

Universidade de São Paulo  
Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas  
Departamento de Geografia

**Relação das Influências Fundiárias e do Uso e cobertura da terra na Dinâmica  
do Fogo no Bioma Pantanal de 2014 a 2023**

Martín Castro Mello d'Horta, n° Usp 4728562

Orientador: Prof. Dr. Fernando Shinji Kawakubo

**SÃO PAULO**

**Julho de 2025**

## **Agradecimentos**

Gostaria de começar agradecendo a minha família, primeiramente aos meus pais, Fernando Mendonça d’Horta e Carolina Castro Mello d’Horta, pelo apoio e suporte durante todo meu processo formativo, sem eles nada disso seria possível. A minha avó Elza, pelo quarto cedido que fiz de escritório e apoio em forma de café que me ajudou muito a superar as barreiras da presente pesquisa. Aos meus avós Ângela e Roberto, que também estiveram presentes e apoiando em todo o processo. E aos meus irmãos Luísa e Murilo que também sempre estiveram presentes.

Agradeço ao meu orientador, Fernando Shinji Kawakubo, por todas as reuniões, acompanhamentos e sugestões, sua presença foi fundamental para o andamento desta pesquisa, sem sua orientação e apoio este trabalho não seria possível.

À minha companheira, amiga, amante e namorada Ludmila de Vita, por todos os desabafos, carinhos e virgens, sua presença faz do mundo um lugar de afeto do qual sem ele este trabalho não se concretizaria.

Aos meus amigos que me acompanharam ao longo da graduação, Caetano Furquim, Gustavo Reis, Luiza Galeotti, Marcos Pereira, Fernanda Bozzi, Lorena Caiubí, Lis Levinsky e em especial a Luiza Izolan, que me acolheu e me ajudou imensamente ao longo da elaboração desta pesquisa, sem ela esse processo teria sido muito mais difícil e desgastante.

Agradeço também a Bruna Palma e a Patrícia do Prado, minhas eternas chefinhas com quem tive o prazer de trabalhar e aprender muito ao longo da minha formação, grande parte das ferramentas usadas no desenvolvimento deste trabalho foram elas que me apresentaram.

Á todos, muito obrigado, dedico essa pesquisa à cada um de vocês.

“Brasileiro, brasileiro  
Não joga sujeira debaixo do pano  
Brasileiro, brasileiro  
Não pega essa estrada  
Sabendo que é engano  
Vai, brasileiro  
Você nunca foi norte-americano  
Brasileiro, brasileiro  
Não faz mais sentido ficar reclamando  
Não sou bandoleiro  
Ouço a badalada

De um sino que vai tocando  
Bandeira, escudo, espada  
Amiga, pensando bem  
Pensando com o coração  
Não bote a cabeça a prêmio  
Procure outra direção  
Eu preciso que você viva  
Você precisa dessa canção”  
– Baiana System e Chico César

## **Resumo**

O presente trabalho analisa a geografia dos incêndios no bioma Pantanal, entre 2014 e 2023, através da correlação entre o uso e cobertura da terra, estrutura fundiária e frequência de queima. A análise estruturou com base em dados públicos históricos do sensoriamento remoto (Plataforma Mapbiomas e NASA Earth Data) e do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR). Os resultados encontrados por essa pesquisa indicam que atividades antrópicas relacionadas à criação de gado extensivo em grandes propriedades, tem influência direta na degradação de coberturas naturais do bioma pelo fogo. Nesse contexto, a queima de coberturas naturais associadas à manutenção de pasto e a concentração desproporcional de área queimada em grandes propriedades, se apresentam como peças-chave para concluir que o processo de degradação pelo fogo no bioma Pantanal está associado com a expansão de modelos produtivos insustentáveis.

