atuação deve ser totalmente diferente do que se ficar demonstrado que estas ocorrem dentro das propriedades, longe de qualquer rodovia, rio, rede elétrica ou qualquer outra possível causa de ignição.

Após levantamentos, pôde-se constatar que a área atingida nos dois Estados, no período de 01 de janeiro a 30 de novembro foi de 4,5 milhões de hectares, em 21 Municípios, prejudicando 2.058 propriedades (32 prejudicadas por incêndios que vieram dos países vizinhos), 16 Unidades de Conservação e 06 Terras Indígenas.

Grande parte da área queimada configura-se como de formação campestre (36,30%), campos alagados/áreas pantanosas (23,09%) ou formação florestal (25,54%).

O mais impressionante é que boa parte deste incêndio, que prejudicou inúmeros municípios e milhares de propriedades rurais originou-se em aproximadamente 286 pontos de ignição, sendo 152 em propriedades privadas (registradas no CAR), 80 em áreas indígenas, 53 em áreas não identificadas e apenas 1 em Unidades de Conservação.

A grande maioria dos pontos de ignição em áreas indígenas ocorreu na Terra Indígena Kadiwéu em Mato Grosso do Sul, contudo os incêndios ficaram quase que integralmente contidos em seu território, uma vez que apenas 3 propriedades privadas foram atingidas por eles.

Em relação as propriedades rurais no Mato Grosso do Sul, durante o período proibitivo, apenas um pequeno número de propriedades (90) contribuiu com prejuízos

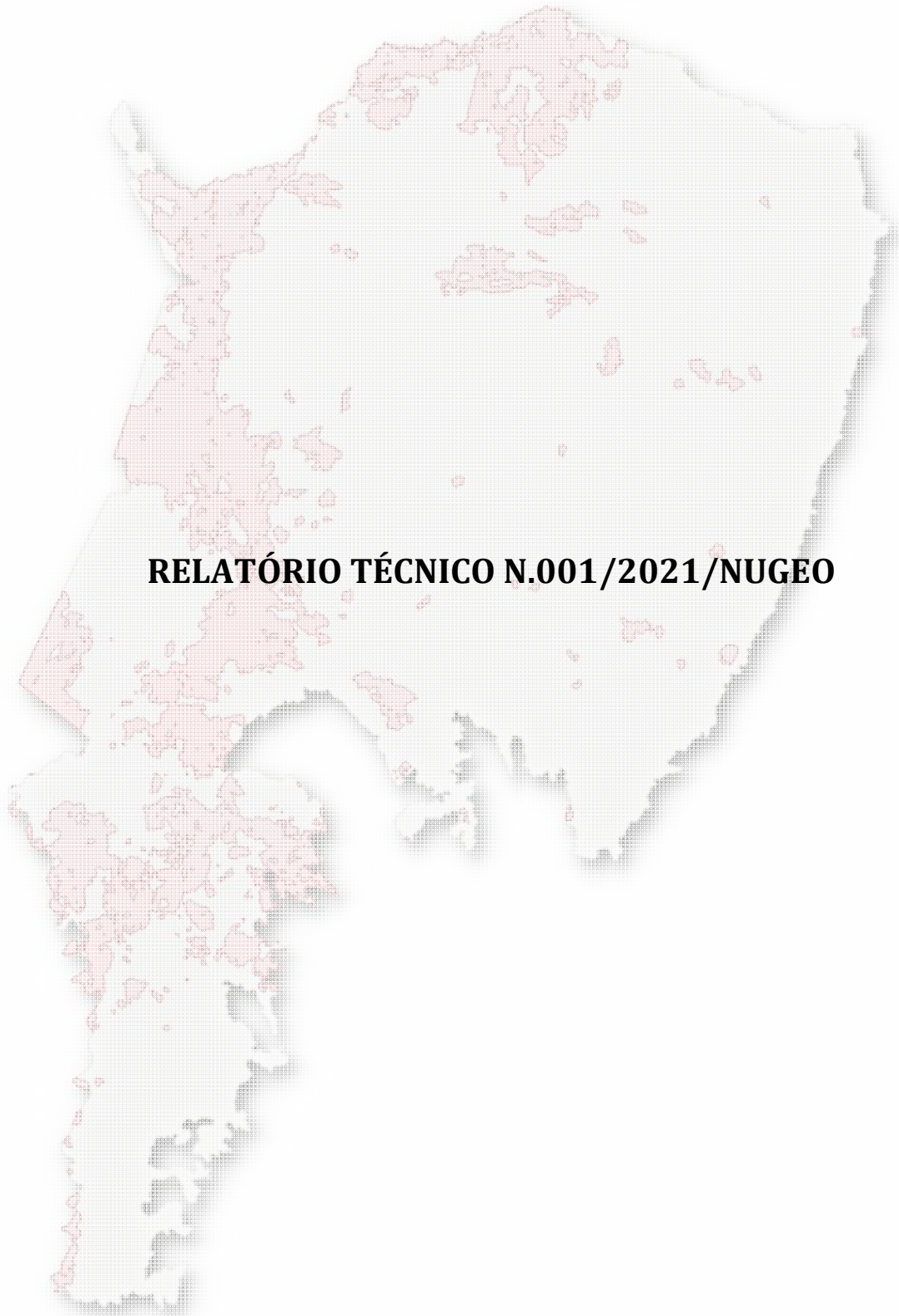
ambientais e econômicos a um número muito maior de proprietários que não tiveram incêndios iniciados em seus imóveis (379).

É certo que as imagens de satélite não permitem inferir o que efetivamente ocorreu, ou seja, se o incêndio foi provocado intencionalmente para limpeza de pastagens ou se possui ligação com outras causas, tais como ribeirinhos, faíscas em redes elétricas, cigarros arremessados da janela de carros ou outras quaisquer.

Contudo, a equipe procurou isolar estes focos iniciais que ocorreram em propriedades privadas, traçando um raio de 200 metros de redes elétricas (2,43%), estradas públicas (0,97%), estradas particular (16,99%) e margem de rios (21,84%), sendo que 57,77% dos focos iniciais ocorreram no interior destas, o que demonstra uma grande probabilidade de terem sido propositais.

Esta informação é de vital importância para a definição das estratégias de trabalho a partir de agora, uma vez que, sabendo-se de uma boa parte dos pontos de ignição ocorrem no interior de apenas algumas propriedades privadas, longe de rios, estradas, redes elétricas ou outras possíveis causas de ignição, cabe aos proprietários rurais no Pantanal – com orientação, apoio e cobrança do Poder Público – adotar medidas necessárias para a prevenção destes incêndios, já que, somente a eles é possível controlar o interior de seus imóveis.

Agora, com base neste levantamento, os membros do Ministério Público podem ter mais informações para definir a forma de atuação, seja preventiva, seja repressiva, na busca da defesa deste importante bioma compartilhado pelos dois Estados.



RELATÓRIO TÉCNICO N.001/2021/NUGEO

Sumário

1. Introdução	3
2. Análise	3
2.1. Dos dados	3
2.2. Dos materiais que auxiliaram a análise técnica	4
2.3. Cenário geral das áreas queimadas de janeiro a outubro de 2020	4
2.4. Pontos de ignição das áreas queimadas em período proibitivo (1º de agosto a 31 de outubro).....	12
2.4.1. Cenário de classes declaradas no CAR para 120 pontos de ignição	19
2.4.2. Cenário de classes do Mapbiomas para 161 pontos de ignição	20
2.4.3. Cenário de classificação visual dos fatores estáticos.....	20
2.4.4. Cenários para os 78 pontos de ignição na Terra Indígena Kadiwéu	23
2.5. Demais considerações.....	25
3. Conclusão.....	30

Assunto: Relatório das áreas queimadas no Bioma Pantanal do Estado de Mato Grosso do Sul.

Origem: Núcleo Ambiental

Relatório Técnico n.001/21/Nugeo

1. Introdução

O presente trabalho visa apresentar análise multitemporal, via imagens de satélite, das áreas prejudicadas pelos incêndios florestais ocorridos no Bioma Pantanal do Estado de Mato Grosso do Sul, no ano de 2020.

Este documento tem por objetivo auxiliar o Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul, nas estratégias de monitoramento, prevenção, responsabilização e educação ambiental, identificando os locais de ignições dos incêndios, bem como suas possíveis causas e a formação vegetal consumida pelo fogo, a fim de evitar a recorrência do evento.

O Relatório Técnico apresenta um panorama de todas as áreas queimadas de janeiro a outubro de 2020 e em seguida faz **análise detalhada somente dos pontos de ignição que tiveram relação com as áreas queimadas entre 1º de agosto a 31 de outubro, no Estado de Mato Grosso do Sul.**

2. Análise

O presente Relatório Técnico buscou analisar os seguintes dados e utilizou os seguintes materiais:

2.1. Dos dados

- I. Foram analisados somente os incêndios ocorridos completamente no período proibitivo (1º de agosto a 31 de outubro) ou aqueles que começaram em período permitido e se estenderam sobre o período proibitivo. Não foram analisados os incêndios que iniciaram e terminaram antes de 1º de agosto a 31 de outubro.
- II. A análise multitemporal via imagens de satélite, apresentada neste relatório, buscou localizar os pontos de ignição das áreas queimadas no período proibitivo supracitado.



-
- III. Foram descartadas da análise as áreas queimadas que não prejudicaram propriedades vizinhas, ou seja, que iniciaram e terminaram no mesmo local (ou imóvel rural);

2.2. Dos materiais que auxiliaram a análise técnica

- I. Mapeamento da cicatriz de queimada elaborada pelo Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais da Universidade Federal do Rio de Janeiro – LASA/UFRJ;
- II. Base de dados geográficos do Cadastro Ambiental Rural (CAR) disponível no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental – SICAR;
- III. Imagens de Satélite Sentinel-2A, disponível no Copernicus Open Access hub¹, com frequência de 5 dias de passagem do satélite;
- IV. Mapa georreferenciado das Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso do Sul, disponibilizado pela FUNAI²;
- V. Mapa georreferenciado das Unidades de Conservação do Estado de Mato Grosso do Sul, disponibilizado pelo IMASUL;
- VI. Mapa de Uso e Cobertura do Solo elaborado pelo Mapbiomas;
- VII. Software Qgis 3.14.

2.3. Cenário geral das áreas queimadas de janeiro a outubro de 2020

Os dados disponibilizados pelo LASA³ são dados de mapeamento anual das cicatrizes de queimadas para o Bioma Pantanal, portanto, tal mapeamento abrange tanto as áreas do período permitido para Queima Controlada⁴, quanto as áreas incendiadas em

¹ Imagens de Satélite Sentinel-2A, disponível em <https://scihub.copernicus.eu/>. Acessado em 07/12/2020.

² Arquivos digitais georreferenciados e mapas das Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso do Sul, disponível em <https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas/geoprocessamento-e-mapas>. Acessado em 11/11/2020.

³ Sistema ALARMES – disponível pelo Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais – LASA/UFRJ.

⁴ Segundo o Manual do Licenciamento Ambiental de 2015 (IMASUL), Entende-se por QUEIMA CONTROLADA como sendo um fator de produção e manejo em áreas de atividades florestais, agrícolas ou pastoris, assim como aquela realizada com finalidade de pesquisa científica e tecnológica, a ser executada em áreas de imóveis rurais mediante Autorização Ambiental para Queima Controlada.

período proibido para o Bioma (1º de agosto a 31 de outubro), como estabelece a legislação do órgão estadual de meio ambiente do Mato Grosso do Sul (IMASUL).

Ademais, este Núcleo de Geotecnologias teve acesso aos dados das áreas queimadas apenas entre 1º de janeiro e 21 de outubro de 2020 (**Figura 1**), dessa forma, foram analisadas apenas as áreas impactadas de 1º de agosto a 21 de outubro.

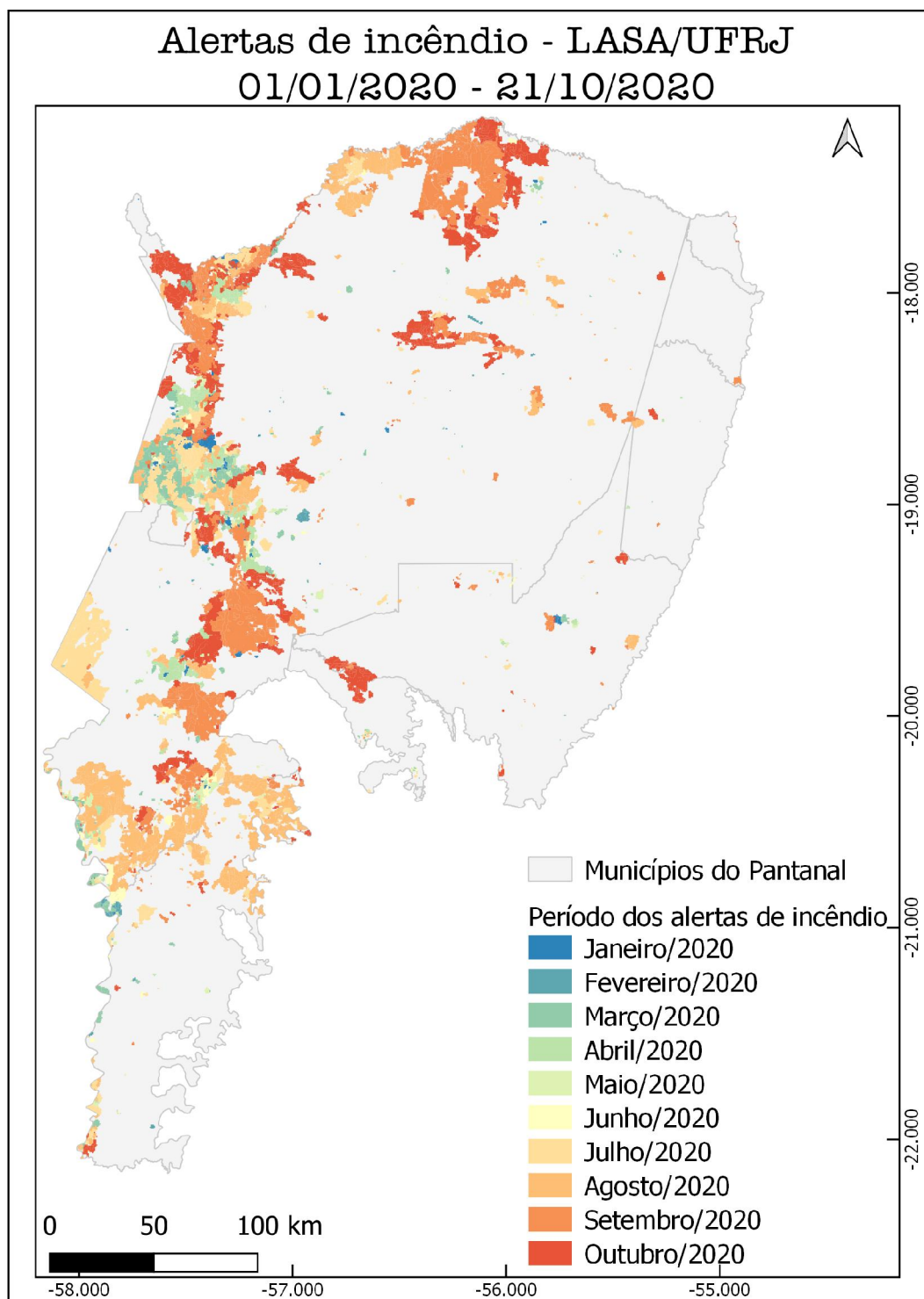


Figura 1 Mapeamento da cicatriz de queimada no Bioma Pantanal do Estado de Mato Grosso do Sul, período de janeiro a outubro elaborado pelo Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais – LASA/UFRJ. Elaboração: os autores.

Confrontando o mapa da Coleção 5 de Uso e Cobertura do ano de 2019, elaborado e disponibilizado pelo Mapbiomas⁵, com o mapeamento das áreas queimadas, constatou-se que as classes atingidas pelo fogo foram as descritas na **Tabela 1**.

Tabela 1 Classes de Uso e Cobertura do Solo e suas respectivas descrições.

Classe	Descrição
3 - Formação Florestal	Árvores altas e arbustos no estrato inferior: Floresta Estacional Decidual e Semidecidual, Savana Florestada, Savana-Estépica Florestada e Formações Pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre.
4 - Formação Savânica	Espécies arbóreas de pequeno porte, distribuídas de forma esparsa e dispostas em meio à vegetação contínua de porte arbustivo e herbáceo. A vegetação herbácea se mistura com arbustos eretos e decumbentes.
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	Vegetação herbácea com predomínio de gramíneas sujeitas ao alagamento permanente ou temporário (pelo menos uma vez ao ano) de acordo com os pulsos naturais de inundação. O elemento lenhoso pode estar presente sobre a matriz campestre formando um mosaico com plantas arbustivas ou arbóreas (ex: cambarazal, paratudal e carandazal). As áreas pantanosas ocorrem geralmente nas margens das lagoas temporárias ou permanentes ocupadas por plantas aquáticas emergentes, submersas ou flutuantes (ex: brejos e baceiros). Áreas com superfície de água, mas de difícil classificação devido a quantidade de macrófitas, eutrofização ou sedimentos também foram incluídas nesta categoria.
12 - Formação Campestre	Vegetação com predomínio de estrato herbáceo graminóide, com presença de arbustivas isoladas e lenhosas raquíticas. A composição botânica é influenciada pelos gradientes edáficos e topográficos e pelo manejo pastoril (pecuária). Manchas de vegetação exótica invasora ou de uso forrageiro (pastagem plantada) podem estar presentes formando mosaicos com a vegetação nativa.
15 - Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominante classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas.
41 - Outras Lavouras Temporárias	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir. Os mapas anteriores ao anos de 2000 incluem lavouras de soja.

⁵ PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 5 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo no Brasil, disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acessado em 11 de jan. de 2021.

39 - Soja	Áreas cultivadas com a cultura da soja (a partir do ano de 2000)
33 - Rios, Lago e Oceano	Rios, lagoas, represas, reservatórios e outros corpos d'água.
24 - Infraestrutura Urbana	Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções.

A **Figura 2** mostra a distribuição percentual das áreas atingidas e deixa claro que mais de 70% das áreas consumidas pelo incêndio florestal eram compostas pelas classes de Formação Campestre e de Campo Alagado e Área Pantanosa. Ademais, a **Figura 3** mostra as cicatrizes das queimadas sobre o mapa de Uso de Cobertura do Solo para o Pantanal sul-mato-grossense.

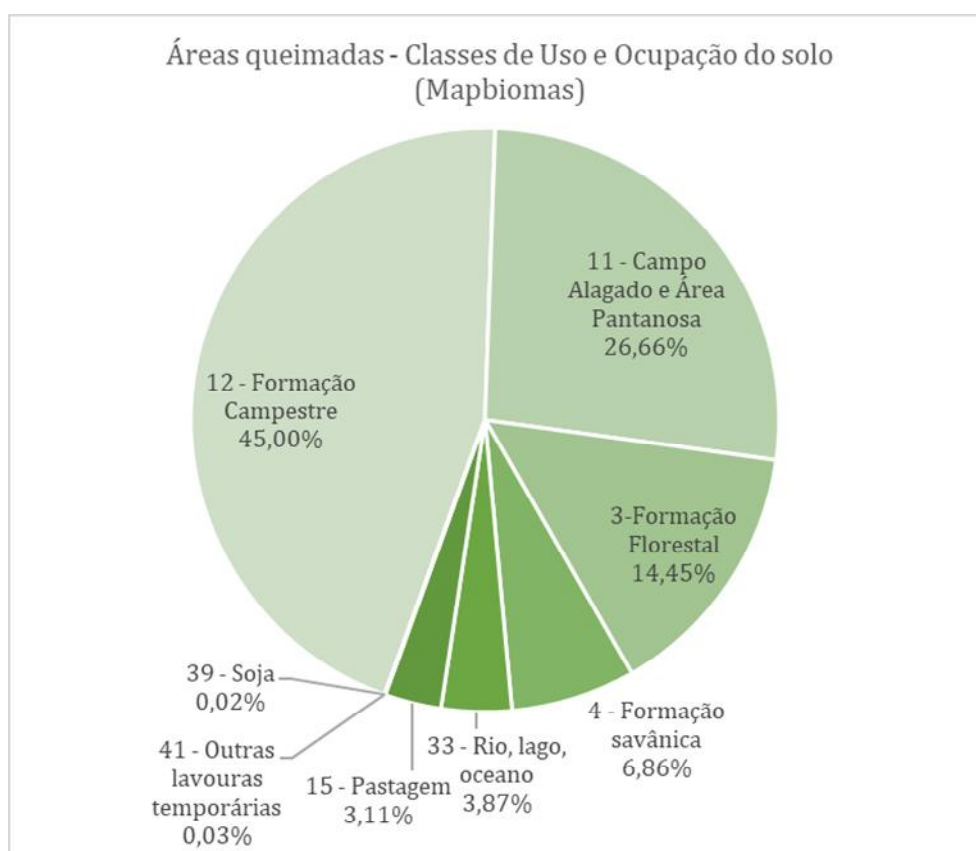


Figura 2 Distribuição percentual das classes de uso e cobertura do solo, geradas pelo Mapbiomas, atingidas pelas queimadas identificadas pelo LASA/UFRJ. Elaboração: os autores.

Alertas de incêndio (LASA/UFRJ) e classes de uso e ocupação do solo (Mapbiomas)

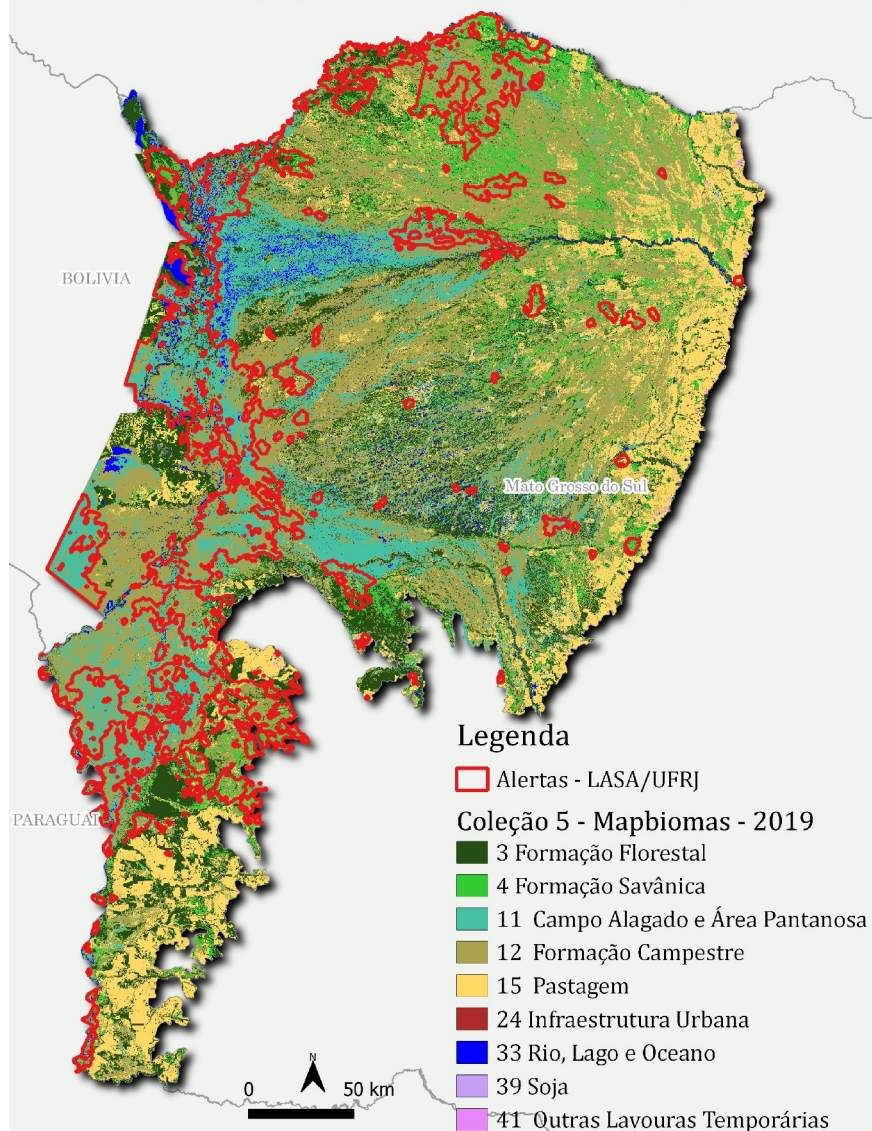


Figura 3 Classificação do Uso e Cobertura do Solo do Pantanal sul-mato-grossense, elaborado pelo Mapbiomas. Em vermelho são as cicatrizes de queimada mapeadas pelo LASA. Elaboração: os autores.