Palavras Chave: Pantanal; Queimadas; Uso e Cobertura do Solo; Estrutura Fundiária

## Abstract

This study analyzes the geography of fires in the Pantanal biome between 2014 and 2023, through the correlation of land use and cover, land tenure structure, and fire frequency, based on public historical data from remote sensing (Mapbiomas Platform and NASA Earth Data) and the Rural Environmental Registry System (SiCAR). The findings of this research indicate that anthropic activities related to extensive cattle ranching on large properties directly influence the degradation of the biome's natural cover by fire. In this context, the burning of natural cover associated with pasture maintenance and the concentration of biodiversity loss by fire on large properties are key factors in concluding that the process of degradation by fire in the Pantanal biome is associated with the expansion of unsustainable production model

## Índice de Figuras

Figura 1: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2014 .....	31
Figura 2: <i>Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2015</i> .....	32
Figura 3: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2016 .....	33
Figura 4: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2017 .....	34
Figura 5: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2018 .....	35
Figura 6: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2019 .....	36
Figura 7: <i>Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2020</i> .....	37
Figura 8: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2021 .....	38
Figura 9: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2022 .....	39
Figura 10: Hidrografia e Topografia do Bioma Pantanal.....	40
Figura 11: Frequência de Queimada no Bioma Pantanal (2014 – 2023) .....	43
Figura 12: <i>Densidade de Kernel Para os Focos de Calor (VIIRS)</i> .....	46
Figura 13: Cicatrizes de Queimada 2014 – 2023 .....	47
Figura 14: Cicatrizes de Queimada Acumulado (2014 – 2023).....	48
Figura 15: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2014).....	54
Figura 16: <i>Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2015)</i> .....	55
Figura 17: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2016).....	56
Figura 18: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2017).....	57
Figura 19: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2018).....	58
Figura 20: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2019).....	59

Figura 21: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2020).....	60
Figura 22: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2021).....	61
Figura 23: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2022).....	62
Figura 24: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2023).....	63
Figura 25: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2014-2023).....	64

## **Índice de tabelas**

Tabela 1: Formação das classes de transição do uso e cobertura da terra nas cicatrizes de queimada ...	7
Tabela 2: Classes de uso e cobertura da terra registradas e suas respectivas siglas.....	8
Tabela 3: Quantitativo em hectare dos tipos de uso e cobertura da terra queimados entre 2014 e 2023 .....	16
Tabela 4: Percentual queimado por classe de uso e cobertura da terra entre 2014 e 2023 .....	17
Tabela 5: Variação absoluta e proporcional dos tipos de uso e cobertura da terra inseridos nas cicatrizes de queimada com base no uso registrado no ano de queima e no ano posterior .....	24
Tabela 6: <i>Área queimada para os tipos de classe de uso e cobertura da terra registrados no ano posterior à queima .....</i>	25
Tabela 7: Área queimada superior a 1 ha detalhada por subclasse anterior e posterior à queima .....	26
Tabela 8: Área e percentual por tamanho de propriedade.....	52

## Índice de gráficos

Gráfico 1: <i>Área queimada anualmente no Bioma Pantanal</i> .....	20
Gráfico 2: Variação Anual da Área (ha) Queimada por Classe de Uso e Cobertura da Terra.....	21
Gráfico 3: Variação anual do percentual relativo à área queimada por classe de uso e cobertura da terra .....	21
Gráfico 4: Médias dos percentuais queimados por classe de propriedade.....	50
Gráfico 5: Área (há) queimada total por tamanho de propriedade.....	51
Gráfico 6: Percentual de área queimada por tamanho de propriedade.....	52

# Sumário

1. Introdução.....	1
2. Objetivo.....	4
3. Materiais e métodos .....	4
3.1. Dinâmica antrópica de uso e ocupação do solo .....	4
3.1.1. O uso do solo nas cicatrizes de queimada.....	4
3.1.2. A transição do uso do solo nas cicatrizes de queimada .....	6
3.1.3. Frequência de queima (2014-2023) .....	10
3.1.4 Relação das cicatrizes de queimada com o tamanho das propriedades rurais cadastradas no SiCAR.....	11
3.2. Ocorrências de Fogo Ativo .....	13
4. Resultados .....	15
4.1 Tipos de uso e cobertura do solo queimados entre 2014 e 2023 .....	15
4.2 As transições de uso e cobertura da terra nas cicatrizes de queimada .....	22
4.2.1 Classes de uso e cobertura da terra posteriores a queima .....	22
4.2.2 Variação absoluta e relativa das classes de uso e cobertura da terra nas cicatrizes de incêndio.....	28
4.2.3 Classes e subclasses de transição registradas para o período de análise.....	29
4.3 Distribuição dos Hotspots de queimada.....	41
4.4 Distribuição das ocorrências de fogo ativo anuais entre 2014 e 2023 .....	44
4.5 Relação das áreas queimadas entre 2014 e 2023 com as propriedades rurais ativas cadastradas no SiCAR.....	49
5. Discussão .....	65
5.1 A geometria do fogo e a produção do espaço abstrato .....	65
5.2 Os circuitos de queima.....	67
5.3 Entre o Fogo-Mercadoria e o Fogo-Manejo .....	69
5.4 Os Hotspots como “zonas de sacrifício” .....	70