No mesmo sentido, confrontando os dados de uso e cobertura do solo com o Índice Integrado de Secas (IIS)⁶ é possível concluir que a seca acima de condição normal, que atingiu o Pantanal sul-mato-grossense entre setembro e outubro de 2020, contribuiu com a exposição de matéria orgânica das áreas que estavam alagadas durante as cheias, tornando-se combustível adequado para propagação do fogo (**Figuras 4 e 5**).

⁶ Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/impactos-de-extremos-de-secas-e-fogo-no-bioma-pantanal-setembro2020/>. Acessa em 08 de jan. de 2021.

25 de Setembro/2020

10 de Outubro/2020

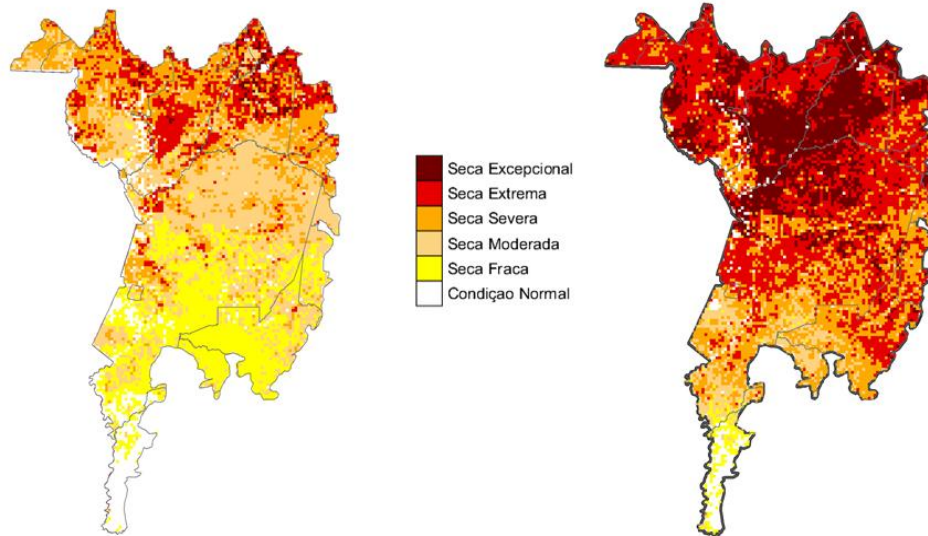


Figura 4 Índice Integrado de Secas (IIS) elaborado pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN.

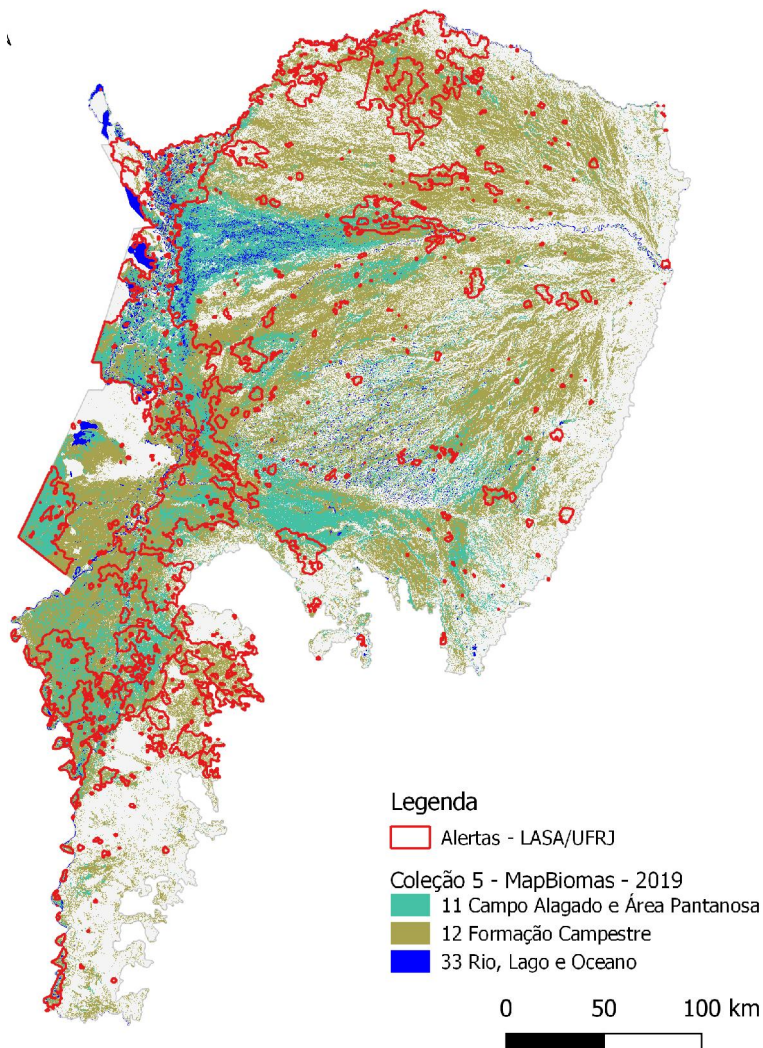


Figura 5 Cicatriz de Queimada com as áreas de Campo alagado e área pantanosa, formação campestre e Rio, lago e Oceano, indicando que foram mais consumidas pelo fogo. Elaboração: os autores.

Ademais, confrontando as cicatrizes de queimadas com os mapas georreferenciados das propriedades rurais inscritas no Cadastro Ambiental Rural (CAR), bem como com os mapas das Unidades de Conservação e das Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso do Sul, constatou-se que o incêndio florestal ocorrido no Pantanal sul-mato-grossense prejudicou um montante de 722 propriedades rurais distribuídas em 9 municípios, além de 11 Unidades de Conservação e 3 Terras Indígenas, como mostram as Tabelas 2, 3 e 4.



Tabela 2 Número de propriedades rurais atingidas pelo incêndio no Pantanal do MS, distribuídas por municípios.

MUNICÍPIOS	Nº Propriedades
Aquidauana	52
Bodoquena	2
Corumbá	548
Coxim	4
Ladário	12
Miranda	11
Porto Murtinho	69
Rio Verde de Mato Grosso	18
Sonora	6
	=
Total de propriedades rurais atingidas:	722

Tabela 3 Levantamento das Unidades de Conservação atingidas pelo incêndio no Pantanal do MS.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
RPPN Estadual Fazenda Santa Cecília II
Área de Especial Interesse Turístico Estrada Parque Pantanal
Área de Proteção Ambiental Municipal Baía Negra
RPPN Federal Fazenda Paculândia
RPPN Federal Acurizal
RPPN Estadual Poleiro Grande
Parque Estadual Serra de Sonora

RPPN Federal Fazenda Arara Azul
RPPN Federal Penha
RPPN Federal Reserva Natural Eng. Eliezer Batista
Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro

Tabela 4 Levantamento das Terras Indígenas atingidas pelo incêndio no Pantanal do MS.

TERRAS INDÍGENAS
Guató
Taunay/Ipegue
Kadiwéu

É importante destacar que das 722 propriedades rurais, 32 delas foram prejudicadas por fogo iniciado na Bolívia ou no Paraguai.

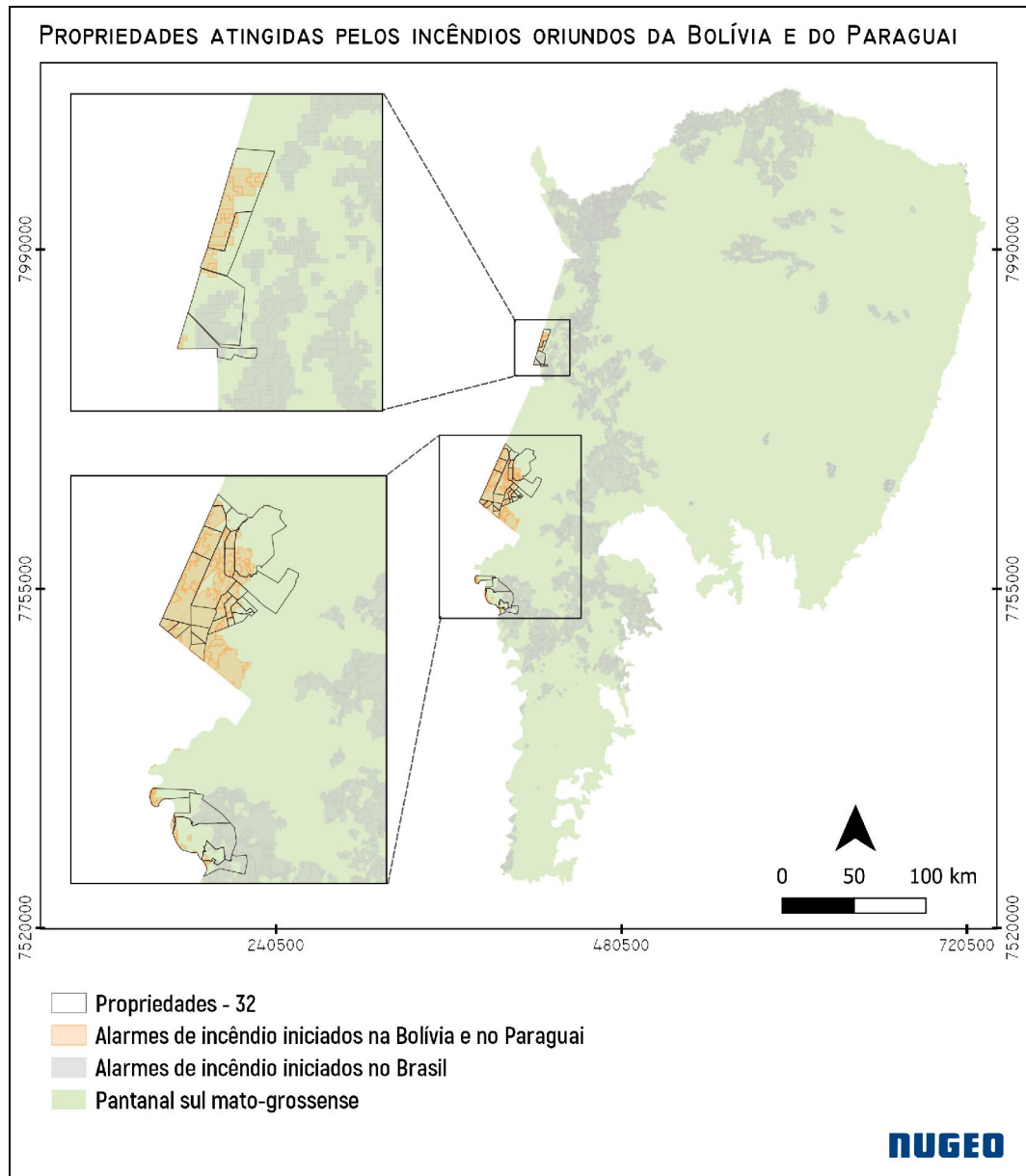


Figura 6 Localização das propriedades rurais atingidas pelos incêndios iniciados na Bolívia ou no Paraguai.

2.4. Pontos de ignição das áreas queimadas em período proibitivo (1º de agosto a 31 de outubro)

A fim de identificar o início dos incêndios ocorridos exclusivamente em período proibitivo de Queima Controlada no Pantanal, foi realizada análise multitemporal com imagens de satélite⁷ Sentinel 2-A dessas áreas. Dessa forma, a análise histórica permitiu, em conjunto com dados georreferenciados do banco de dados do NUGEO, quantificar e caracterizar os pontos de ignição, conforme o exemplo de aplicação da metodologia demonstrado abaixo nas **Figuras 7, 8, 9 e 10**.

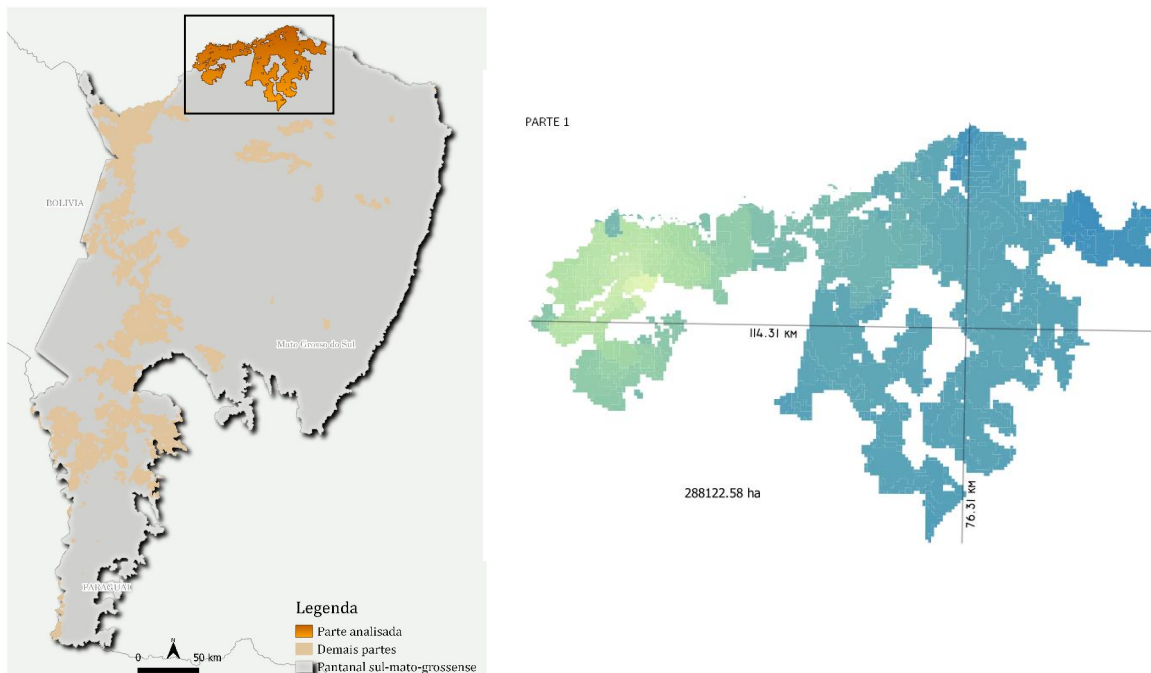


Figura 7 Localização da área analisada e apresentada como metodologia para identificação dos pontos de ignição elencados neste relatório.

⁷ Cenas do Satélite Sentinel-2A utilizadas, em composição falsa cor R7G4B11: T21KXA, T21KWA, T21KVA, T21KXV, T21KWV, T21KVV, T21KXU, T21KWU, T21KVU, T21KVT, T21KUT, T21KVS, T21KUS, T21KVR e T21KUR,

INCÊNDIOS NO PANTANAL

Parte 1

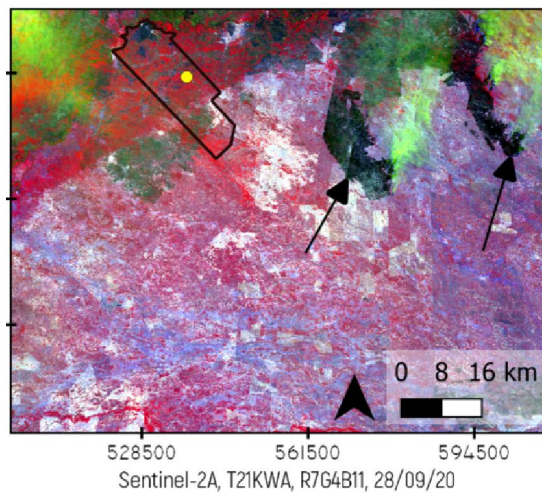
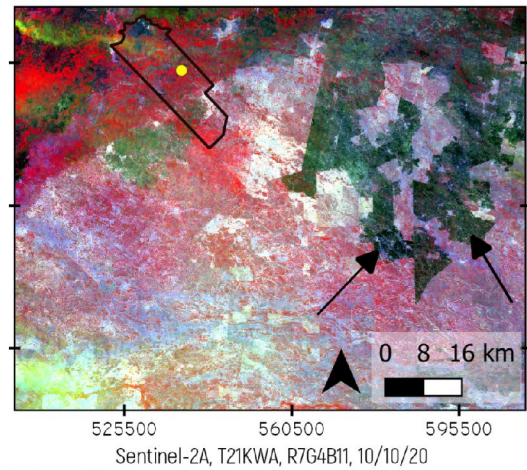
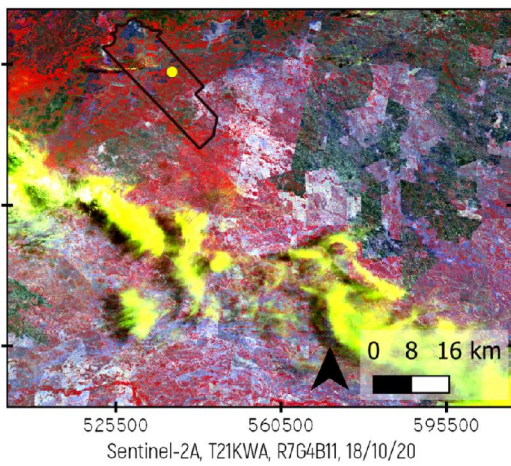
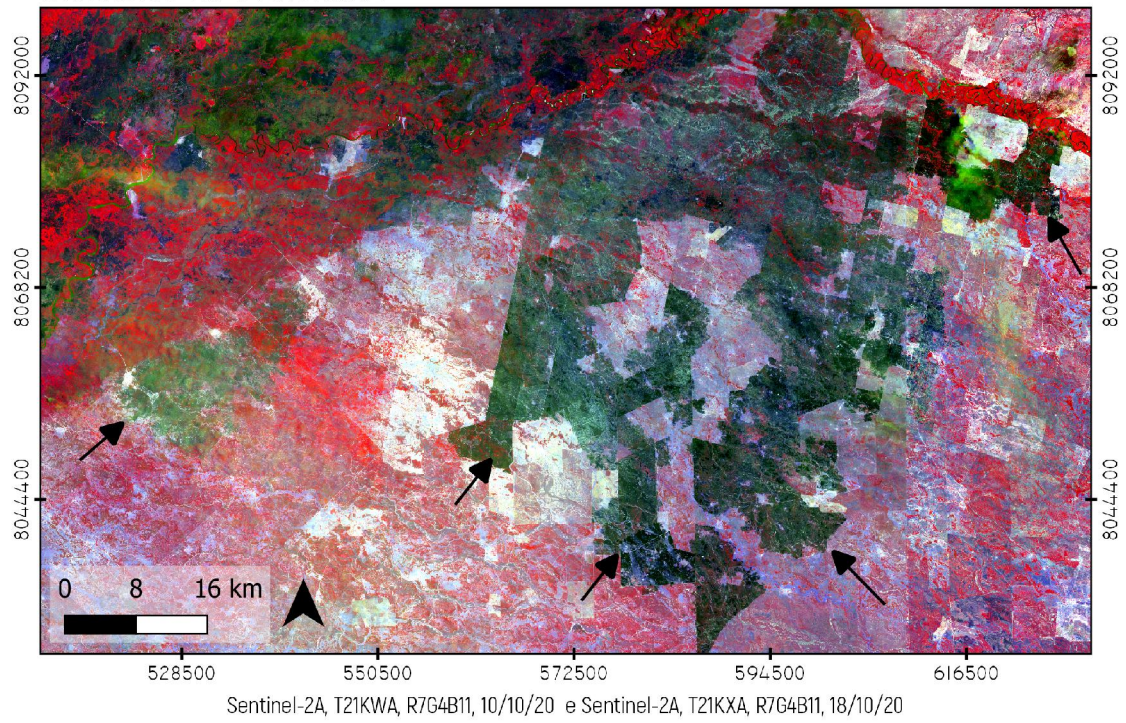


Figura 8 Análise multitemporal das cicatrizes de incêndios florestais, com intuito de realizar a regressão das cicatrizes até identificar o local de ignição.

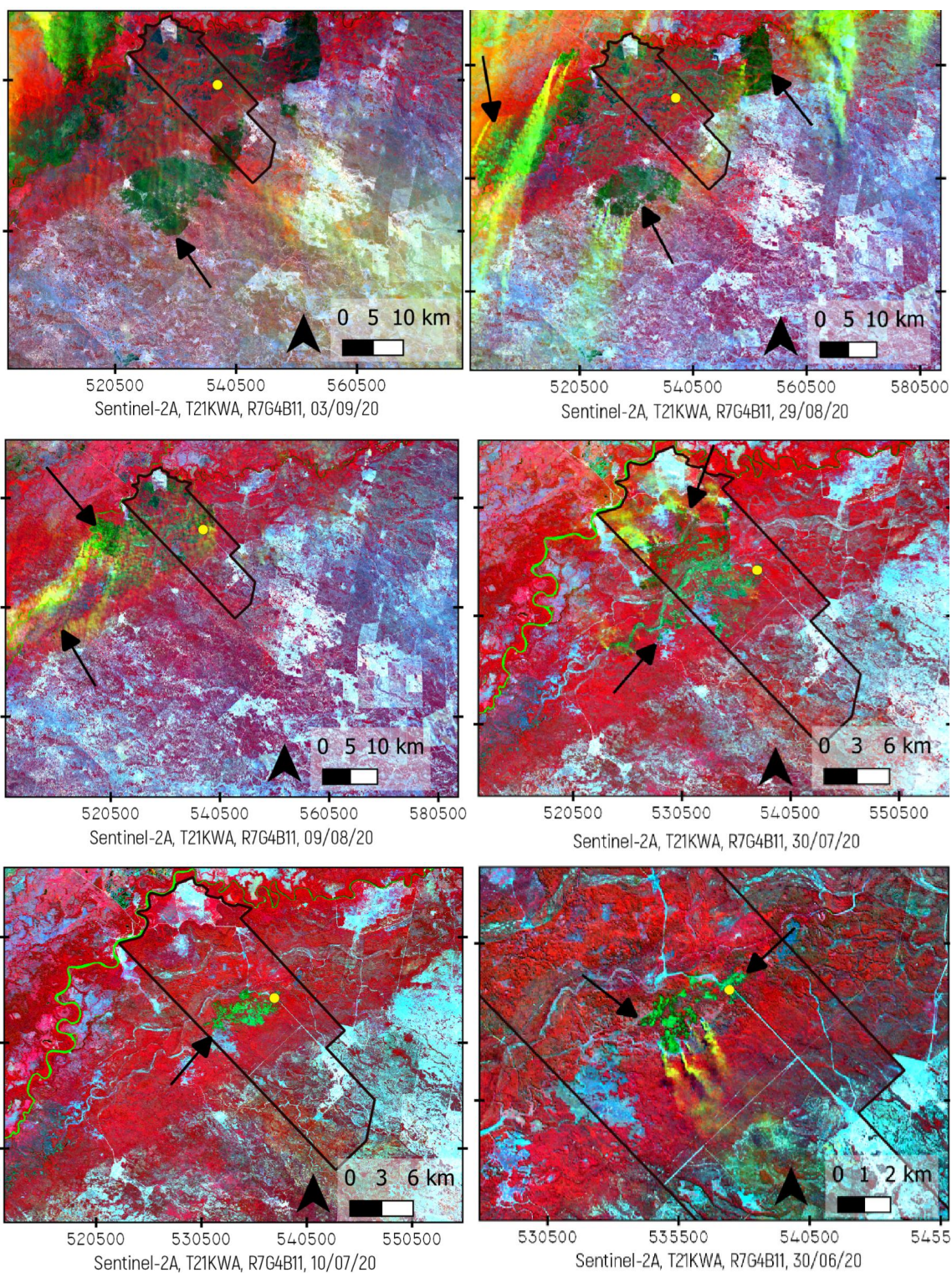
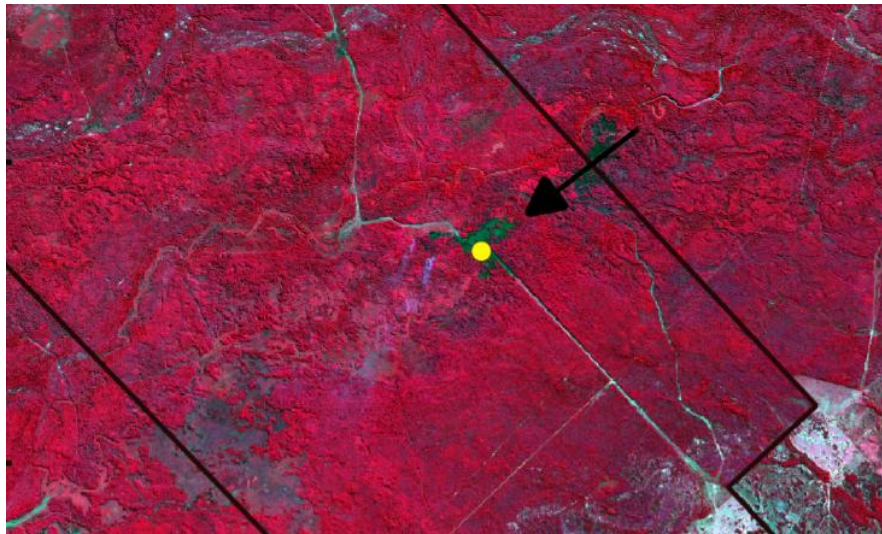
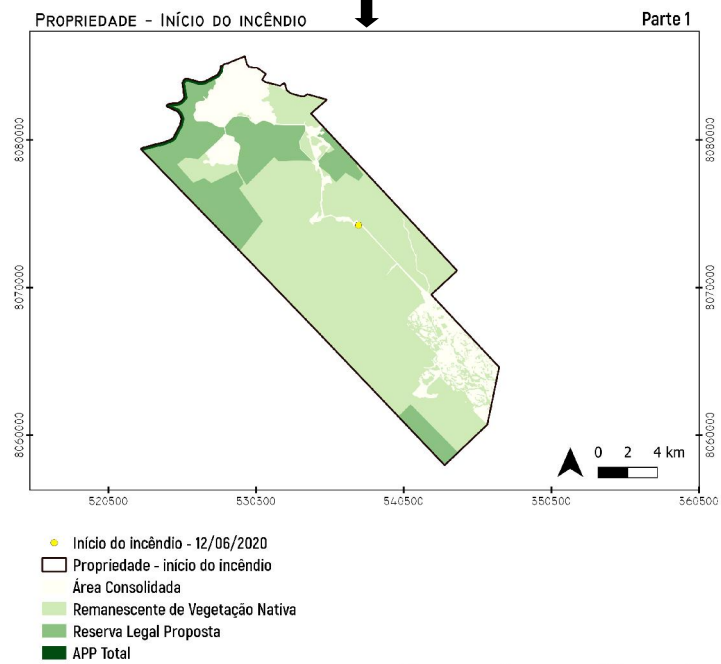


Figura 9 Continuação da análise multitemporal.



Sentinel-2A, T21KWA, R7G4B11, 20/06/20



* MAPA COM CLASSES DE ÁREAS DECLARADAS NO SICAR PELO PROPRIETÁRIO.

Figura 10 identificação do início da ignição que ocorreu, neste exemplo de metodologia, próximo a uma estrada vicinal que dá acesso à sede da propriedade em questão.

Nesse momento é importante frisar que este Núcleo de Geotecnologias analisou também os casos em que o ponto de ignição começou em período legal, mas se estendeu de forma contínua sobre o período ilegal.

Diante disso, foram identificados **239 Pontos de Ignição** que deram início a toda extensão das áreas queimadas em período proibitivo, dos quais 120 pontos iniciaram em **90 propriedades rurais, 78 pontos na Terra Indígena Kadiwéu, 1 ponto na Unidade de Conservação Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro** e 40 pontos em áreas não identificadas. Os 239 pontos de ignição estão distribuídos entre 5 municípios, sendo eles: Corumbá (128), Porto Murtinho (101), Rio Verde de Mato Grosso (5), Aquidauana (4) e Sonora (1).

A respeito do impacto que esses 239 pontos de ignição causaram, verificou-se que **o fogo iniciado nas 90 propriedades se espalhou por mais 379 imóveis rurais**. Verificou-se ainda que o fogo iniciado no Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro prejudicou 6 propriedades e o fogo iniciado na Terra Indígena Kadiwéu impactou 3 outras propriedades rurais.

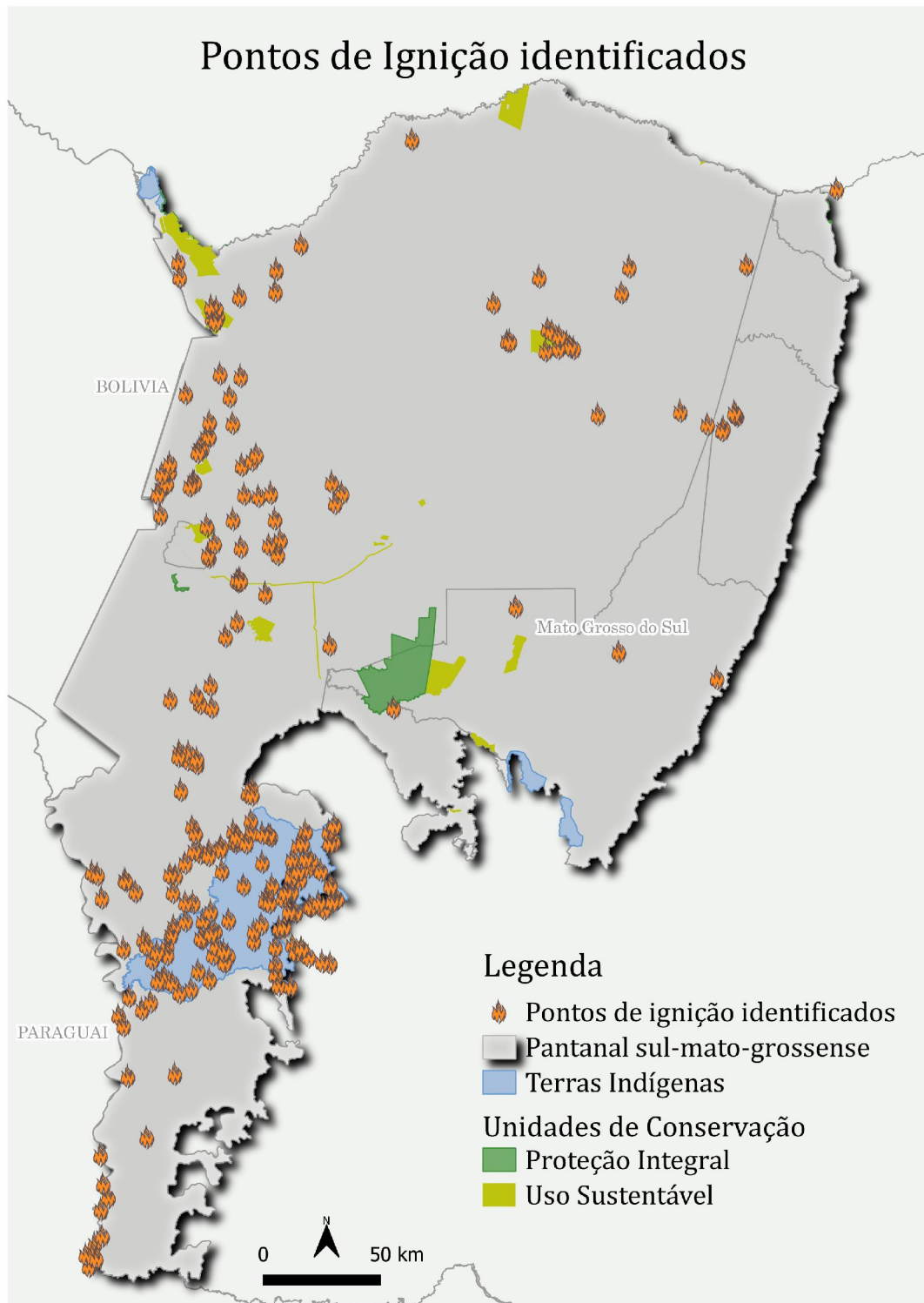
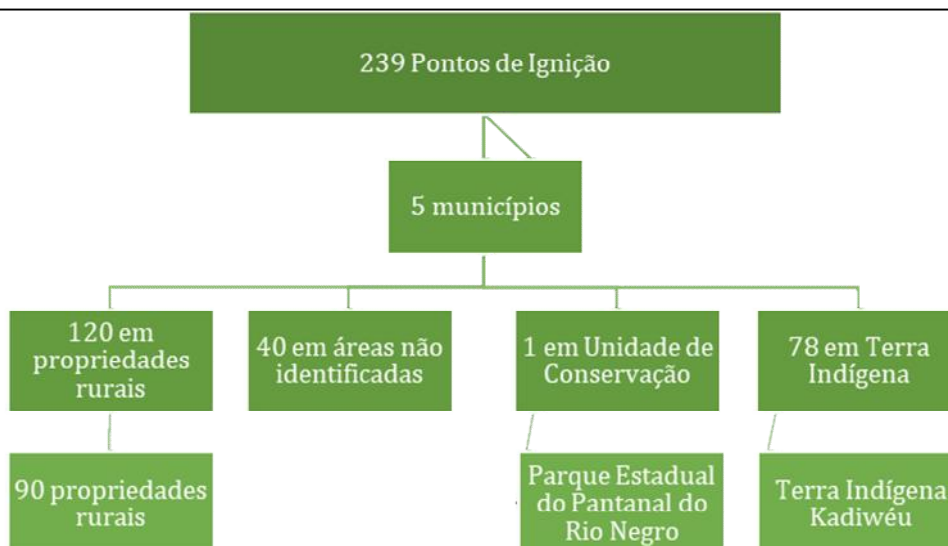


Figura 11: Espacialização dos 239 pontos de ignição identificados pelo NUGEO.



Visando entender o cenário em que os 161 pontos de ignição, localizados fora da Terra Indígena Kadiwéu, estavam inseridos, buscou-se analisá-los a partir de 3 distintos cenários: i) em relação às declarações no CAR, ii) em relação à Classificação de Uso e Cobertura do Solo realizada e disponibilizada pelo Mapbiomas e iii) em relação aos fatores estáticos⁸ das principais causas dos incêndios florestais. A partir desses cenários foram feitas três distintas classificações dos pontos de ignição, sendo tais classificações em relação aos:

1. 120 pontos de ignição, ocorridos em propriedade rural, segundo suas classes declaradas no CAR;
2. 161 pontos de ignição segundo as classes de Uso e Cobertura do Solo (Mapbiomas); e
3. 161 pontos de ignição segundo classificação visual feita a partir de imagem de alta resolução colorida, a fim de identificar possíveis fatores de contribuição para a ignição do fogo.

Em relação à Terra Indígena Kadiwéu, os 78 pontos foram analisados sob a ótica de apenas dois cenários, um em relação às classes de Uso e Cobertura do Solo (Mapbiomas) e o outro em relação à classificação visual por imagem de satélite colorida de alta resolução.

⁸ Estáticos, pois o estudo foi feito a partir de análise via sensoriamento remoto por imagens de satélite de alta resolução disponíveis na aplicação QGis. Não são imagens com frequência horária. Portanto, os possíveis fatores estáticos seriam ferrovias, margens de rios ou estradas com acesso humano, e rede elétrica, visto que outros possíveis fatores não poderiam ser observados em tais imagens de satélite, tais como raios, balões, incendiários, fumantes, fogos de artifício, etc.

2.4.1. Cenário de classes declaradas no CAR para 120 pontos de ignição

Sobre os 120 pontos de ignição localizados em propriedades rurais, e a partir do cenário referente às classes declaradas no CAR verificou-se que metade dos pontos de ignição ocorreu em classe declarada como Remanescente de Vegetação Nativa fora de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente. Para maior detalhamento, a **Tabela 5** e a **Figura 12** mostram detalhadamente a classificação dos pontos de ignição em relação às classes declaradas no CAR.

Tabela 5 Quantificação dos pontos de ignição ocorridos em cada classe declarada no CAR, por ordem decrescente.

CLASSE DECLARADA NO CAR	PONTOS DE IGNIÇÃO
Remanescente de Vegetação Nativa fora de Reserva Legal e APP	60
Reserva Legal Proposta	35
Área Consolidada	12
Área de Preservação Permanente Total	8
Reserva Legal Averbada	2
Área de topo de morro	1
Curso d'agua natural de 50 a 200 metros	1
Lago ou lagoa natural	1
TOTAL	120

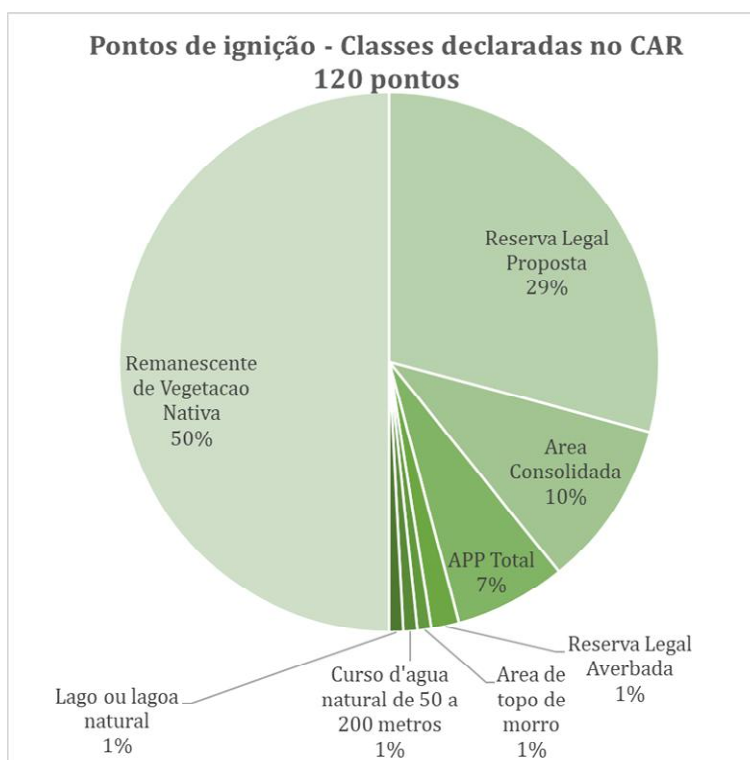


Figura 12 Distribuição percentual dos 120 pontos em relação às classes declaradas no Cadastro Ambiental Rural.

2.4.2. Cenário de classes do Mapbiomas para 161 pontos de ignição

Sobre os 161 pontos localizados em propriedades rurais, Unidades de Conservação e áreas não identificadas, e a partir do cenário referente às classes de Uso e Cobertura do Solo do ano de 2019 (Mapbiomas) verificou-se que mais da metade dos pontos de ignição ocorreu em classe denominada Formação Campestre. A **Tabela 6** e a **Figura 13** mostram detalhadamente a classificação dos pontos de ignição em relação às classes de Uso e Cobertura do Solo.

Tabela 6 Quantificação dos pontos de ignição ocorridos em cada classe de Uso e Cobertura do Solo, segundo o Mapbiomas, por ordem decrescente.

Classe de Uso e Cobertura do Solo (Mapbiomas)	Pontos de Ignição
12 - Formação Campestre	84
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	42
3 - Formação Florestal	25
4 - Formação Savânica	4
15 - Pastagem	6
TOTAL	161

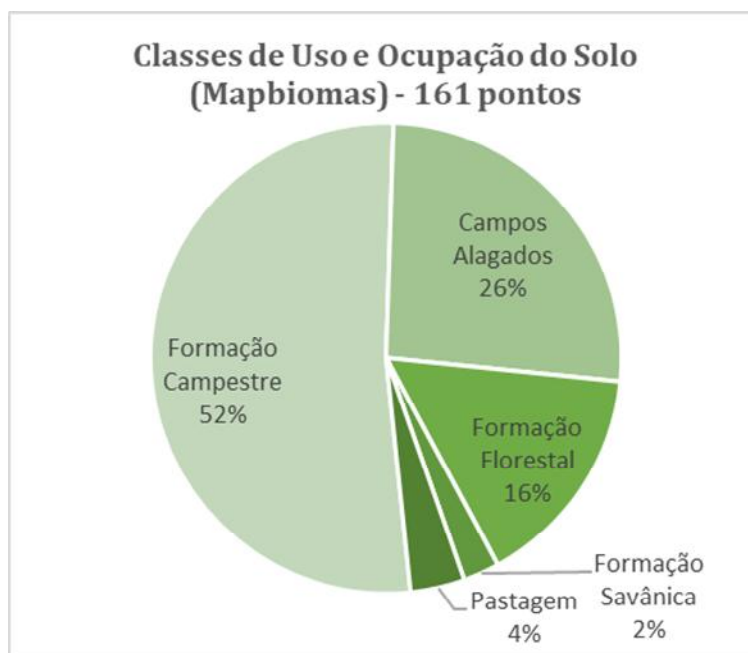


Figura 13 Distribuição percentual dos 161 pontos em relação às classes de Uso e Cobertura do Solo (Mapbiomas).

2.4.3. Cenário de classificação visual dos fatores estáticos

Para a metodologia da classificação visual foi gerado raio circular (ferramenta *buffer*) de 200m para cada ponto de ignição. Dessa forma, a classificação foi feita com base no que foi observado no interior desse círculo a partir do ponto de ignição, conforme apresentado pela **Figura 14**.

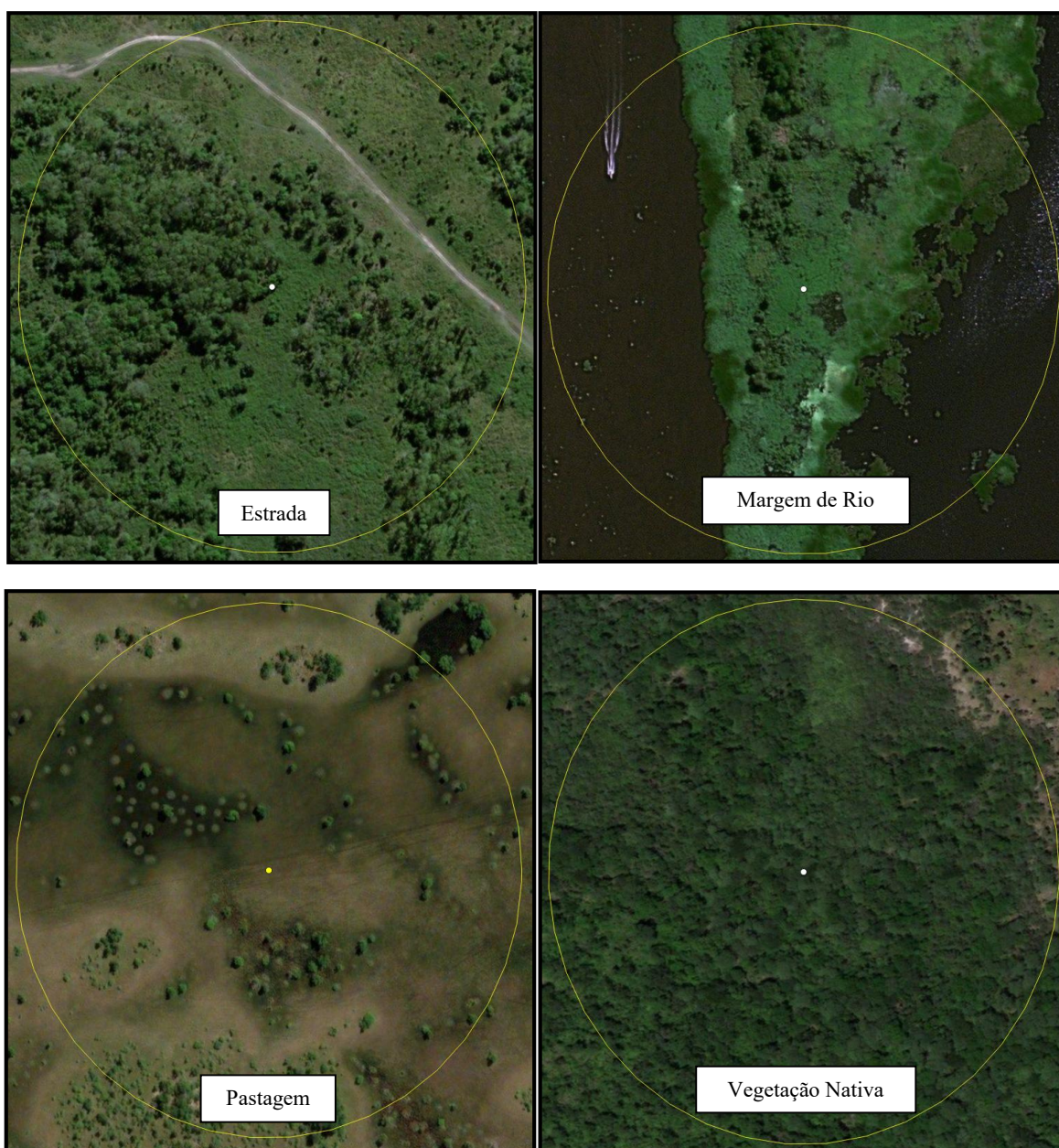


Figura 14 Buffer de 200m para cada ponto de ignição, usado como parâmetro metodológico para análise visual. Dessa forma, a classificação foi feita com base no que foi observado no interior desse círculo a partir do ponto de ignição.

Aqui é importante frisar que de todos os possíveis fatores estáticos, os únicos identificados foram margem de rio, estrada particular e rede elétrica.

Portanto, a partir desse cenário de classificação visual dos fatores estáticos, verificou-se que mais da metade dos pontos de ignição ocorreu a mais de 200 m de distância de redes elétricas, de margem de rio, bem como de estradas particulares. Assim, a **Tabela 7** e a **Figura 15** mostram detalhadamente a classificação dos pontos de ignição em relação ao que foi observado na classificação visual.

Tabela 7 Quantificação dos pontos de ignição ocorridos em proximidade aos fatores estáticos observados na classificação visual por imagem colorida de alta resolução, por ordem decrescente.

Fatores observados em classificação visual	Pontos de Ignição
Outros fatores	97
Margem de rio	39
Estrada particular	20
Rede elétrica	5
TOTAL	161

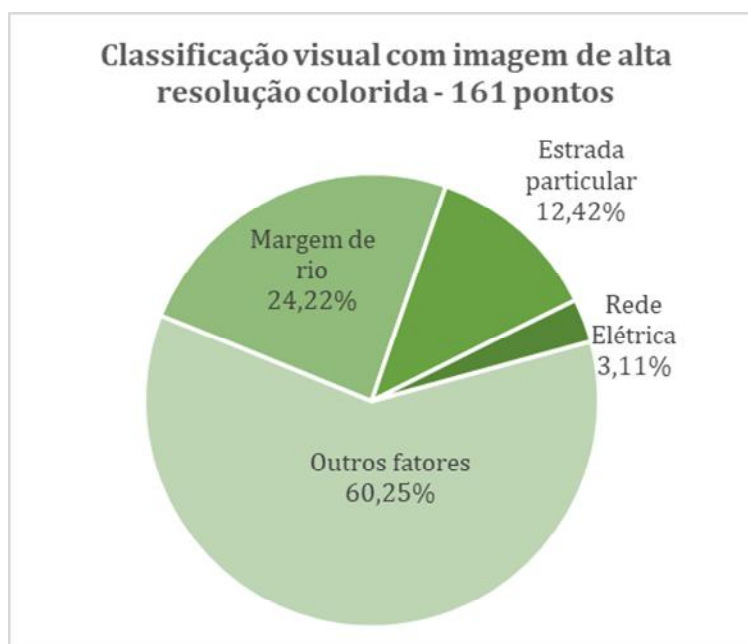


Figura 15 Distribuição percentual dos 161 pontos em relação à classificação visual com imagem colorida de alta resolução.