5.5 Ambiguidades espectrais pós fogo.....	71
6. Conclusão.....	72
<b>7. Referências.....</b>	<b>75</b>

## 1. Introdução

O Bioma pantanal é reconhecido como a maior planície de inundação contínua do mundo. Nacionalmente, o Pantanal é reconhecido como Patrimônio Nacional do Brasil, o que obriga sua utilização vinculada às condições que garantem a preservação do meio ambiente, como se descreve no artigo 255, §4 da Constituição Federal (IBAMA, DIPRO e PREVFOGO, 2023). No ano 2000, o bioma foi reconhecido pela UNESCO como Reserva da Biosfera e Patrimônio da Humanidade (NETO, N. M. e EVANGELISTA, H., 2023, p.1). Sua área representa 1,8% do território nacional (IBGE, 2019) e abrange os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Em 1998, o governo federal assinou a Convenção Sobre Diversidade Biológica das Nações Unidas, que por sua vez estabeleceu como meta proteger 10% do território do Bioma (NETO, N. M. e EVANGELISTA, H., 2023, p.1), porém em 2015 apenas 4,6% do seu território encontrava-se protegido, dos quais 2,9% correspondem a Unidades de Conservação (UCs) de proteção integral e 1,7% a UCs de uso sustentável (BRASIL, 2015).

De acordo com Moraes et al. (2017), apesar do bioma Pantanal ser um dos mais protegidos no país, ele tem sofrido muito nas últimas duas décadas com a ação antrópica, principalmente pelas práticas de desmatamento e queima de biomassa para fins de uma agropecuária mais ostensiva. Os mesmos autores também afirmam que as queimadas se mostram como uma ameaça ambiental com efeitos multiescalas de perda da biodiversidade, trazendo impactos diretos nos processos químicos, físicos e biológicos da superfície terrestre e no sistema climático (MORAES, E. et al. 2017).

Nos últimos anos, as queimadas no bioma Pantanal têm chamado a atenção – principalmente nos meses de setembro e outubro – do debate público brasileiro e internacional. No ano de 2020, foi registrada a maior queimada da história do bioma e seus impactos ainda estão sendo estudados. As queimadas no pantanal apresentam uma dinâmica complexa, que relaciona aspectos antrópicos e naturais em escalas espaciais diversas. De acordo com Pereira et al. (2009), as queimadas no bioma não são episódios pontuais de intensa queima de biomassa e, portanto, sua dinâmica necessita ser melhor compreendida.

Estudos similares já demonstraram diversas relações entre atividades antrópicas e as queimadas no bioma pantanal. O “Plano de Ação para o Manejo Integrado do Fogo no Bioma Pantanal” (IBAMA, DIPRO e PREVFOGO, 2023), por exemplo, afirma que “Nos últimos 5 anos, mais de 80% dos focos estão inseridos dentro de propriedades com Cadastro Ambiental Rural (CAR).” (p.18, §2). Já Newton Neto e Heitor Evangelista (2023) afirmam que:

“A relação entre a acessibilidade humana e a localização dos incêndios é uma forte evidência de que a ação humana (acidental ou criminosa) começou a crise de queimadas no Pantanal em 2020. Dessa forma prevenir incêndios florestais em termos de componente humana é vital para a preservação do bioma Pantanal.” (NETO, N. M. e EVANGELISTA, H., 2023, p.46)

Apesar disso, vale pontuar que existem alguns tipos de queimadas prescritas e legais que se mostram eficazes na prevenção do fogo em larga escala. O Plano de Ação para o Manejo Integrado do Fogo no Bioma Pantanal, discorre sobre a questão e explicita que:

“Em Mato Grosso do Sul, mais especificamente na Terra Indígena Kadiweu, o IBAMA iniciou as ações de queimas prescritas no ano de 2015. Esta prática foi responsável por potencializar a efetividade de proteção do território contra os incêndios que já ocorriam desde 2009 [...] A efetividade destas ações foi comprovada cientificamente através do Projeto Noleedi (fogo, na língua Kadiweu) – projeto financiado pela Chamada CNPq/Prevfogo-Ibama Nº 33/2018. [...] a conclusão que chegamos é que a ocorrência do fogo no período "Sem manejo" tem grande correlação com as condições climáticas. Por outro lado, no período "Com manejo", observa-se menor dependência das condições climáticas na ocorrência do uso do fogo dentro da TI Kadiweu, demonstrando que o uso do fogo, por meio das queimas prescritas, ocorre mais por uma decisão acertada de quando e onde usar o fogo...” (IBAMA, DIPRO e PREVFOGO, 2023, p.15 §1 e §2)

De acordo com o Plano de Ação referido acima, as queimas prescritas fazem parte de diversas medidas que compõem o Manejo Integrado do Fogo (MIF), um modelo adotado pelas organizações estatais que associa aspectos ecológicos, culturais, socioeconômicos e técnicos com o objetivo de integrar as ações destinadas ao uso correto do fogo (IBAMA, DIPRO e PREVFOGO, 2023).

Nas últimas décadas as imagens de satélite têm se mostrado como uma ferramenta promissora em avaliações espaço-temporais do território, dentre seus amplos leques de possibilidades analíticas, pode-se elaborar análises históricas de dinâmicas meteorológicas, uso do solo, focos de incêndio ativos, entre outros (MORAES, E. et al. 2017). O sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS), controlado e operado em parceria da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), se mostra uma alternativa importante para o levantamento dos focos ativos de incêndio. O VIIRS é um sensor de imageamento multiespectral desenvolvido pela

Raytheon Company e está a bordo de três plataformas orbitais (satélites) distintos: O Suomi NPP (utilizado neste trabalho), lançado em 28 de outubro de 2011; o NOAA-20, lançado em 18 de novembro de 2017; e por fim no NOAA-21, lançado em 10 de novembro de 2022 (NASA, 2025).

Outro sensor importante para o trabalho é o *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) a bordo dos satélites Terra e Aqua, possuem imagens que apresentam uma resolução espacial moderada e resolução temporal de 1 a 2 dias, que estão disponíveis para uso desde que foram lançados em 2000 (Terra) e 2002 (Aqua), de acordo com Moraes et al. (2017) apud Cardozo et al. (2010), Antunes et al. (2011) e Cardozo et al. (2012) mostram que os produtos operacionais do sensor MODIS apresentam-se como uma ótima alternativa na obtenção de dados para análise histórica de cobertura vegetal, áreas alagadas, áreas queimadas e fogo ativo no Pantanal.

Além das imagens providas dos produtos do sensoriamento remoto, o projeto Mapbiomas disponibiliza uma série de dados anuais sobre o território brasileiro, como o mapeamento anual de cicatrizes de queimadas e uso e cobertura do solo. Esses dados se mostram de alta relevância em análises espaço-temporais e são bastante usados em pesquisas como a de Neto e Evangelista (2023) que possuem recortes territoriais extensos como é o caso do bioma Pantanal.

Outra fonte importante para uma análise das queimadas no bioma é o Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR), nele estão disponíveis diversos dados importantes a respeito da estrutura fundiária da região como os limites das propriedades rurais, limites de Áreas de Proteção Permanente (APPs), Reserva Legal e Uso Restrito, todos em formato shapefile, essas informações são de extremo valor para a análise, já que permitem a compreensão de diferentes impactos gerados pela queima, uma vez que possibilita contextualizar os eventos de fogo com as práticas de uso da terra e de ordenamento territorial.

Por fim, visando consolidação da geografia resultante dos processos analisados por essa pesquisa se torna necessário discutir os resultados obtidos com as teorias clássicas de produção e reprodução do espaço e suas relações com as questões ambientais descritas pelos dados levantados e descritos no presente trabalho.