Essa classificação visual teve como objetivo entender a dinâmica dos pontos de ignição e averiguar as frequentes informações divulgadas que afirmavam que o fogo tinha causa espontânea ou era decorrente da presença de pescadores no entorno dos corpos hídricos. Portanto, esses círculos com raio de 200m a partir dos pontos de ignição deixaram claro que a maior parte dos focos de incêndio iniciaram em pontos internos das propriedades rurais que estavam distantes destas possíveis causas.

Diante do cenário apresentado acima, e visando entender o cenário dos 97 pontos de ignição motivados por fatores desconhecidos, restou imprescindível esclarecer em qual tipo de vegetação esses 97 pontos de ignição estavam inseridos tanto em relação à classificação visual da vegetação quanto em relação à classificação de Uso e Cobertura do Solo.

Assim, foi possível verificar que os maiores percentuais dos pontos de ignição ocorreram em a) área de Vegetação Rasteira/Pastagem, segundo a classificação visual da vegetação, e b) área de Formação Campestre, segundo a classificação de Uso e

Cobertura do Solo (Mapbiomas), como mostra a **Figura 16**.

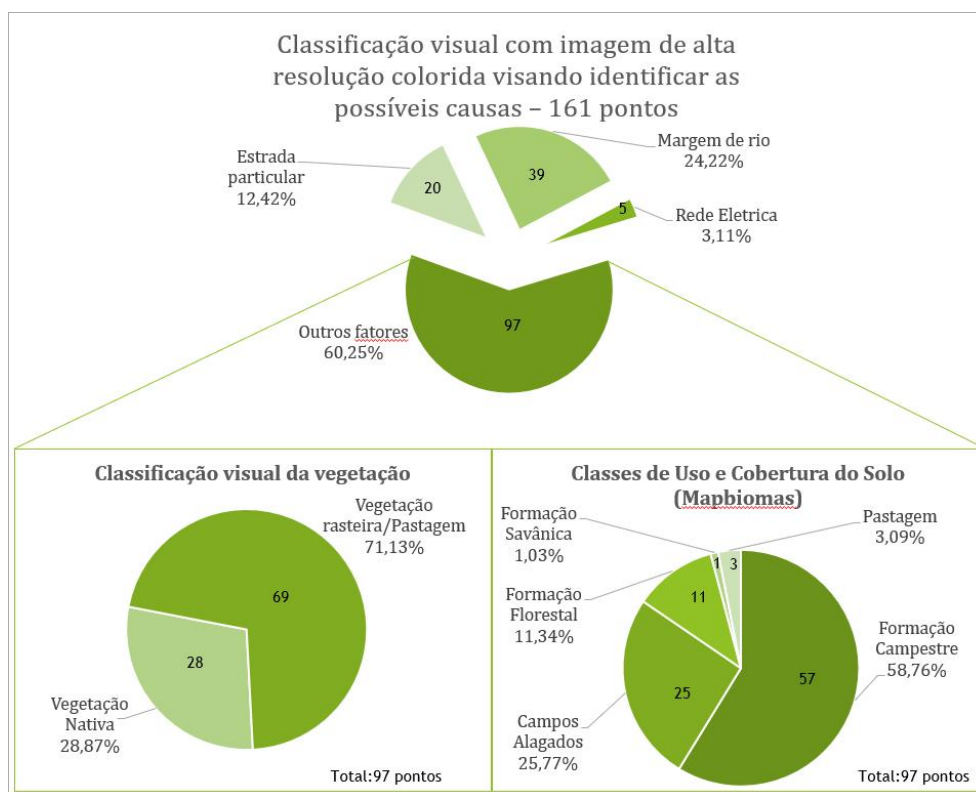


Figura 16 Distribuição percentual dos 97 pontos em relação à classificação visual com imagem colorida de alta resolução e em relação às classes de Uso e Cobertura do Solo (Mapbiomas).

Os dados acima esclarecem que os 97 pontos de ignição, motivados por fatores desconhecidos, ocorreram em áreas com vegetação com baixo porte tendendo à formações rasteiras com pouca concentração de indivíduos arbóreos.

2.4.4. Cenários para os 78 pontos de ignição na Terra Indígena Kadiwéu

Sobre os 78 pontos de ignição identificados na Terra Indígena Kadiwéu, foram feitas apenas duas classificações, visto que não seria possível analisar os pontos em relação às classes declaradas no CAR.

Portanto, a seguir estão representadas as classificações dos 78 pontos em relação às classes de Uso e Cobertura do Solo (Mapbiomas) (**Tabela 8** e **Figura 17**) e em relação à classificação visual com imagem de alta resolução colorida (**Tabela 9** e **Figura 18**).

Tabela 8 Quantificação dos pontos de ignição ocorridos em cada classe de Uso e Cobertura do Solo, segundo o Mapbiomas, por ordem decrescente.

Classe de Uso e Cobertura do Solo (Mapbiomas)	Pontos de Ignição
Formação Campestre	38
Formação Savânica	21
Formação Florestal	10
Pastagem	8

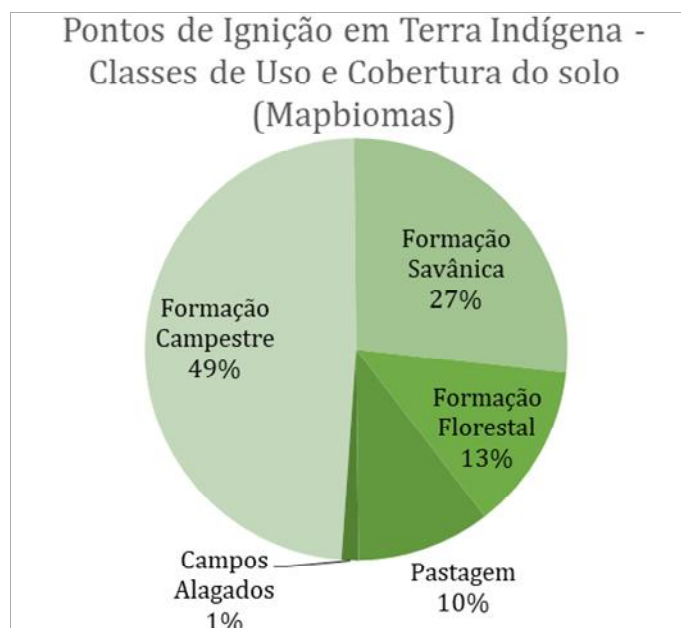


Figura 17 Distribuição percentual dos 78 pontos de ignição em relação às classes de Uso e Cobertura do Solo (Mapbiomas).

Tabela 9 Quantificação dos pontos de ignição ocorridos em proximidade aos fatores estáticos observados na classificação visual por imagem colorida de alta resolução, em ordem decrescente.

Fatores observados em classificação visual	Pontos de ignição
Outros fatores	61
Estrada	16
Margem de rio	1

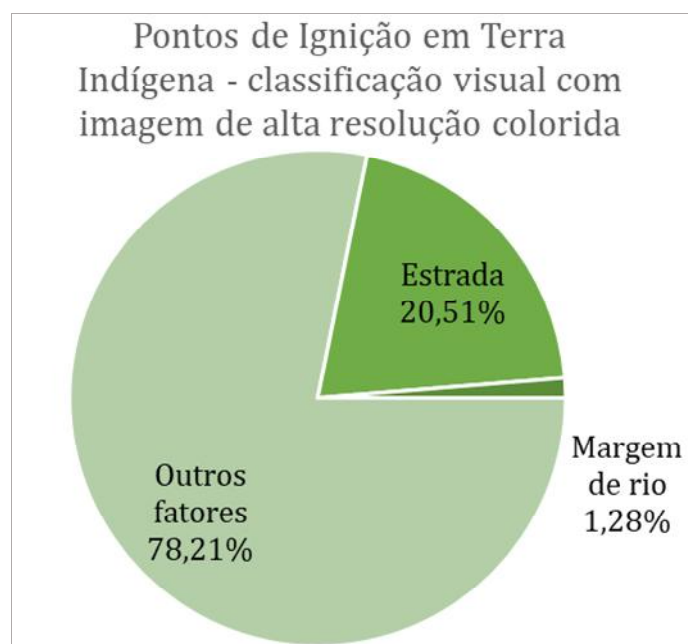


Figura 18 Distribuição percentual dos 78 pontos em relação à classificação visual com imagem colorida de alta resolução.

Diante dos cenários apresentados é possível observar que mais de 78% dos pontos de ignição foram motivados por fatores desconhecidos e, além disso, ocorreram majoritariamente em área de Formação Campestre e Formação Savânica.

2.5. Demais considerações

Por fim, e para melhor entendimento, as áreas atingidas pelos 239 pontos de ignição foram divididas em 12 partes (**Figura 19**), das quais 10 estão em ANEXO no presente documento.

A primeira parte foi apresentada como exemplo de metodologia no item 2.4 deste relatório, e a 12ª parte será analisada no decorrer do presente item, pois, ao contrário das demais partes, a propriedade onde ocorreu o respectivo foco de ignição possuía Autorização Ambiental para Queima Controlada.

As análises mais detalhadas, apresentadas no item ANEXO, visam identificar por meio de análise multitemporal com imagens de satélite Sentinel 2-A, e a partir do banco de dados do CAR, i) em qual propriedade houve o ponto de ignição do incêndio, bem como em qual classe declarada no CAR, ii) quantas propriedades foram atingidas a partir daquele foco e iii) quais elementos poderiam ser observados a partir de imagem de alta resolução.

Distribuição espacial das partes analisadas

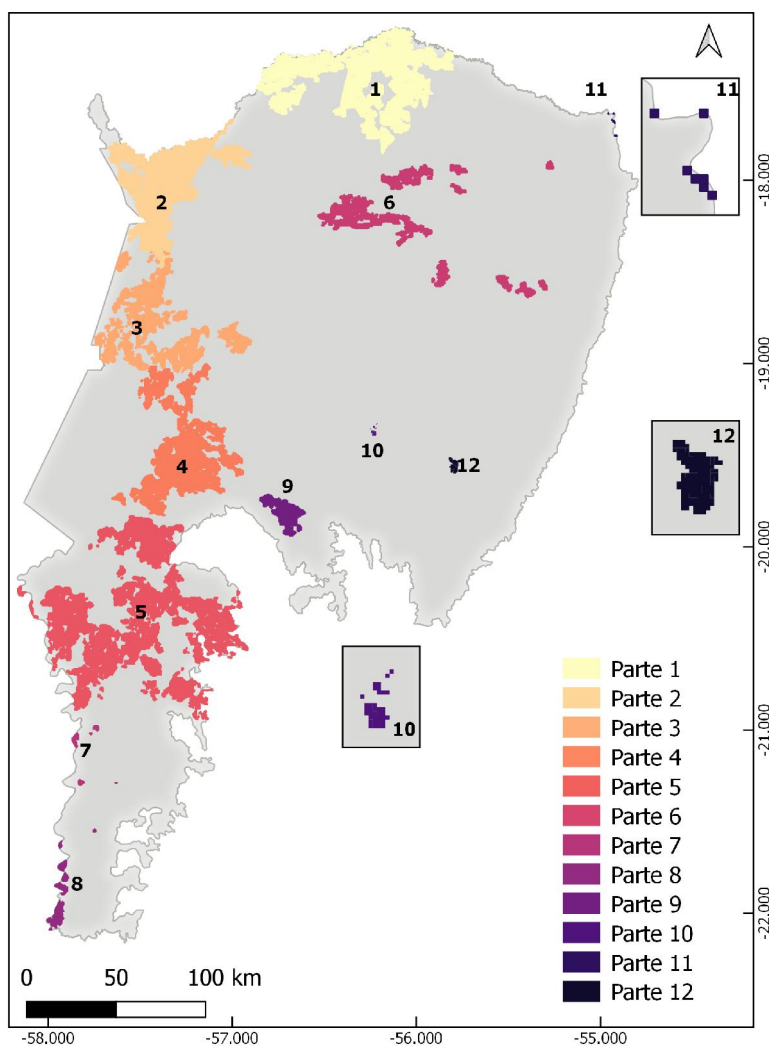


Figura 19: Localização das 12 partes das áreas incendiadas a partir dos 239 focos de ignição.

A 12ª parte citada anteriormente foi incendiada a partir do ponto de ignição iniciado em 29/08/2020 (**Figura 20**). Segundo a declaração de classes presente no CAR, constatou-se que o ponto de ignição ocorreu em área declarada como Remanescente de Vegetação Nativa (**Figura 21**). Ademais, as imagens de satélite de alta resolução esclarecem que o incêndio começou próximo a uma estrada vicinal e se espalhou por duas propriedades (**Figura 22 e Figura 23**).

Confrontando a área queimada com o mapa¹ dos imóveis que possuem licenças ambientais do IMASUL, e consultando o Portal Transparência Ambiental, constatou-se que ambas as propriedades possuem autorização para Queima Controlada, no entanto as áreas queimadas ocorreram em período proibitivo e fora do local licenciado (**Figura 24 e Figura 25**).

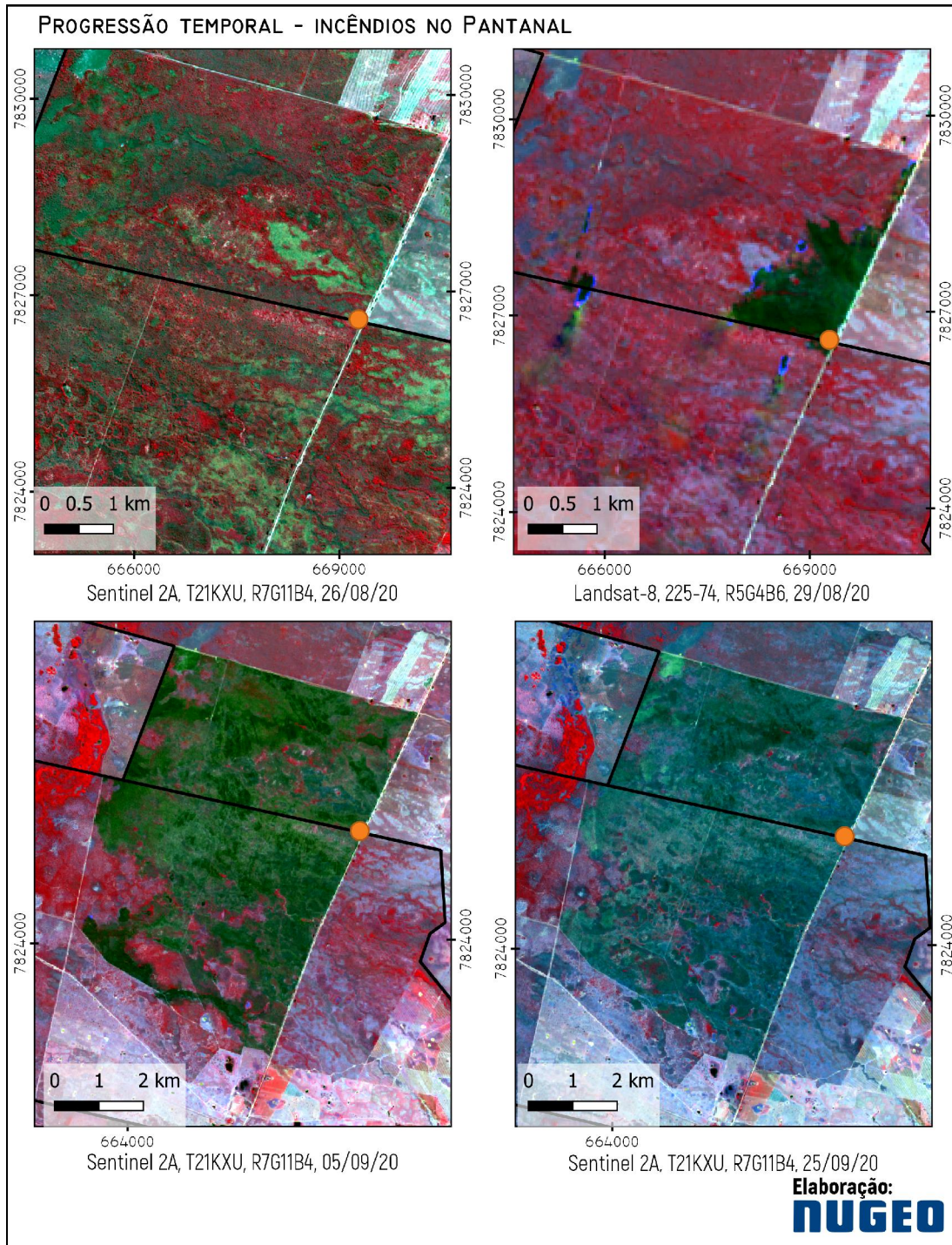


Figura 20 Análise multitemporal do incêndio.

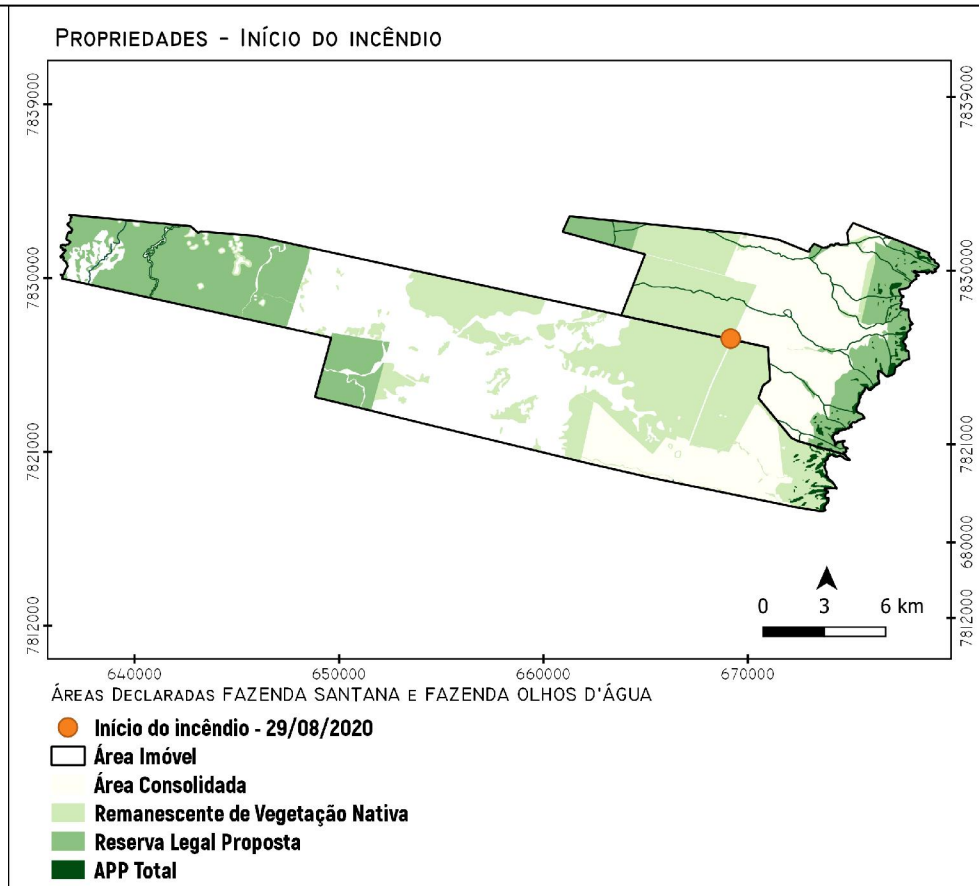


Figura 21 Ponto de ignição sobre classe declarada como Remanescente de Vegetação Nativa.

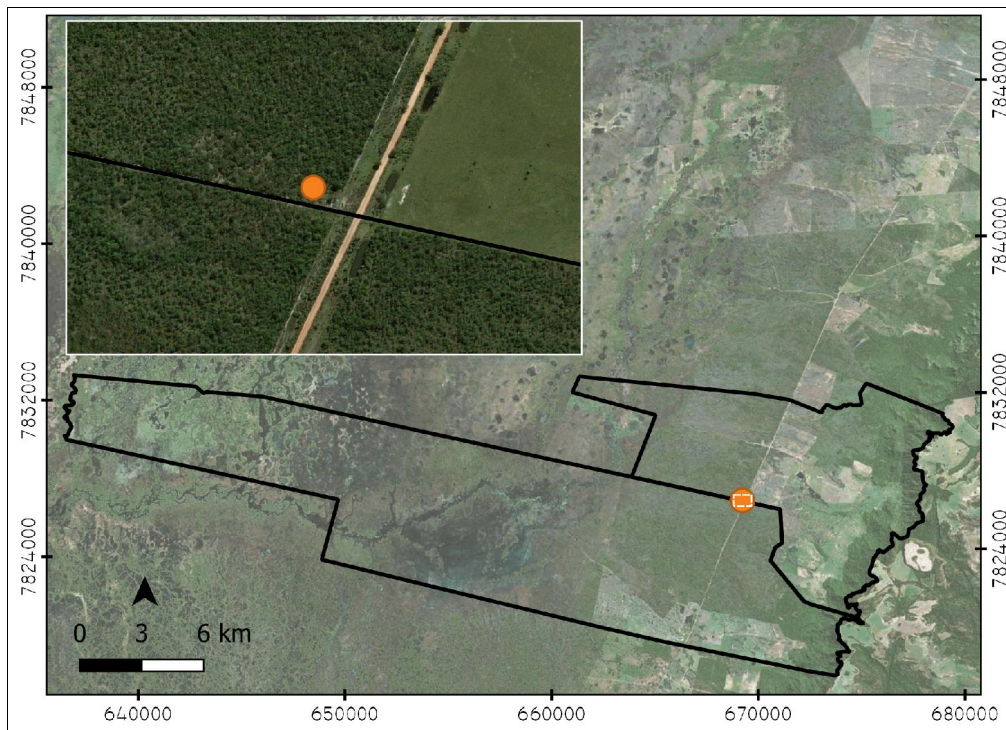


Figura 22 Ponto de ignição sobre imagem de alta resolução. Nota-se que o ponto ocorreu próximo de estrada de terra.

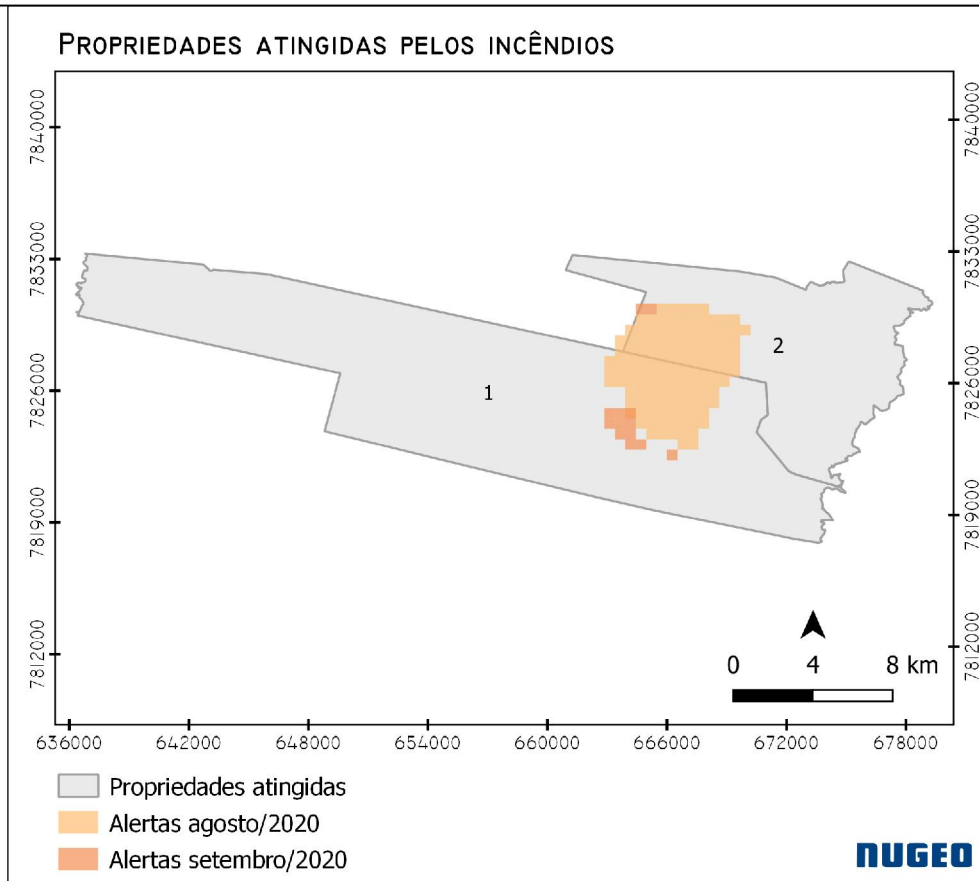


Figura 23 Propriedades atingidas pela área queimada.

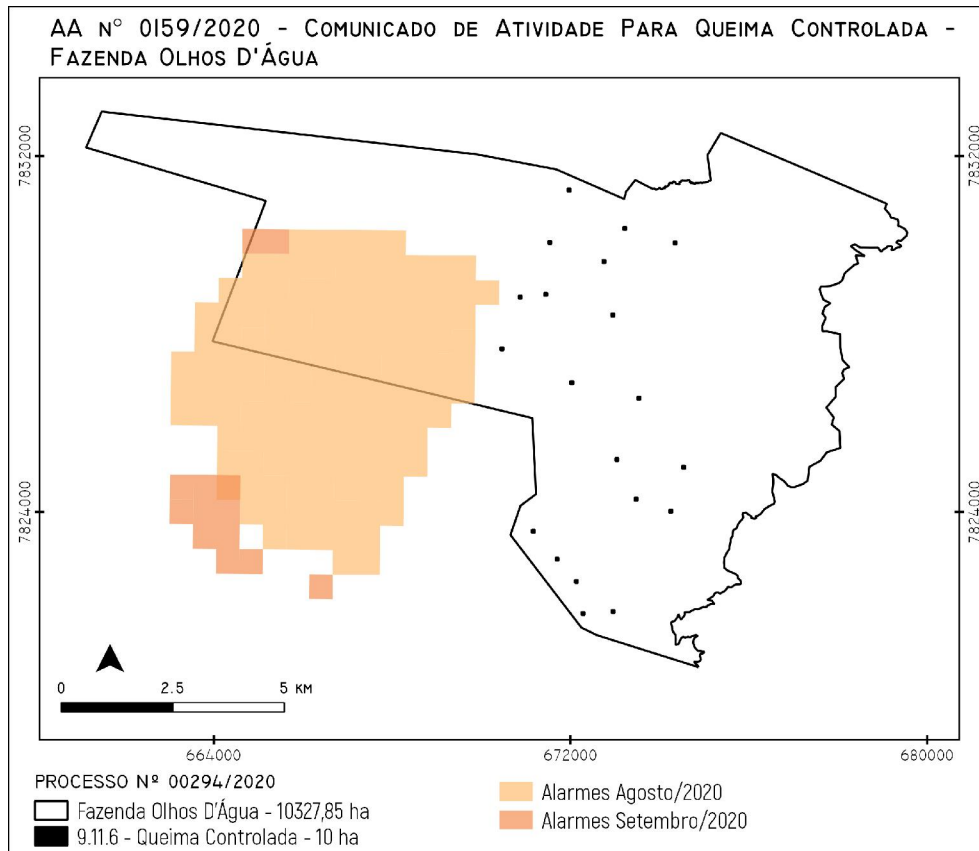


Figura 24 Autorização Ambiental 0159/2020 para Queima Controlada.

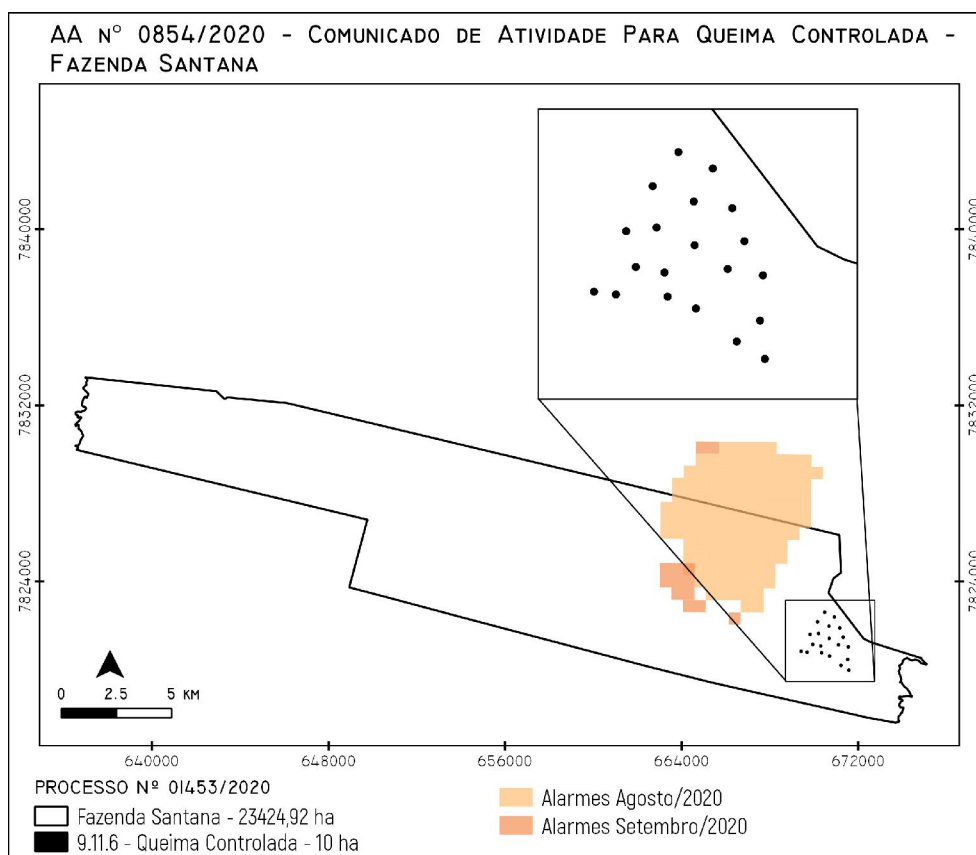


Figura 25 Autorização Ambiental 0854/2020 para Queima Controlada.

3. Conclusão

Portanto, confrontando os dados das áreas queimadas, identificadas e mapeadas pelo Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais – LASA/UFRJ, em conjunto com análise via imagens de satélite, conclui-se que as cicatrizes de incêndios florestais ocorridos entre 1º de janeiro e 21 de outubro de 2020 no Estado de Mato Grosso do Sul, prejudicaram 722 propriedades rurais distribuídas em 9 municípios, além de 11 Unidades de Conservação e 3 Terras Indígenas.

Além disso, foram identificados 239 Pontos de Ignição que deram início a toda extensão das áreas queimadas em período proibitivo, dos quais 120 pontos iniciaram em 90 propriedades rurais, 78 pontos na Terra Indígena Kadiwéu, 1 ponto na Unidade de Conservação Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro e 40 pontos em áreas não identificadas.

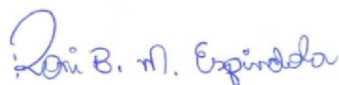
A respeito do impacto que esses 239 pontos de ignição causaram, verificou-se que o fogo iniciado nas 90 propriedades se espalhou por mais 379 imóveis rurais. Verificou-se ainda que o fogo iniciado no Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro prejudicou 6 propriedades e o fogo iniciado na Terra Indígena Kadiwéu impactou 3 outras propriedades rurais.

A classificação dos 161 pontos de ignição ocorridos fora da Terra Indígena Kadiwéu, verificou que a maior parte deles ocorreu em formação campestre conforme a Classificação do Uso e Cobertura do Solo disponibilizada pelo Mapbiomas (52%).

Por outro lado, como mais de 60% dos pontos de ignição analisados ocorreram distantes de estradas, margem de rio e rede elétrica, e prioritariamente em áreas campestres e de vegetação nativa de propriedades rurais, é provável que os pontos de ignição dos incêndios tenham correlação com as atividades agropastoris desenvolvidas no Pantanal.

Por fim, as geotecnologias nos permitem extrair informações via sensoriamento remoto a partir da regressão das cicatrizes até o ponto inicial das ignições.

Campo Grande, 05 de março de 2021.



Roni Berto Medina Espindola

Assessor em Ciências da Terra - Matrícula n. 801351-9
Geógrafo - Especialização em Gestão Ambiental –
CREA/MS n. 17171 D



Ananda Rodrigues Oliveira

Chefe de Núcleo de Arquivos Georreferenciados -
Matrícula n. 802260-7
Eng^a. Ambiental - CREA/MS n. 62.608 D

*Colaboração dos estagiários do NUGEO

SIMP: 000675-097/2020

SAT: 5474

COMARCA: Cuiabá

PROMOTORIA DE JUSTIÇA: 16ª Promotoria de Justiça Cível de Cuiabá

ASSUNTO: Queimadas no Pantanal Mato-grossense no ano 2020

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 006/2020

1 OBJETO

Trata-se de solicitação da 16ª Promotoria de Justiça Cível de Cuiabá para, utilizando-se de sensoriamento remoto, avaliar os impactos dos incêndios e queimadas que ocorreram em 2020 no Pantanal Mato-grossense, sobretudo relacionados a área coberta por fumaça, as emissões de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera e os locais de ignição de fogo.

2 HISTÓRICO

A 16ª Promotoria de Justiça Cível de Cuiabá instaurou inquérito civil para apurar a omissão do Estado de Mato Grosso na aplicação do art. 6º, da Lei Estadual nº 8.830, de 21 de janeiro 2008, o que permitiu um verdadeiro estado de abandono em relação ao pantanal que, por consequência, gerou vários desequilíbrios, como o aumento exponencial de biomassa sem acompanhamento estatal e ações devastadoras em seu bioma, especialmente os incêndios que provocaram a emissão de toneladas de fumaça (CO₂) no ar em nosso Estado, afetando de morte o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, premissa do Estado Socioambiental moderno.

Assim, foi solicitado apoio técnico para confecção de relatório quanto aos incêndios que ocorreram na região do Pantanal Mato-grossense. O objetivo foi identificar, por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento, informações sobre a coluna de fumaça que se formou na região, as emissões de gases do efeito estufa e os locais de ignição dos incêndios no Pantanal.

Este relatório técnico foi elaborado no âmbito do projeto Satélites Alertas, que constitui instrumento institucional para concretizar o fortalecimento da atuação do MPMT no combate ao desmatamento ilegal e queimadas no Mato Grosso, conforme macro ação definida no Planejamento Estratégico Institucional para o quadriênio 2020/2023.

3 MATERIAIS UTILIZADOS

Foram utilizados os seguintes materiais para confecção do relatório técnico:



- Imagens do sensor MODIS/Aqua (Fonte: NASA);
- Imagens processadas de índice de Densidade Óptica Atmosférica (fonte: INPE);
- Informações e bibliografia correspondente aos índices de poluição;
- Cicatrizes de queimadas produto AQ 1km de resolução espacial (fonte: INPE - Programa Queimadas 2020);
- Literatura especializada sobre biomassa da vegetação do bioma Pantanal e sobre emissão de gases de efeito estufa pela combustão da biomassa;
- Mapa de áreas queimadas disponível no *Global Fire Emissions Database* (fonte: NASA, USA);
- Imagens de satélite da constelação PlanetScope disponíveis na plataforma SCCON da Santiago & Cintra, adquiridas via programa REM-MT;
- Base geográfica do cadastro ambiental rural de imóveis rurais de Mato Grosso (fonte SIMCAR-SEMA);
- Mapa de áreas de terras indígenas de Mato Grosso (fonte: FUNAI);
- Mapa de áreas de unidades de conservação em Mato Grosso (fonte: SEMA-MT);
- Software ArcMap 10.1

4 MÉTODO

4.1 Estimativa da área de cobertura de fumaça no Pantanal Mato-grossense

Baseando-se nos dados disponíveis na plataforma Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/Queimadas, 2020)¹, realizou-se uma busca dos focos de calor no bioma Pantanal no Estado de Mato Grosso, a fim de identificar os meses em que os incêndios foram mais críticos. Em seguida, também na plataforma Queimadas, foram adquiridas imagens de índice de densidade óptica atmosférica durante o período de maior incidência de focos de calor na região. Assim, a área de solo coberta por fumaça no Pantanal foi estimada visualmente a partir da interpretação e vetorização das imagens do sensor MODIS/Aqua ao longo do período mais crítico na região utilizando o software ArcMap 10.1.

As imagens índice de densidade óptica atmosférica referem-se a poluentes atmosféricos como aerossóis e material particulado fino. Este índice é utilizado para quantificar a atenuação da radiação na atmosfera, sendo uma variável adimensional que varia de 0 a 1. Desta forma, o índice indica a quantidade de material absorvedor

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Programa Queimadas 2020, disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal> acessado em 2020.

e espalhador opticamente ativos no caminho atravessado pelo feixe de radiação (ECHER *et al.*, 2001)², em outras palavras, indica a capacidade da atmosfera em absorver a radiação proveniente do Sol, ou seja, quanto maior o valor apresentado pelo índice, maior a quantidade de aerossóis presente na atmosfera pela qual a radiação atravessa. Em contra partida, valores mais baixos indicam uma atmosfera limpa (apresentando menor quantidade de aerossóis na atmosfera).

O material particulado fino se refere a partículas de material sólido ou líquido suspenso no ar, podendo este ser na forma de poeira, aerossol, fumaça entre outros, que podem permanecer na atmosfera e percorrer longas distâncias, sendo classificado como material particulado fino toda matéria que apresente espessura menor ou igual a 2,5 micrometros. Sua produção ocorre principalmente nos processos de queima de biomassa, queima de combustíveis fósseis de origem veicular ou industrial, entre outros (SISAM)³.

Essas partículas dispersas na atmosfera são facilmente inaláveis e penetram profundamente no trato respiratório causando danos à saúde humana, como doenças respiratórias e cardiovasculares (SISAM). A relação deste material e sua influência na saúde Humana são exploradas nos estudos de Ignotti *et al.* (2010)⁴, Ignotti (2011)⁵, Vasconcelos *et al.* (2011)⁶, Carmo *et al.* (2013)⁷ e Paraiso e Gouveia (2015)⁸.

4.2 Estimativa de emissões de gases de efeito estufa (GEE)

As estimativas de emissões de gases de efeito estufa foram realizadas utilizando valores de referências de biomassa aérea consumida pelo fogo, por tipo de vegetação e por unidade de área queimada, e fatores de emissões dos principais gases do efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O), para o período proibitivo de queimadas em Mato Grosso no ano 2020, sendo o início em 01/07/2020 (Decreto Estadual n. 535, de 26/06/2020) e término em 15/11/2020 (Decreto Presidencial n. 10.424, de 15 de julho de 2020).

Para estimativa da área queimada por tipo de vegetação, considerou-se o mapa do bioma Pantanal (IBGE, 2019), os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/Queimadas, 2020), referentes ao mapeamento da área

² Echer, E., Souza, M.P. e Schuch, N. J., 2001 - A Lei de Beer Aplicada na Atmosfera Terrestre. Rev. Brasileira de Ensino. de Física, 23(3), p 276-283.

³ SISAM – Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde Ambiental, acessível através do link: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/sisam/v2/> acessado em 25/11/2020.

⁴ Ignotti, E. et al. Air pollution and hospital admissions for respiratory diseases in the subequatorial Amazon: a time series approach. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 26(4):747-761, abr, 2010.

⁵ Ignotti, J. C., Análise da exposição à poluição atmosférica e a ocorrência de malformações congênitas no Estado de Mato Grosso. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, UFMT, 70 p., 2011.

⁶ Vasconcelos, C. H. et al., Estudo da distribuição da tuberculose (TB) nos Estados do Amazonas e Rio Grande do Sul (2006 a 2009). Cad. Saúde Colet., Rio de Janeiro, 19 (4): p 461-466, 2011.

⁷ Carmo, C. N., Alves, M. B., Hacon, S. S., Impact of biomass burning and weather conditions on children's health in a city of Western Amazon region. Air Qual Atmos Health, n 6, p 517-52, 2013.

⁸ Paraiso, M. L. de S., Gouveia, N. Riscos à saúde devido à queima prévia de palha de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Brasil. Rev. Bras Epidemiol Jul-Set 18(3): 691-70, 2015.

queimada no bioma Pantanal no período de julho a novembro, com resolução espacial de 01 (um) km, e os tipos de vegetação no Pantanal mapeados pelo projeto RADAMBRASIL. A elaboração dos mapas e quantificação da área afetada por queimadas foram realizadas no software ArcMap 10.1.

A estimativa de biomassa aérea seca para Savana Parque foi obtida em Castro e Kauffman (1998)⁹, para Floresta Estacional Semidecidual em Righi *et al.* (2009)¹⁰, e para Savana Arborizada e Savana Gramíneo-lenhosa em Roquette (2018)¹¹. A biomassa aérea seca consumida pelo fogo foi calculada utilizando os fatores de combustão descritos na literatura, conforme os índices:

- Floresta Estacional Semidecidual (Fae) = 0,71 (RIGUI *et al.*, 2009);
- Savana Arborizada (Sd) = 0,33 (CASTRO e KAUFFMAN, 1999);
- Savana Parque (Sps) = 0,54 (CASTRO e KAUFFMAN, 1999);
- Savana Gramíneo-lenhosa (Sgs) = 0,84 (CASTRO e KAUFFMAN, 1999);

Assim, a partir da quantificação da biomassa aérea consumida pelo fogo nas áreas queimadas do Pantanal, no período de 01/07/2020 a 15/11/2020, as emissões de gases do efeito estufa foram estimadas para os principais gases, ou seja, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) (IPCC, 2019)¹², utilizando os fatores de emissão descritos em Andreae (2019)¹³, correspondentes a 1.660 g de CO₂ kg⁻¹ de biomassa seca queimada; a 2,7 g de CH₄ Kg⁻¹ de biomassa seca queimada; e 0,17 g de N₂O kg⁻¹ de biomassa seca queimada. Fatores de emissão consistem em índices que estimam a massa de determinado gás emitido pela combustão de uma unidade de biomassa seca (ANDREAE, 2019). Dessa forma, as quantidades de gases do efeito estufa emitidas foram estimadas conforme a seguinte fórmula:

$$CO_2; CH_4; NO_2 = (gbFE \times feFE) + (gbSA \times feSA) + (gbSP \times feSP) + (gbSG \times feSG)$$

Em que:

FE = Floresta Estacional Semidecidual

SA = Savana Arborizada

SP = Savana Parque

⁹ Castro, E. A.; Kauffman, B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology*, n. 14, p 263 – 283, 1998.

¹⁰ Righi, C. A. et al. Burning in the Amazonian tropical forest in Brazil's Arc of Deforestation: Biomass, burning efficiency and charcoal formation. *Forest Ecology and Management*, v. 11, n. 258, p 2535 – 2546, 2009.

¹¹ Roquette, J. G. Distribuição da biomassa no Cerrado e a sua importância na armazenagem do carbono. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1350 – 1363. 2018

¹² IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland, 2019.

¹³ Andreae, M. O. Emission of trace gases and aerosol from biomass burning – an updated assessment. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, p. 8523-8546, 2019.

SG = Savana Gramíneo-lenhosa

gb = biomassa aérea consumida pelo fogo por tipo de vegetação

fe = fator de emissão do respectivo gás do efeito estufa

4.3 Identificação dos locais de ignição dos incêndios no Pantanal Mato-grossense

As áreas queimadas no período proibitivo em Mato Grosso (01/07/2020 a 15/11/2020) mapeadas pela NASA e disponibilizadas na plataforma *Global Fire Emissions Database*, foram inseridas na plataforma SCCON para identificação dos locais onde ocorreram as ignições dos incêndios no Pantanal Mato-grossense utilizando imagens diárias de alta resolução da constelação de satélites PlanetScope. Os locais onde ocorreram as ignições de fogo foram classificadas da seguinte forma:

- I. Área de pastagem;
- II. Área em processo de formação de pastagem;
- III. Área com vegetação natural nas margens de estradas de acesso particular;
- IV. Área com vegetação natural nas margens de estradas de acesso público;
- V. Área com vegetação natural sem acesso ou com acesso por meio da rede hidrográfica.

Ainda, as coordenadas geográficas dos locais de ignição de fogo que provocaram os incêndios e queimadas no Pantanal Mato-grossense, foram intersectados com as bases geográficas do cadastro ambiental rural, terras indígenas e unidades de conservação.

5 ANÁLISE TÉCNICA

5.1 Seja informado o tamanho da fumaça gerada pelos incêndios no Pantanal

A série temporal de focos de calor para o bioma Pantanal em Mato Grosso evidencia que no ano de 2020, partindo do mês de março de 2020 até a data deste relatório, todos os meses apresentaram número de focos acima da média histórica anual, que teve início em 1998, sendo observado recordes de focos de calor para os meses março, abril, julho, setembro e outubro (figura 1). Com o intuito de capturar a dinâmica a qual a coluna atmosférica foi submetida nos meses de maior incidência de focos de calor, utilizou-se as imagens de índice de densidade óptica atmosférica no período de agosto (mês em que houve um aumento acentuado nos focos de calor) a outubro (mês em que houve uma queda acentuada nos focos de calor). E para realizar a estimativa da área coberta por fumaça foram utilizadas imagens do sensor MODIS/Aqua.

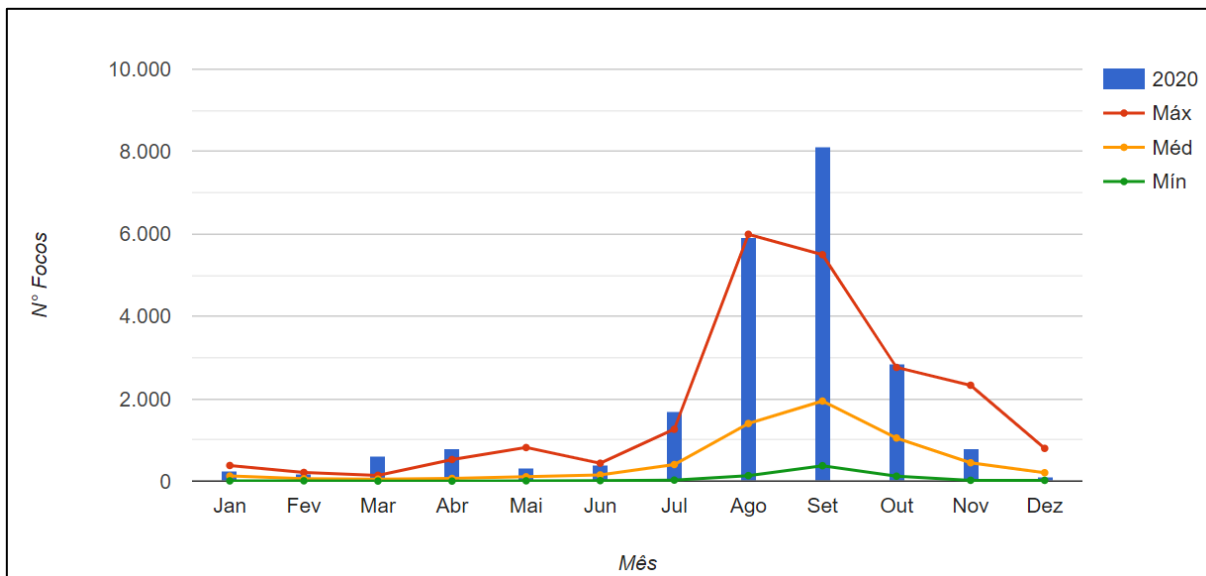


Figura 1 - Comparativo mensal dos dados do ano de 2020 com os valores máximos, médios e mínimos, no período de 1998 até 25/11/2020 para o bioma Pantanal. Fonte: INPE/Queimadas 2020.

Dentro do período de análise das imagens de índice de densidade óptica atmosférica, verificou-se que os maiores valores de índices sobre o Pantanal Mato-grossense foram atingidos nos dias 05/08/2020 (figura 2), 16/08/2020 (figura 3), 17/08/2020 (figura 4), 29/08/2020 (figura 5), 31/08/2020 (figura 6), 04/09/2020 (figura 7), 07/09/2020 (figura 8), 14/09/2020 (figura 9), 15/09/2020 (figura 10), 18/09/2020 (figura 12), 05/10/2020 (figura 12) e 06/10/2020 (figura 13).