## 2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar a dinâmica geográfica dos incêndios no bioma Pantanal na última década pela relação entre 3 eixos de análise: 1-Transição do uso e cobertura da terra nas cicatrizes de queimada, 2 – Relação da área queimada com a estrutura fundiária e 3 – Frequência e distribuição das ocorrências de fogo.

## 3. Materiais e métodos

De acordo com Silva et al. (2011) o bioma Pantanal possui uma área total de 151.072 km<sup>2</sup>, dos quais 138.424 km<sup>2</sup> dizem respeito a planície fluvial do Pantanal inserida na bacia hidrográfica do Alto Paraguai (nível 2). O clima do bioma é principalmente tropical e sofre influências de massas de ar frio provenientes de latitudes mais elevadas ao sul. O Pantanal apresenta características de continentalidade com diferenças claras entre as estações úmida (outubro a março) e seca (abril a setembro) (MORAES, et al. 2017). Neto e Evangelista (2023), sugere que o fogo no bioma Pantanal pode estar associado à acessibilidade humana, mudança no uso e cobertura da terra e condições climáticas, e vão além dizendo que “A relação entre a acessibilidade humana e a localização dos incêndios é uma forte evidência de que a ação humana começou a crise de queimadas no Pantanal em 2020”.

Com base nessas informações a metodologia deste trabalho se desenvolve da seguinte maneira:

### 3.1. Dinâmica antrópica de uso e ocupação do solo

#### 3.1.1. *O uso do solo nas cicatrizes de queimada*

Para compreensão e análise dos tipos de uso e cobertura da terra queimados entre 2014 e 2023, utilizou-se como base dois tipos de dados distintos provenientes da plataforma Mapbiomas: Uso e Cobertura da terra anual (Coleção 9) e as Cicatrizes do Fogo anuais (Mapbiomas Fogo, Coleção 3). Ambas foram obtidas via toolkit executado no ambiente do Google Earth Engine. É importante mencionar que todos os processamentos de arquivos geoespaciais que serão descritos a seguir foram realizados através do programa Qgis (versão long term release 3.40.7 - Bratislava), processamentos pontuais (a serem indicados) foram

realizados através do ArcMap 10, que possui mais robustez para determinadas operações de grande volume de dados.

Com as camadas estruturadas, nesse primeiro momento, fez-se uso da ferramenta “Raster para vetor (Poligonizar)” para os rasters com as informações das cicatrizes de queimada; essa operação transformou o arquivo .geotiff (Raster) em arquivo vetorial do tipo Geopackege (.gpkg) para cada ano. Após esse processo, as camadas resultantes foram utilizadas como ‘máscaras’ de recorte através da função “Recortar raster pela camada de máscara”; com isso, os rasters de uso e cobertura da Coleção 9 foram recortados pela camada referente aos polígonos de queimada, gerando como resultado um geotiff dos usos e coberturas da terra inseridos na cicatriz de queimada para o mesmo ano. Para melhor análise e extração das áreas queimadas por tipo<sup>1</sup> de uso e cobertura, foram executados três procedimentos. O primeiro foi a poligonização do raster resultante entre o cruzamento das cicatrizes com o uso e cobertura da terra (processamento anterior), o segundo teve como objetivo incluir na tabela de atributos do .gpkg uma nova coluna nomeada como “*Legenda*”, contendo as informações de legenda das classes de uso e cobertura, para isso se fez uso da ferramenta “Join” que uniu através do código de identificação das classes (DN) a tabela de atributos com as classes em texto, como por exemplo: 1.1 Formação Florestal, 1.2 Formação Savânica, 2.1 Campo Alagado, etc.. Por fim, o terceiro processamento se deu pela adição da coluna “*Area\_ha*” contendo o cálculo da área em hectare (ha), obtido através da calculadora de campo do Qgis utilizando a função “*\$area / 10000*”.

Com todas as informações necessárias já inseridas na camada vetorial, o “Gerenciador de Banco de Dados” foi usado para tabular as áreas queimadas agrupadas pela classe de uso e cobertura, que foi possível através da aplicação da fórmula: ‘*SELECT SUM (Area\_ha), Legenda FROM ‘nome do shapefile’, GROUP BY Legenda*’.