SATÉLITES ALERTAS

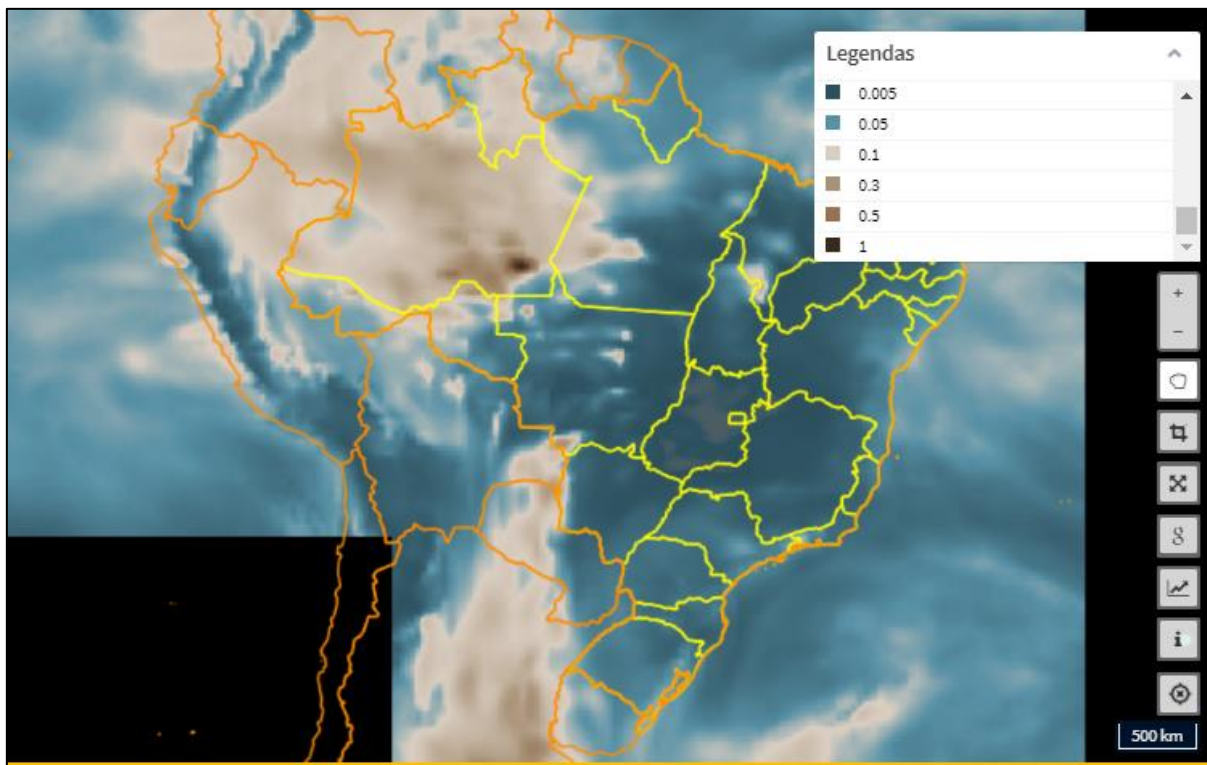


Figura 2 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor variando entre 0,1 e 0,3 no dia 05/08/2020.

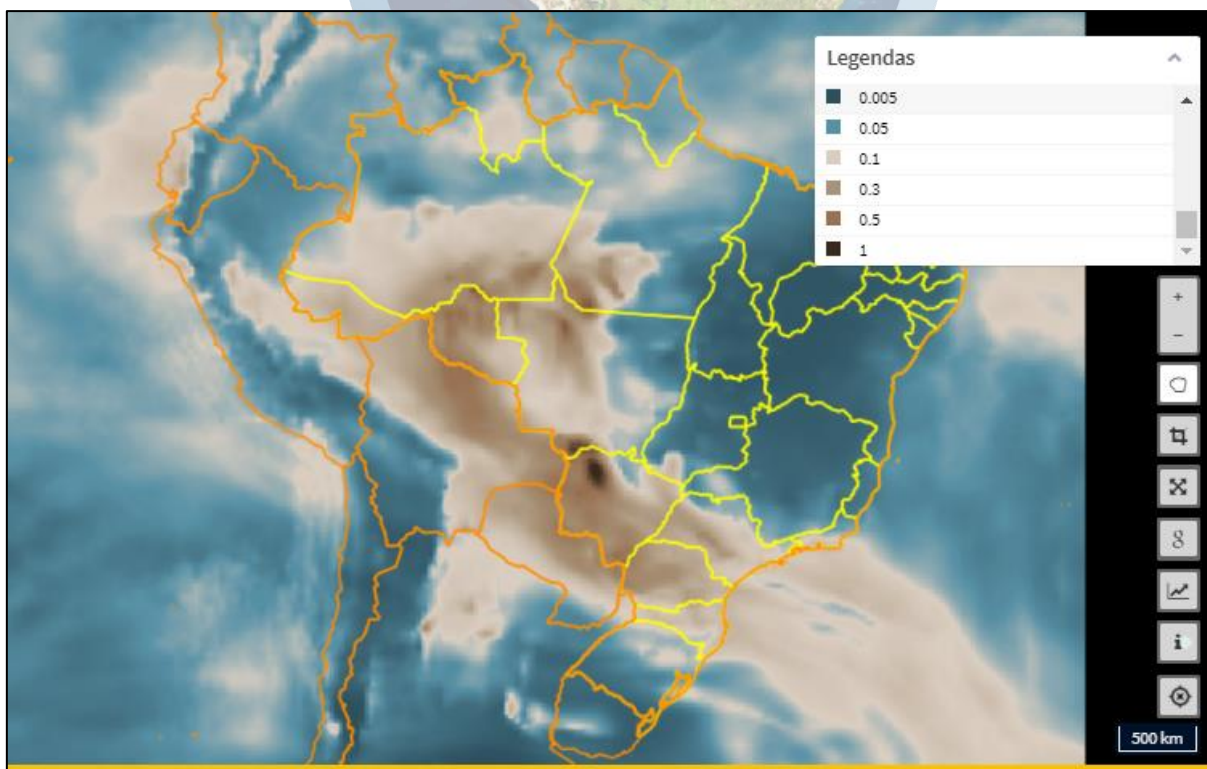


Figura 3 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor variando entre 0,3 e 1,0 no dia 16/08/2020.

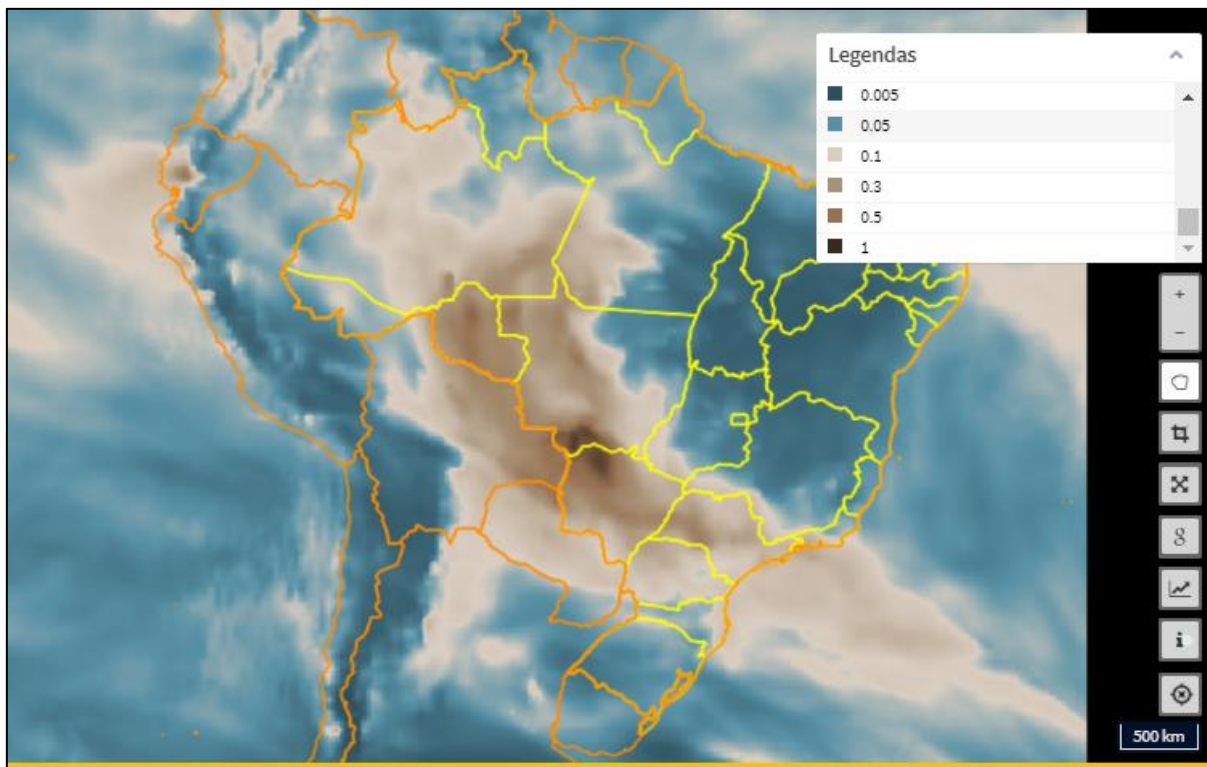


Figura 4 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor variando entre 0,3 e 0,5 no dia 17/08/2020.

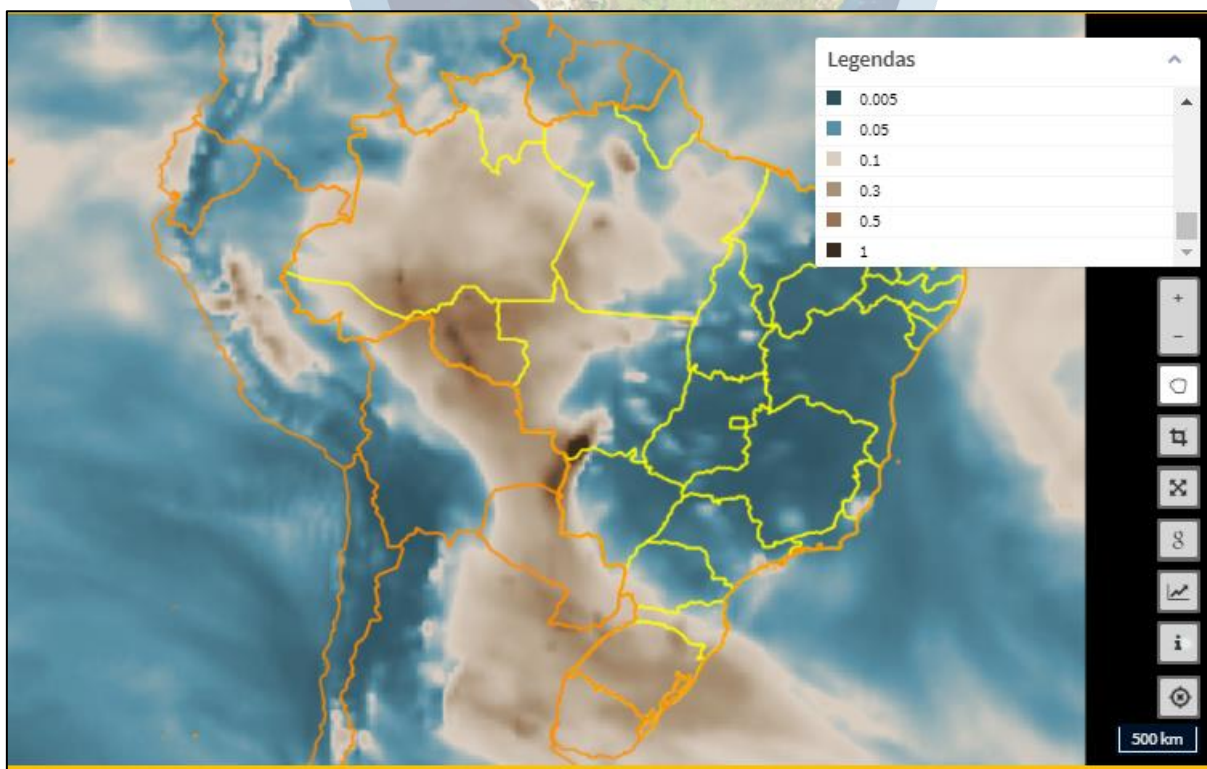


Figura 5 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor variando entre 0,3 e 1,0 no dia 29/08/2020.

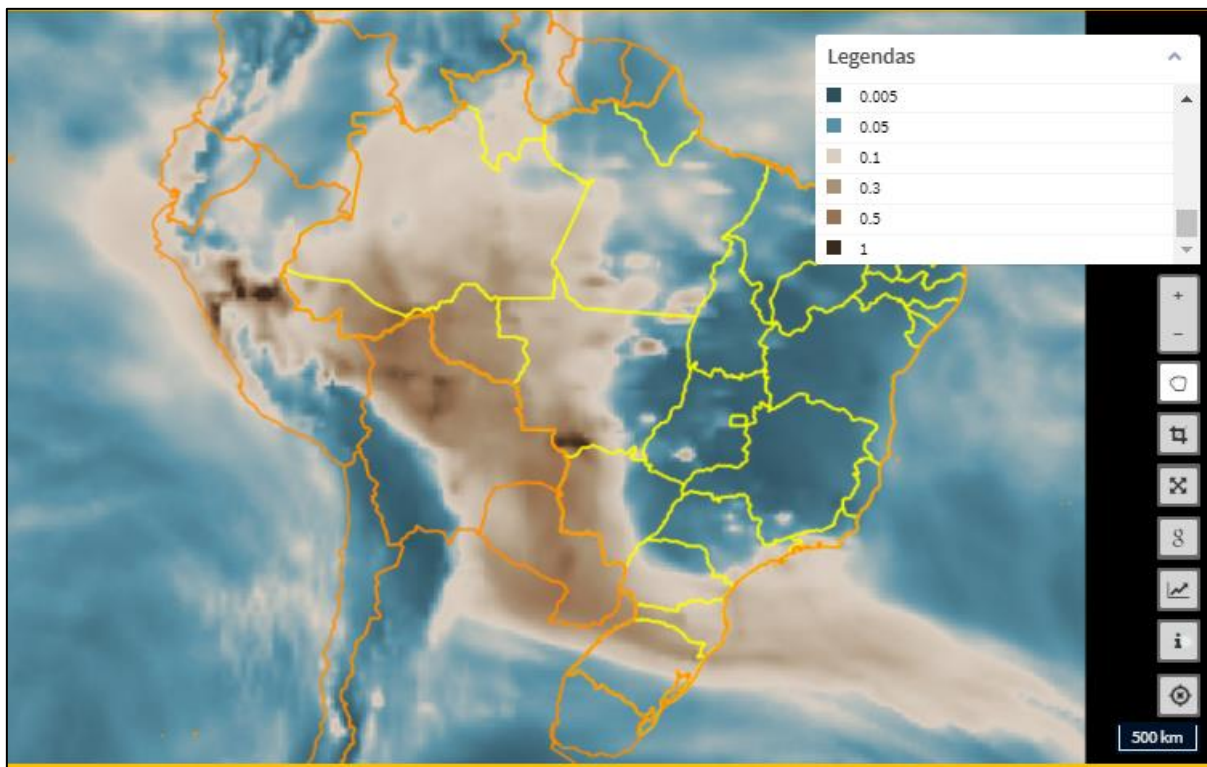


Figura 6 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor variando entre 0,5 e 1,0 no dia 31/08/2020.

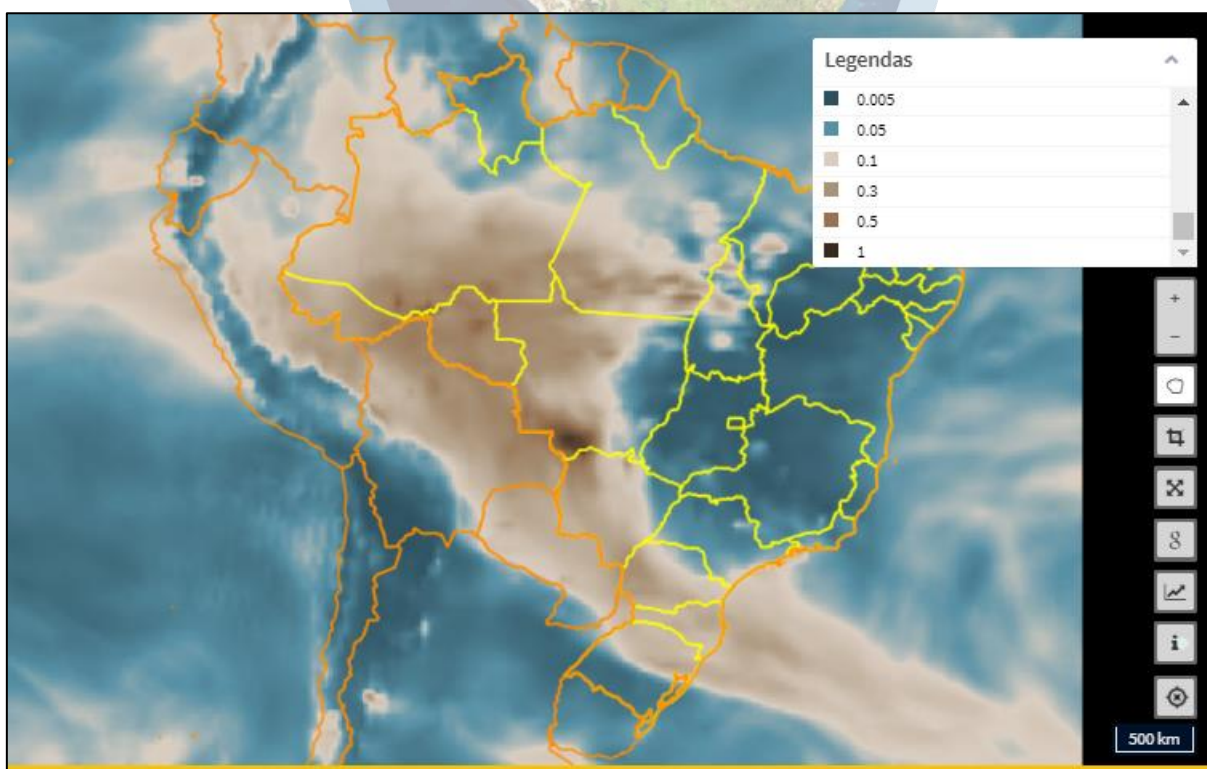


Figura 7 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor variando entre 0,3 e 1,0 no dia 04/09/2020.

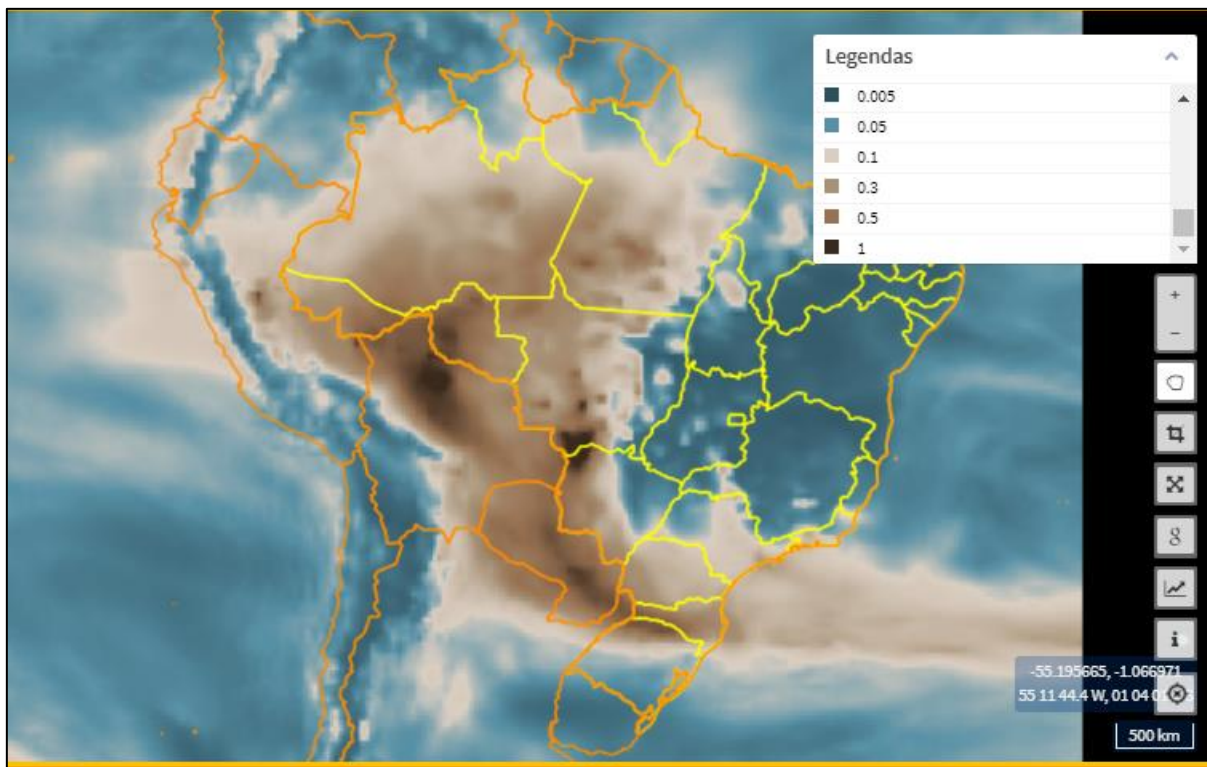


Figura 8 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor variando entre 0,3 e 1,0 no dia 07/09/2020.

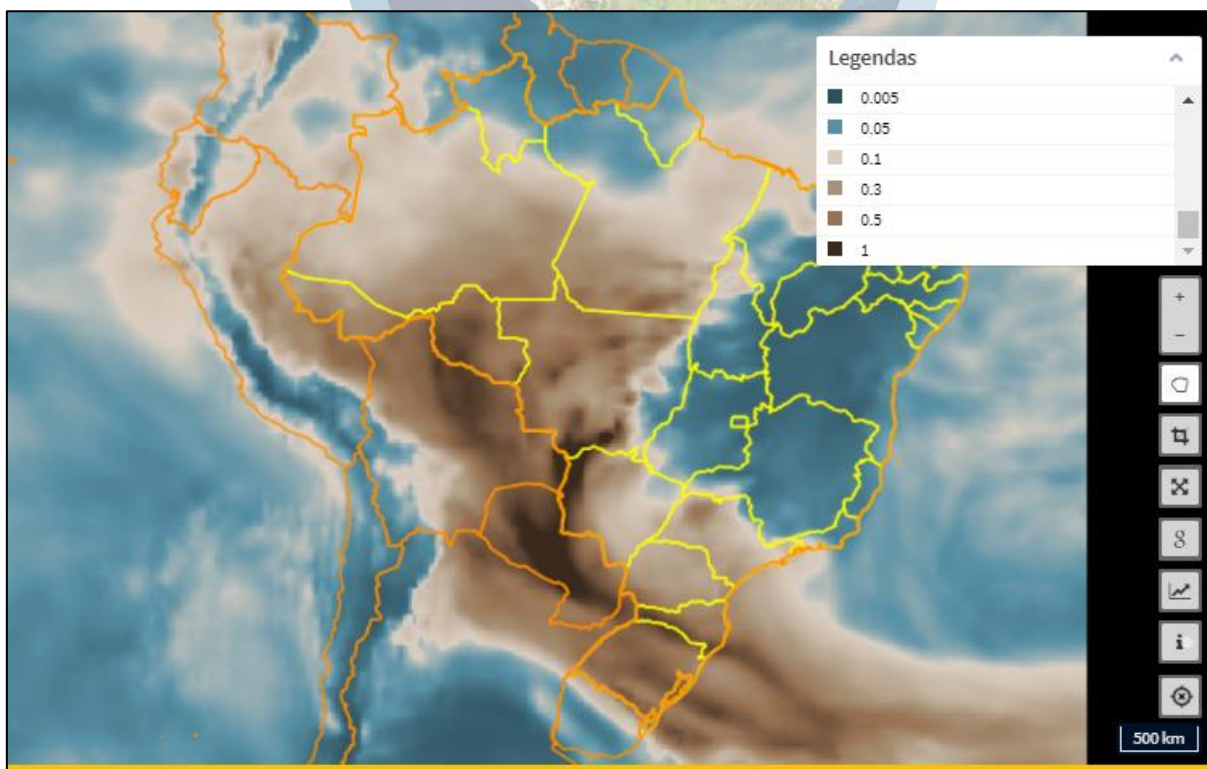


Figura 9 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor variando entre 0,3 e 1,0 no dia 14/09/2020.

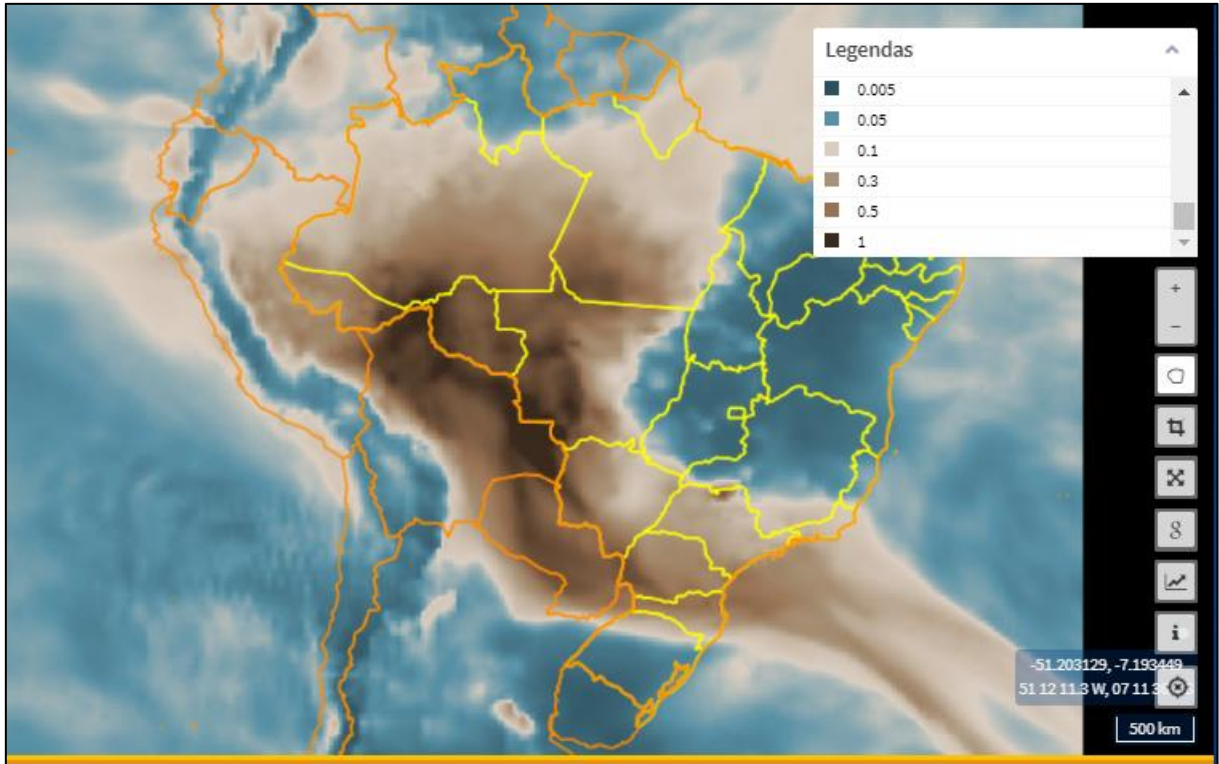


Figura 10 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor variando entre 0,3 e 1,0 no dia 15/09/2020.

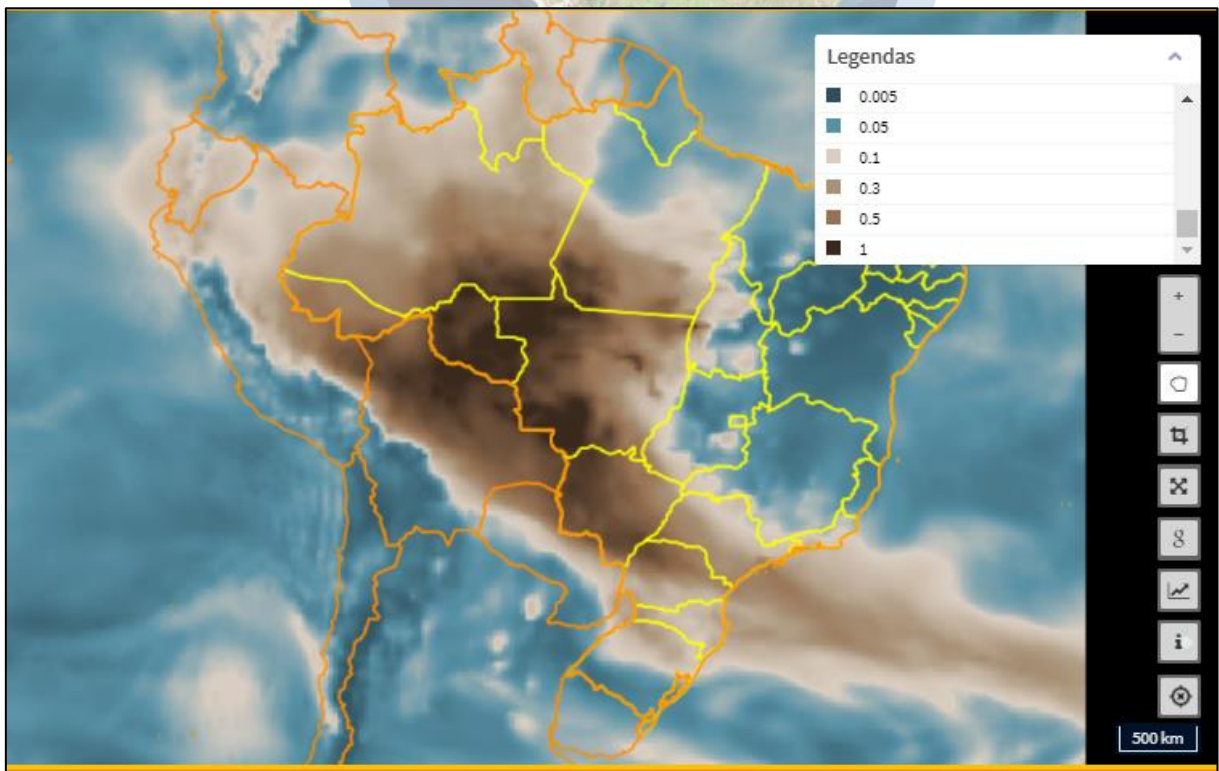


Figura 11 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor 1,0 no dia 18/09/2020.

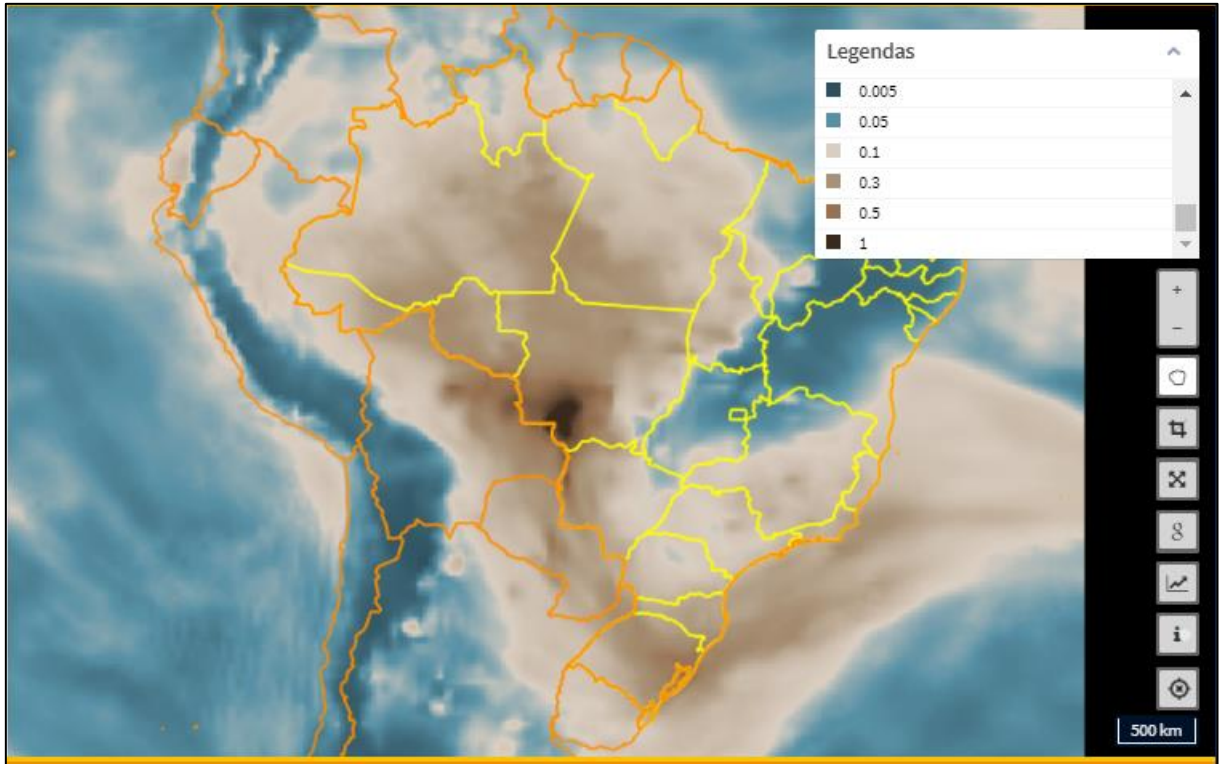


Figura 12 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor variando entre 0,3 e 1,0 no dia 05/10/2020.

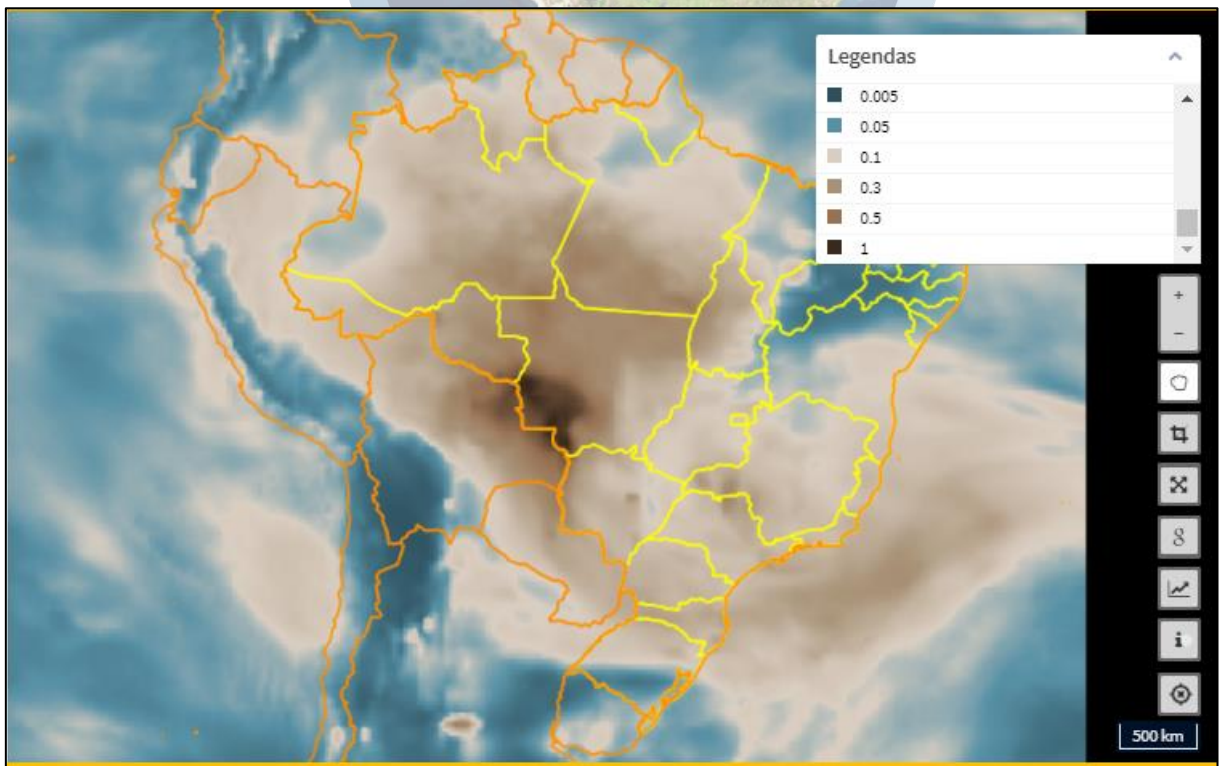


Figura 13 - Índice sobre o bioma Pantanal apresentando valor variando entre 0,3 e 1,0 no dia 06/10/2020.

A dinâmica apresentada nas imagens, com os maiores valores do índice de densidade óptica atmosférica observados sobre o bioma Pantanal, refletem a situação a qual o bioma foi exposto com a ocorrência das queimadas. Observa-se que, em Mato Grosso, a região do Pantanal foi a que mais apresentou elevadas concentrações de poluentes atmosféricos desde o início até o término do período proibitivo de queimadas no Estado. Observa-se ainda, a contribuição das queimadas de outros biomas e regiões do Brasil, bem como de outros países, que pelo deslocamento das massas de ar devido aos fenômenos de circulações atmosféricas, também contribuíram com poluentes para formar a coluna de fumaça que cobriu boa parte do Brasil no período proibitivo de queimadas, embora em menores intensidades de concentração de poluentes em relação à fumaça fruto da combustão da vegetação do Pantanal. A dinâmica completa do deslocamento da coluna de fumaça pode ser observada no anexo 1.

De acordo com a imagem do sensor MODIS/Aqua, no período de maior incidência de focos de calor, a área de solo coberta pela coluna de fumaça observada no Pantanal Mato-grossense foi de 610.090,19 ha em 22/07/2020, já no início do período proibitivo de queimadas, até 5.350.979,22 ha no dia 07/09/2020, data em que se observou que 100% do Pantanal Mato-grossense foi coberto por fumaça (figura 14).



SATÉLITES ALERTAS



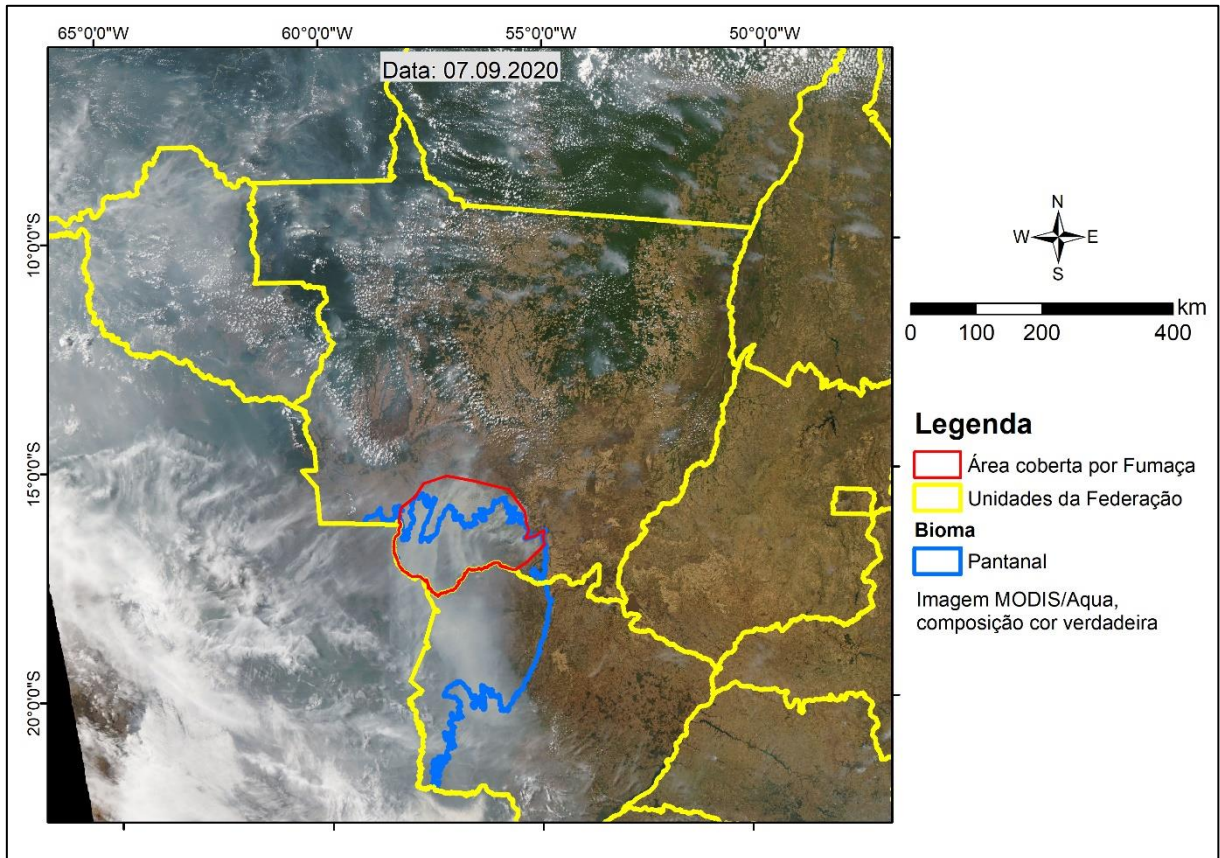


Figura 14 - Delimitação da área coberta por fumaça no bioma Pantanal no dia 07/09/2020.

Ressalta-se que se trata de uma quantificação de área a nível de solo coberta pela fumaça e que esta está sujeita a alterações devido a dinâmicas da atmosfera em meso e macro escala, carreando partículas de outras áreas por influências de massas de ar e barreiras físicas decorrentes do relevo. Assim, a área calculada sobre o Pantanal foi estimada a partir da interpretação das imagens de satélite, em que foram observadas as maiores áreas de fumaça cobrindo o Pantanal no período mais crítico dos incêndios na região, podendo haver influências de queimadas de outras regiões, sobretudo daquelas em que os índices de densidade óptica atmosférica estiveram elevados no período de análise. A dinâmica das imagens MODIS/Aqua para o período observado encontra-se no anexo 2.

5.2 Seja informado, por meio de imagens de satélite, o período em que a fumaça gerada pelos incêndios no Pantanal pode ser detectada (dias, meses)

Foi possível identificar poluentes atmosféricos no Pantanal Mato-grossense a partir de agosto/2020 até a data do presente relatório, conforme pode ser observado nas figuras apresentadas no quesito 5.1.

5.3 Seja informado quantas toneladas de biomassa foram queimadas e o volume de CO₂ expelido na atmosfera, levando-se em consideração que 40% do Pantanal em Mato Grosso foi destruído, segundo dados do IBAMA, em parceria com o Prevfogo e o Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais da UFRJ.

De acordo com os dados do Programa Queimadas do INPE no período de 01/07/2020 a 15/11/2020 foi queimada uma área igual a 2.311.039,8438 ha Pantanal Mato-grossense (figura 15). Após a intersecção das áreas queimadas com o mapa de vegetação do projeto RADAMBRASIL (figura 16), verificou-se que 2.257.833,4667 hectares de vegetação foram queimados, equivalente a 42,19% do bioma em Mato Grosso. A diferença de área apresentada entre a vegetação e área queimada, deve-se a resolução dos dados de área queimada, a qual, ocasionalmente em virtude de sua resolução, acaba englobando alguns corpos d'água.

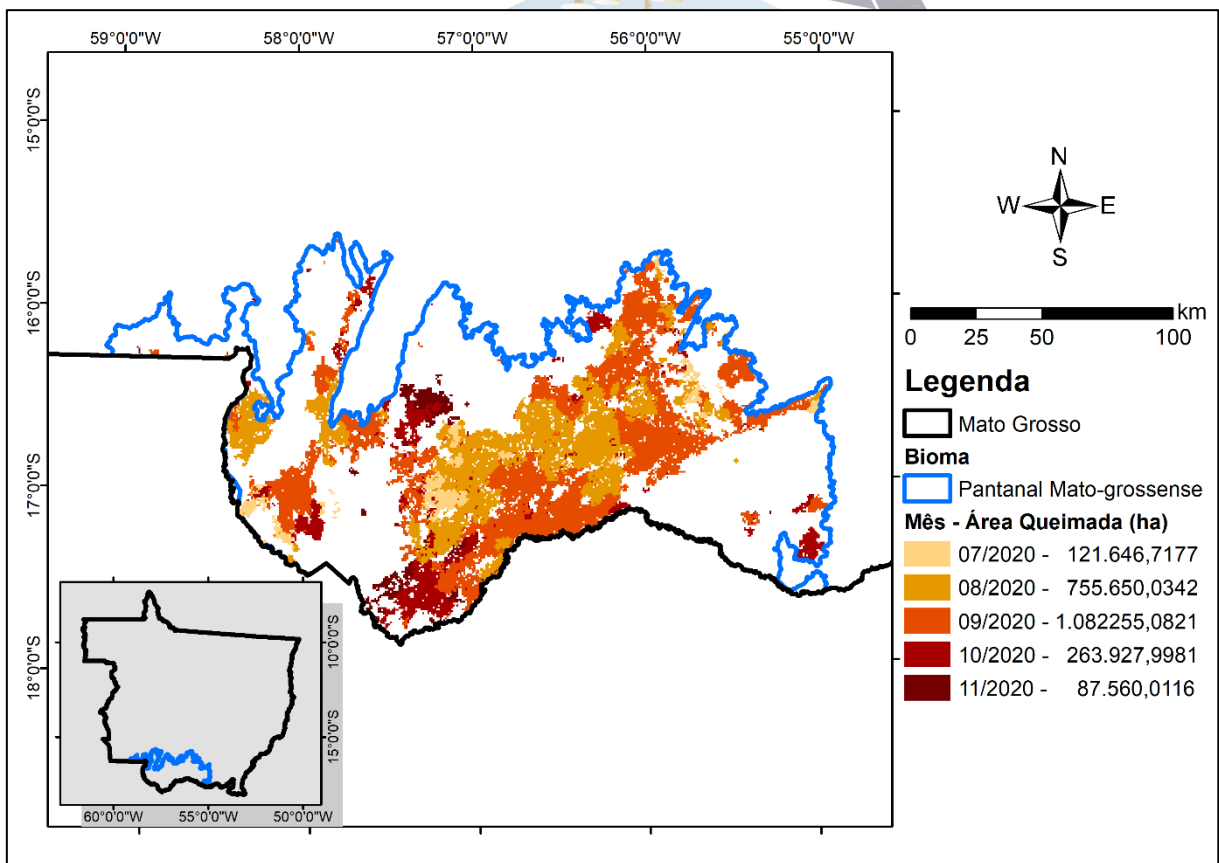


Figura 15 – Área afetada por queimadas no Pantanal Mato-grossense no período proibitivo de 2020, produto AQ1km, Fonte: INPE/Queimadas (2020).