A partir desse processo, foi possível a estruturação de tabelas anuais das classes de uso e cobertura queimadas, por consequência se tornou viável a elaboração do histórico das classes incendiadas ao longo do período analisado tanto em perspectiva absoluta, em hectare, quanto do ponto de vista relativo, em percentual (Tabela 3 e Tabela 4).

---

<sup>1</sup> Para tipo de uso e cobertura entende-se: diferentes classes de uso e cobertura da terra (coleção 9) elaboradas pela plataforma Mapbiomas.

### *3.1.2. A transição do uso do solo nas cicatrizes de queimada*

Para a análise da transição do uso do solo nas cicatrizes de queimada foi realizado o mesmo procedimento descrito no tópico ‘3.2.1. O uso do solo nas cicatrizes de queimada’, com uma pequena diferença: a fim de analisar as alterações do uso e cobertura nas cicatrizes de queimada, optou-se por recortar o raster de uso e cobertura da terra do ano seguinte da cicatriz, possibilitando a análise dos usos posteriores à queima. Os processamentos posteriores de tabulação e levantamento das respectivas áreas foram executados seguindo também rigorosamente o mesmo processo descrito no tópico anterior.

É importante ressaltar que a metodologia adotada pela plataforma Mapbiomas possui erros relacionados a diferenciação de classes com assinatura espectral semelhante, para maiores detalhes checar o subitem 5.5 Ambiguidades espectrais pós fogo.

Além do levantamento dos usos posteriores inseridos nas cicatrizes de queimada, se considerou necessário um levantamento detalhado a respeito dos tipos de transição registrados. Para isso, três pontos devem ser levantados: Primeiro, o tipo de uso e cobertura da terra registrado em determinada área no ano da queima e no ano posterior. Se baseando na identificação anterior, o segundo ponto se define pela elaboração de novas classes de transição do uso e cobertura, esquematizadas na Tabela 1. Por fim, o terceiro ponto consistiu na criação de subcategorias que identificam através de siglas os tipos de uso e cobertura registrados no ano da queima e no ano posterior, por exemplo, “FOR-PAS” (Formação Florestal no ano de queima e Pasto no ano seguinte), todas as siglas utilizadas e suas referentes classes da Plataforma Mapbiomas se encontram esquematizadas na Tabela 2

Tabela 1: Formação das classes de transição do uso e cobertura da terra nas cicatrizes de queimada

<b>Classes de Transição do Uso e Cobertura da Terra</b>	<b>Classe de Uso e Cobertura da Terra - Ano de Queima (Mapbiomas, Coleção 9)</b>	<b>Classe de Uso e Cobertura da Terra - Ano Posterior a Queima (Mapbiomas, Coleção 9)</b>
<b>Área Alagada</b>	Rio, Lago e Oceano	Rio lago e Oceano
<b>Desmatamento</b>	Campo Alagado, Formação Campestre, Formação Florestal e Formação Savânica.	Área Urbana, Arroz, Cana, Pastagem, Soja, Arroz, Outras Lavouras Temporárias, Silvicultura e Mosaico de Usos
<b>Ganho de Vegetação Nativa</b>	Área Urbana, Arroz, Cana, Pastagem, Soja, Arroz, Outras Lavouras Temporárias, Outras Áreas não Vegetadas, Silvicultura e Mosaico de Usos	Campo Alagado, Formação Campestre, Formação Florestal e Formação Savânica.
<b>Inundação</b>	Área Urbana, Arroz, Cana, Campo Alagado, Formação Campestre, Formação Florestal, Formação Savânica, Pastagem, Soja, Arroz, Outras Lavouras Temporárias, Outras Áreas não Vegetadas, Silvicultura e Mosaico de Usos	Rio lago e Oceano
<b>Manutenção Agrícola</b>	Área Urbana, Arroz, Cana, Pastagem, Soja, Arroz, Outras Lavouras Temporárias, Silvicultura e Mosaico de Usos	Área Urbana, Arroz, Cana, Pastagem, Soja, Arroz, Outras Lavouras Temporárias, Silvicultura e Mosaico de Usos <b>(Para casos onde a classe anterior e posterior sejam iguais)</b>
<b>Manutenção da Vegetação Nativa</b>	Campo Alagado, Formação Campestre, Formação Florestal e Formação Savânica.	Campo Alagado, Formação Campestre, Formação Florestal e Formação Savânica. <b>(Para casos onde a classe anterior e posterior sejam iguais)</b>
<b>Manutenção de Áreas não Vegetadas</b>	Área Urbana, Outras Áreas não Vegetadas	Área Urbana, Outras Áreas não Vegetadas <b>(Para casos onde a classe anterior e posterior sejam iguais)</b>
<b>Mudança de Vegetação Nativa</b>	Campo Alagado, Formação Campestre, Formação Florestal e Formação Savânica.	Campo Alagado, Formação Campestre, Formação Florestal e Formação Savânica.
<b>Mudança de Uso Agrícola</b>	Área Urbana, Arroz, Cana, Pastagem, Soja, Arroz, Outras Lavouras Temporárias, Silvicultura e Mosaico de Usos	Área Urbana, Arroz, Cana, Pastagem, Soja, Arroz, Outras Lavouras Temporárias, Silvicultura e Mosaico de Usos

*Tabela 2: Classes de uso e cobertura da terra registradas e suas respectivas siglas*

Classes Observadas - Mapbiomas (Coleção 9)	Siglas usadas
Formação Florestal	FOR
Formação Savânica	SAV
Floresta Alagável	FLA
Campo Alagado e Área Pantanosa	CAL
Formação Campestre	FCO
Afloramento Rochoso	ROA
Algodão	ALG
Arroz	ARZ
Silvicultura	SIL
Soja	SOJ
Pastagem	PAS
Cana	CAN
Mosáico de Usos	MOS
Outras Lavouras Temporárias	OLT
Mineração	MIN
Área Urbanizada	URB
Outras Áreas não Vegetadas	ONV
Rio Lago e Oceano	RLO

Para a identificação das classes de uso e cobertura no ano da queimada e do ano posterior foi necessário utilizar o plugin “*Semi-automatic Classification Plugin (SCP)*”, em específico seu comando “*Cross Classification*”, através dele é possível gerar como resultado um raster com os códigos de uso e cobertura anterior e posterior de uma determinada área, funcionando da seguinte maneira: Na janela do comando encontra-se duas entradas de arquivos, ‘*Reference*’ que será a camada de referência para o processamento (raster das cicatrizes classificadas para o mesmo ano) e ‘*Classification*’ que servirá de comparação (raster das cicatrizes classificadas para o uso do ano posterior); além disso é necessário que sinalize para o comando considerar “0” um valor sem dado, pois no .geotiff as áreas que não foram queimadas possuem valor do pixel em zero.

Com os resultados em mãos, foi necessário vetorizá-los para a inserção das categorias e subcategorias na tabela de atributos vetorial do .gpkg resultante, que por sua vez continham três colunas distintas: ‘*DN*’ com os valores de pixel identificadores da feição de transição reportada; ‘*Referênce*’ com os valores de pixel da camada de referência; e ‘*Classification*’ com os valores de pixel da camada comparativa. O processo de inserção das informações de interesse foram divididas seis etapas distintas: 1) a tabulação das colunas listada anteriormente para cada ano em formato ‘*Comma Separated Values*’ (.csv); 2) a classificação semiautomática dos .csv via *python*; 3) a união / ‘*join*’ do .csv classificado com os .gpkg resultantes da vetorização mencionada acima; 4), a limpeza e ajustes dos nomes e valores das colunas através da função ‘*editar campos*’; 5) a correção de possíveis geometrias inválidas no .gpkg; 6) e por fim o cálculo das áreas em hectare por transição.