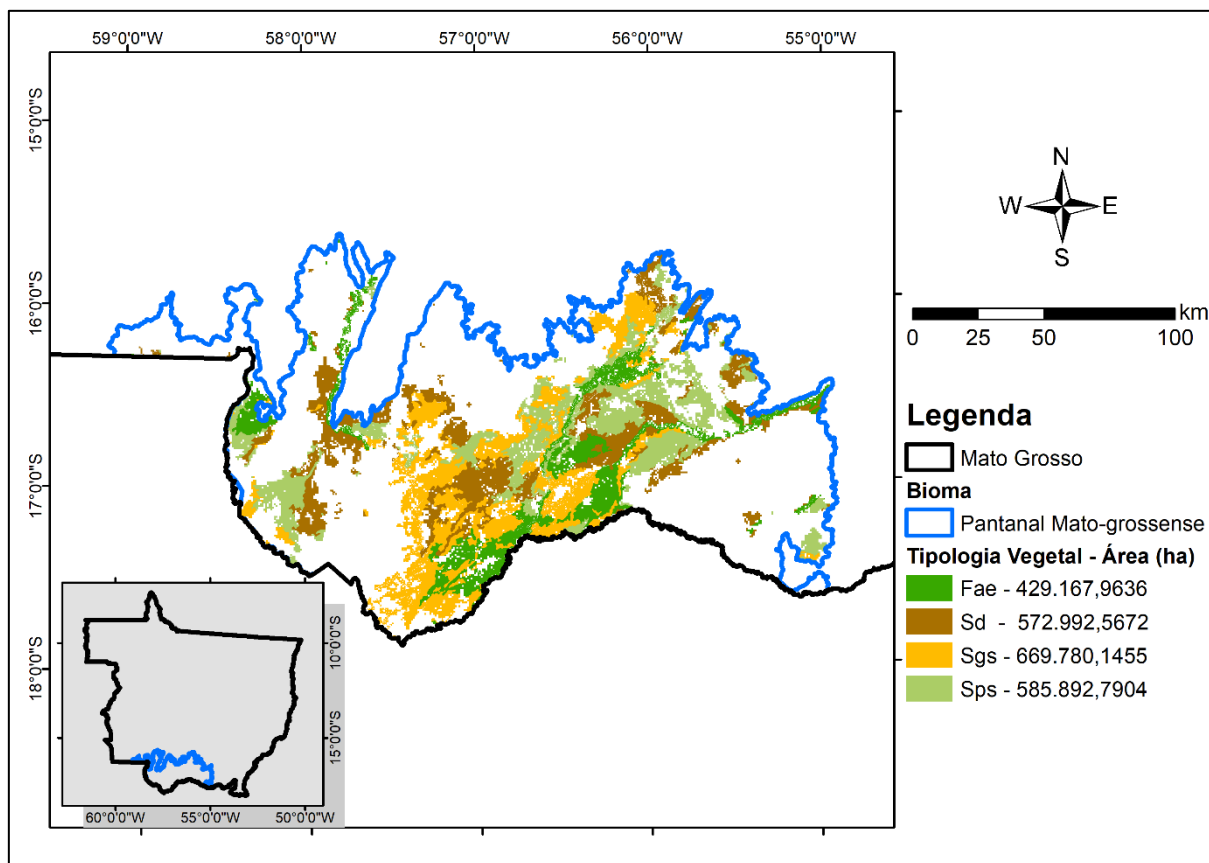


Figura 16 – Tipologias vegetais afetadas por queimadas no período proibitivo em Mato Grosso no ano 2020.

Assim, para fins de cálculos de estimativa de emissões de gases do efeito estufa, consta na tabela 1 a área por tipologia vegetal atingida por queimadas e as respectivas estimativas de biomassa aérea consumida pelo fogo. Na tabela 2, constam as estimativas de gases de efeito estufa emitidos na atmosfera a partir da combustão da biomassa vegetal. Cabe ressaltar, que foram calculadas as emissões decorrentes da combustão da biomassa vegetal acima do solo, excetuando-se as emissões decorrentes da matéria orgânica do solo e biomassa subterrânea queimadas, bem como provenientes da biomassa animal impactada pelos incêndios.

Tabela 1 - Biomassa consumida pelo fogo no período proibitivo de queimadas de 2020 no Pantanal Mato-grossense em suas respectivas tipologias vegetais.

Tipologia vegetal	Biomassa aérea (Mg ha ⁻¹)	Área queimada (ha)	Fator de combustão	Biomassa consumida pelo fogo (Mg)
Floresta Estacional Semidecidual (Fae)	219,30	429.167,96	0,71	66.822.739,44
Savana Arborizada (Sd)	25,98	572.992,57	0,33	4.912.494,48
Savana Gramíneo-Lenhosa (Sgs)	9,72	669.780,15	0,84	5.468.620,93
Savana Parque (Sps)	24,80	585.892,79	0,54	7.846.276,25

Total

85.050.131,09

Tabela 2 - Estimativas de emissões de gases de efeito estufa pelas queimadas no período proibitivo de queimadas de 2020 no Pantanal Mato-grossense.

Gás de Efeito Estufa (GEE)	Biomassa consumida pelo fogo (Mg)	Fator de Emissão (Mg de gás/Mg de biomassa consumida pelo fogo)	Total de emissões (Mg)
CO ₂	85.050.131,09	1,66	141.183.217,61
CH ₄		0,0027	229.635,35
N ₂ O		0,00017	14.458,52
Total de GEE emitidos na atmosfera			141.427.311,49

5.4 Levando-se em conta a quantidade de CO₂ liberada na atmosfera pelas queimadas do Pantanal, é possível afirmar que o Brasil pode não cumprir, ou não cumprirá, a meta de 2020 de emissão de CO₂ assumido no Acordo de Paris?

De acordo com o relatório de análise das emissões de gases de efeito estufa elaborado pelo Observatório do Clima (SEEG, 2020)¹⁴, o Brasil tem metas de redução das emissões dos gases de efeito estufa de 36,1% e 38,9% até 2020, definidas pela Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), e de reduções de emissões de 37%, até 2025, e 43%, até 2030, com relação as emissões verificadas em 2005, que foram inscritas na contribuição nacionalmente determinada (NDC) com a promulgação do Acordo de Paris.

Conforme SEEG (2020), houve aumento das emissões desde a publicação da PNMC até 2016, com uma leve queda no ano 2017 e novo aumento no ano 2018 continuando em alta até o presente. Estima-se que o Brasil no ano de 2019 teve emissões brutas de 2,17 GtCO₂, implicando em um aumento de 9,6% em relação ao ano 2018. Ainda, a projeção da SEEG (2020) para o ano 2020 é de aumento em relação ao ano 2019 (figura 17).

¹⁴ SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e Suas Implicações para as Metas de Clima do Brasil 1970-2019. 41p. 2020, disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf acessado em: 02/12/2020.



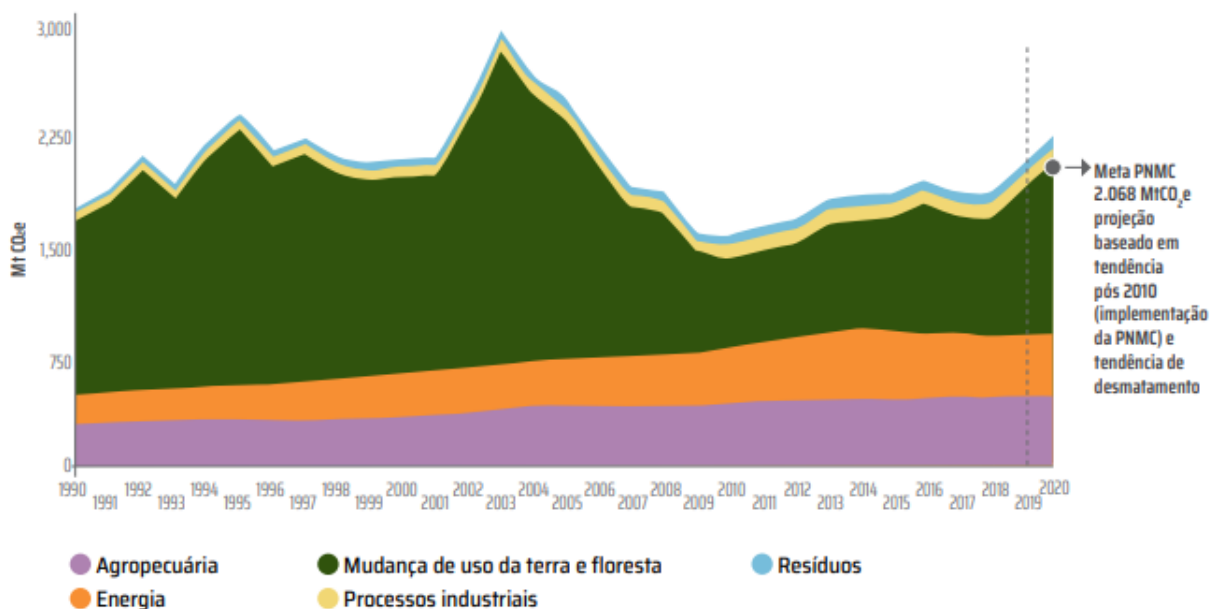


Figura 17 – Trajetória de emissões brutas do Brasil e projeção de emissões para 2020. Fonte: SEEG (2020).

Portanto, considerando o aumento histórico de queimadas no Pantanal em 2020, bem como o aumento de 9,5% na taxa de desmatamento na Amazônia (PRODES 2020/INPE), é possível prever que o Brasil terá um aumento das emissões de CO₂ no ano 2020, tal como já apontado em SEEG (2020), descumprindo assim, as metas de reduções de emissões assumidas para 2020.

5.5 Identificação dos locais de ignição dos incêndios e queimadas no Pantanal Mato-grossense

A partir do mapa de áreas queimadas no período proibitivo no Estado Mato Grosso e imagens de satélites diárias com alta resolução (*PlanetScope*), identificou-se até a elaboração deste relatório 46 (quarente e seis) locais de ignição dos incêndios no Pantanal Mato-grossense. As imagens abaixo ilustram como foi feita a classificação dos locais de ignição de fogo (os alvos azuis nas imagens indicam o local de ignição).

ALERTAS

Área de pastagem



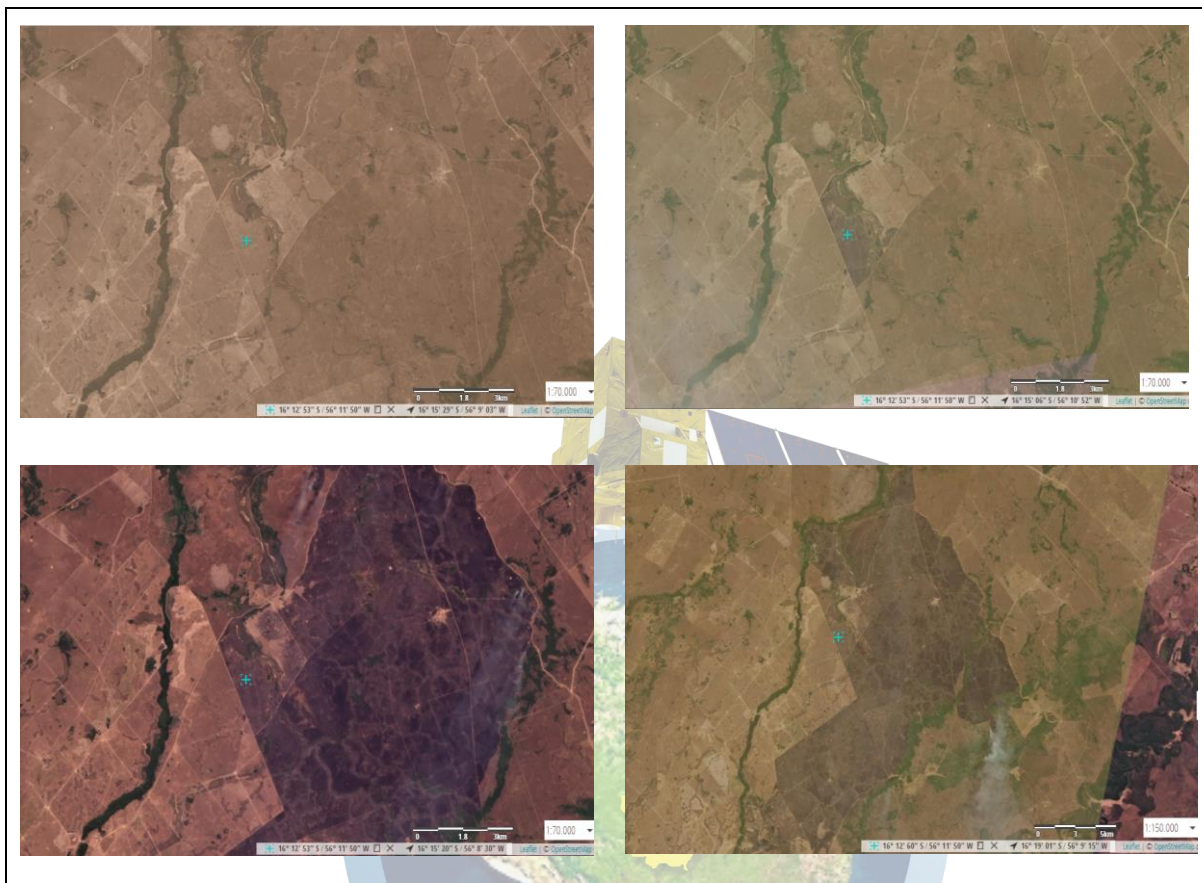


Figura 18 – Dinâmica temporal de queimada cuja ignição do fogo ocorreu em área de pastagem.

Área em processo de formação de pastagem



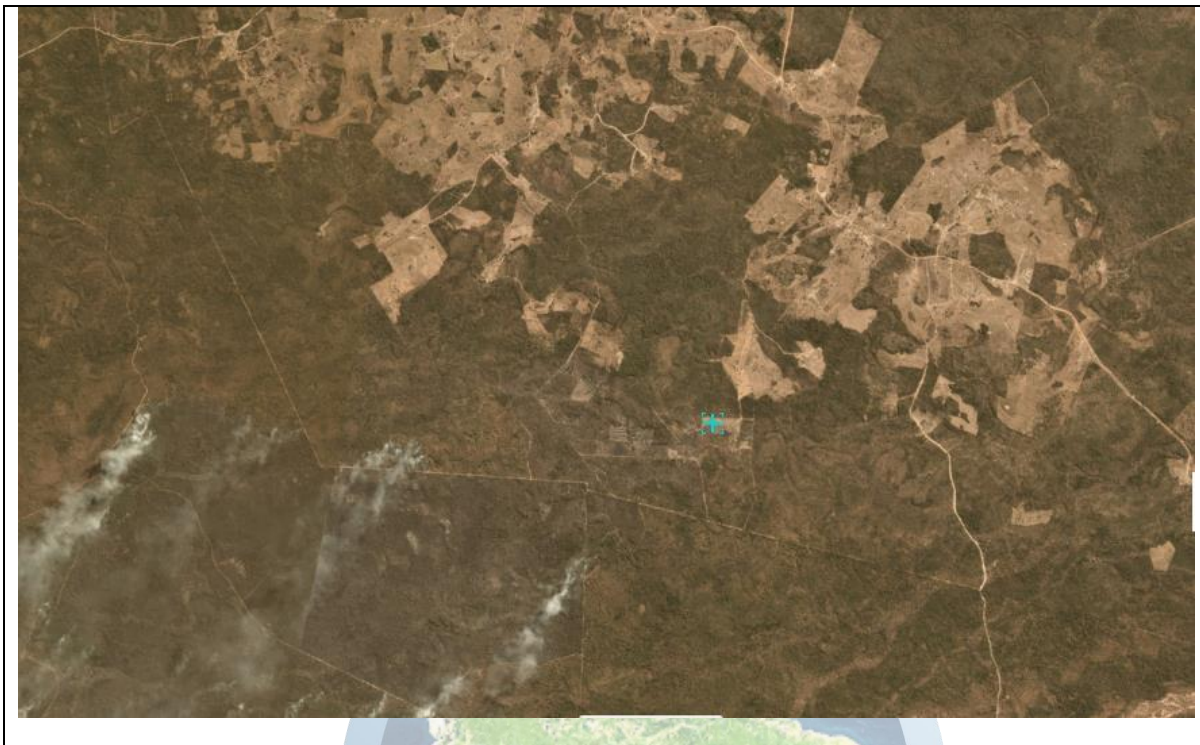


Figura 19 – Dinâmica temporal de queimada cuja ignição do fogo ocorreu em área em processo de formação de pastagem (queima de resíduos de desmatamento em área adjacente a pastagem).

Área com vegetação natural nas margens de estradas de acesso particular





Figura 20 – Dinâmica temporal de queimada cuja ignição do fogo ocorreu em área de vegetação natural dentro de imóvel rural com acesso por estradas internas do imóvel.

Área com vegetação natural nas margens de estradas de acesso público



Figura 21 – Dinâmica temporal de queimada cuja ignição do fogo ocorreu em área de vegetação natural próxima de vias públicas (saída da ponte Marechal Rondon em Cáceres-MT).

Área com vegetação natural sem acesso ou com acesso por meio da rede hidrográfica

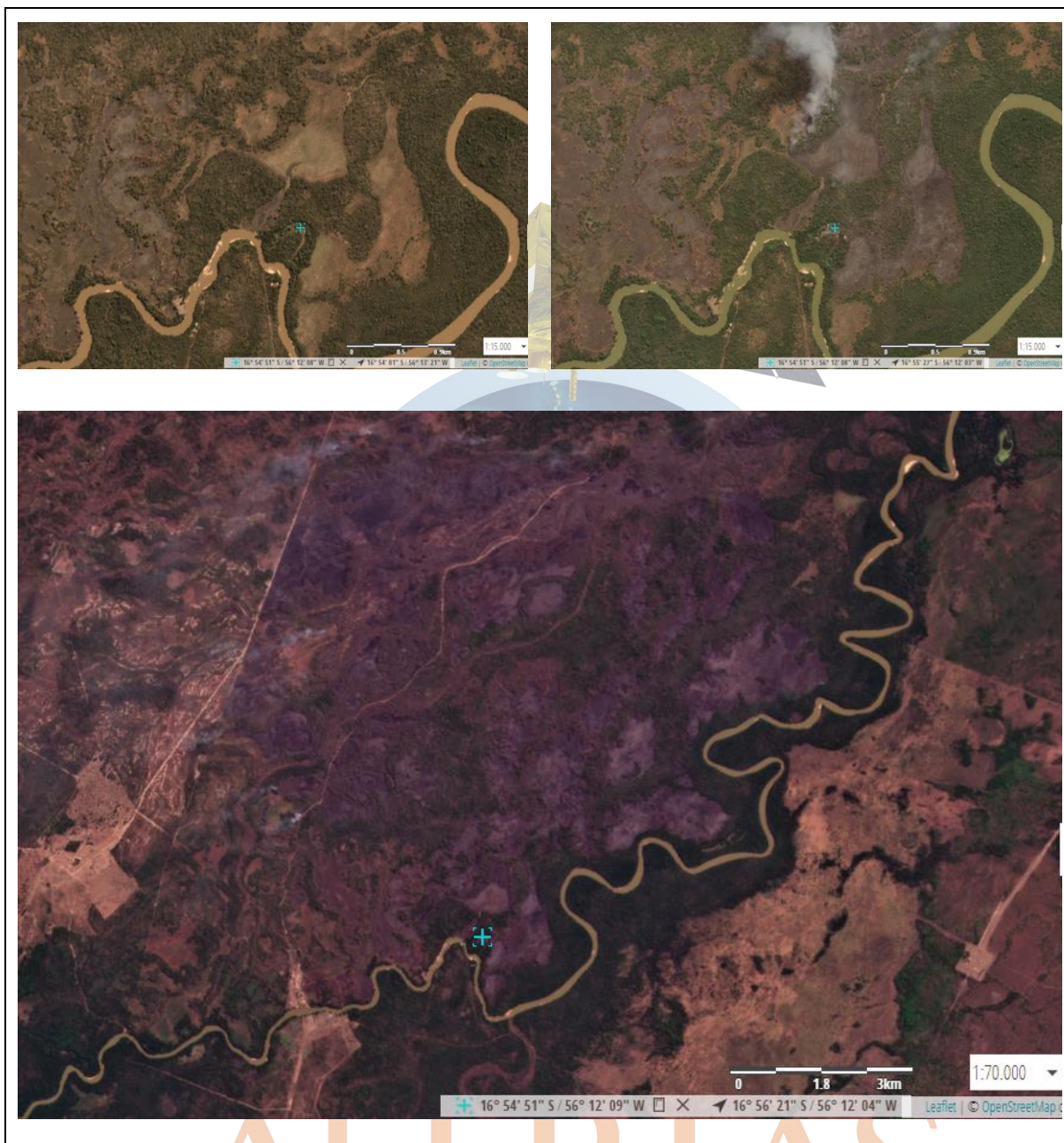


Figura 22 – Dinâmica temporal de queimada cuja ignição do fogo ocorreu em área de vegetação natural sem acesso ou com acesso pela rede hidrográfica (Terra Indígena Perigara).

A partir do levantamento realizado, identificou-se por meio de sensoriamento remoto que os locais de ignição dos incêndios foram, em sua maioria, em áreas que podem estar associadas com a atividade de pecuária, podendo chegar a valores acima de 80%, caso as áreas de vegetação natural com acessos por estradas particulares estejam em processo inicial de conversão para uso alternativo do solo. Além disso,

grande parte dos locais de ignição foram em áreas particulares com cadastro ambiental rural, o que permite a identificação dos responsáveis pela área e o monitoramento para garantir que não serão convertidas ilegalmente para atividades agropecuárias e identificar o nexo de causalidade do uso de fogo.

Tabela 3 – Locais de ignição de fogo no período proibitivo de queimadas de 2020 no Pantanal Mato-grossense.

Local de ignição	Número de ignições	%
Área de pastagem	5	11
Área em processo de formação de pastagem	25	54
Área com vegetação natural nas margens de estradas de acesso particular	12	27
Área com vegetação natural nas margens de estradas de acesso público	2	4
Área com vegetação natural sem acesso ou com acesso por meio da rede hidrográfica	2	4
TOTAL	46	100%

Tabela 4 – Identificação dos responsáveis pelos locais de ignição de fogo no período proibitivo de queimadas de 2020 no Pantanal Mato-grossense.

Tipo de imóvel	Número de ignições	%
Imóvel particular com CAR	35	76
Área sem CAR	9	20
Terra Indígena	2	4
TOTAL	46	100%

6 CONCLUSÃO

Verificou-se que o número de focos de calor registrados no Pantanal Mato-grossense no ano 2020 foi o maior da série histórica com dados desde 1998, com números recordes nos meses de março, abril, julho, setembro e outubro. Ainda, observou-se que o índice de densidade óptica atmosférica na região do Pantanal Mato-grossense foi a que mais apresentou valores indicando elevada concentração de poluentes ao longo de todo o período proibitivo de queimadas no Estado de Mato Grosso, cuja fumaça resultante da combustão da vegetação cobriu 100% do bioma e se expandiu para regiões adjacentes, bem como foi deslocada pelas massas de ar para outras regiões do Brasil.

A estimativa de gases do efeito estufa emitidos na atmosfera devido a combustão da vegetação do Pantanal Mato-grossense no período proibitivo de queimadas foi de

141.427.311,49 Mg, equivalente a 0,14 Gt, sendo 141.183.217,61 Mg de dióxido de carbono, 229.635,35 Mg de metano e 14.458,52 Mg de óxido nitroso. Assim, considerando que houve um aumento significativo das queimadas no Pantanal Mato-grossense, assim como dos desmatamentos na região amazônica (umas das maiores fontes de emissões de GEE no Brasil) e, ainda, considerando a previsão de aumento nas emissões totais de gases do efeito estufa no território brasileiro para o ano 2020 (SEEG, 2020), é muito provável que o Brasil não cumpra a meta de redução de emissões para o ano 2020, que foi estabelecida pela Política Nacional de Mudança Climática.

Por fim, verificou-se por meio da tecnologia de satélites adquirida pelo Governo do Estado de Mato Grosso, que consiste em uma constelação de satélites que fornecem imagens diárias com alta resolução espacial, que é possível localizar as áreas onde ocorreram as ignições de fogo em um espaço temporal diário. Dessa forma, foi identificado que a maioria dos locais onde os incêndios e/ou queimadas iniciaram (acima de 80%) em áreas que podem estar associadas com a atividade de pecuária. Assim, a partir do cruzamento dessas informações com a base de dados do SIMCAR foi possível detectar os responsáveis por cerca de 80% das áreas onde ocorreram as ignições dos incêndios e queimadas no Pantanal Mato-grossense.

7 ANEXOS

Anexo 1 – Dinâmica da cobertura de Fumaça sobre o bioma Pantanal e Índice de Densidade Ótica Atmosférica;

Anexo 2 – Mapas.

Este é relatório técnico contendo 24 (vinte e quatro) páginas e dois anexos.

Cuiabá, 17 de dezembro de 2020.

Italo Luiz Corrêa Lenzi
Engenheiro Florestal
Crea: MT043480

José Guilherme Roquette
Analista-Engenheiro Florestal
Crea: MT026668