Na primeira etapa, as tabelas de atributo de cada ano de queimada foram exportadas em formato .csv com as informações das colunas listadas acima. A partir dos identificadores encontrados nas colunas ‘*Reference*’ e ‘*Classification*’, se gerou um código *python* construído em colaboração com a inteligência artificial DeepSeek (R1) que identifica as classes anteriores e posteriores, agrupa por categoria (Tabela 1) e subcategoria de transição gerando automaticamente novos .csv anuais completos. A terceira etapa se consolida unindo através da coluna ‘*DN*’ os .csv com o .gpkg de transição, a quarta etapa apenas utiliza a ferramenta ‘*editar campos*’ para alterar o formato das colunas das categorias de número para texto e o nome de cada coluna visando a limpeza e clareza das informações. A fim de reduzir os erros de processamento e as travas geradas ao longo do processo, nesse momento se utilizou a função

'*corrigir geometrias*' que segundo o próprio programa Qgis “[...] cria uma representação válida de uma dada geometria inválida sem perder nenhum dos vértices de entrada. Geometrias já válidas são retornadas sem intervenção adicional.” (QGIS, 2025). Por último, calcula-se a área em hectare de cada transição registrada através da fórmula '*\$área / 10000*'.

Os dados referentes as áreas de cada classe e subclasse de transição foram extraídos utilizando o gerenciador de banco de dados pelo mesmo processo e fórmula descritos no subitem 3.1.1. O uso do solo nas cicatrizes de queimada, que geraram como resultado as tabelas anuais em hectares absolutos e relativos da transição detalhada por classe e subclasse.

Por último, optou-se por estruturar a simbologia das camadas vetoriais (Figura 1 a Figura 9) em cores categorizadas indicadas nas legendas das figuras indicadas. Por conta do alto volume de transições em subclasses a cada ano, a cartografia de transição se limitou as classes de transição, tratando das subclasses em dados tabulados, pois conforme preconiza BERTIN (1967), um mapa não deve ser feito para ler, mas sim para ver, e a grande quantidade de subclasses geraria uma legenda enorme e impossível de se interpretar a cartografia visualmente. É importante ressaltar que as subclasses inferiores a 1% da amostra anual não foram consideradas tendo em vista a síntese e coerência do presente trabalho. Outro ponto fundamental a ser pontuado é que a análise das transições do uso e cobertura da terra inseridas nas cicatrizes do fogo, sejam as tabelas ou mapas, só foi possível realizar até as cicatrizes do ano de 2022. Isso porque até o momento de elaboração da presente pesquisa, o mapeamento anual do uso e cobertura da terra para o ano de 2024 ainda não foi publicado pela plataforma Mapbiomas, o que impossibilita a análise da transição do uso e cobertura inseridos nas cicatrizes anuais de 2023.

### 3.1.3. *Frequência de queima (2014-2023)*

O mapeamento de frequência de queima ou Hotspots de queimada entre (2014 -2023) foi estruturado com base em dois principais pontos: a binarização dos rasters, referentes as cicatrizes do fogo e a soma dos resultados binários, através de expressões descritas a seguir executadas no ambiente da '*calculadora raster*'.

Com relação ao primeiro ponto, foi executada a expressão "*("Nome\_Raster\_Cicatriz@1" > 0) \* 1*", que retorna uma camada de saída onde o valor do

pixel queimado é igual a um e onde não houve queima, o valor é igual a zero. Com base nisso, realizou-se a soma / empilhamento dos rasters binarizados através da expressão “(*Binario\_2014@1* > 0) + (*Binario\_2015@1* > 0) + (*Binario\_2016@1* > 0) + (*Binario\_2017@1* > 0) + (*Binario\_2018@1* > 0) + (*Binario\_2019@1* > 0) + (*Binario\_2020@1* > 0) + (*Binario\_2021@1* > 0) + (*Binario\_2022@1* > 0) + (*Binario\_2023@1* > 0)”, que retorna um raster com valores de pixel de 0 á 10, onde o zero não queimou no período, 1 queimou em um ano, 2 queimou dois ano, 3 queimou três vezes e assim por diante até o máximo de vezes queimados no período de dez anos (10).

Como recurso visual, optou-se por utilizar um fundo escuro para essa cartografia (Figura 11) para melhor visualização dos pontos de queima mais frequentes, para que isso se concretizasse optou-se por uma legenda onde as tonalidades mais escuras representam menor frequência e as mais claras, maior frequência de queima.

#### *3.1.4 Relação das cicatrizes de queimada com o tamanho das propriedades rurais cadastradas no SiCAR*

De acordo com Ibama, Dipro e PrevFogo (2023), nos últimos 5 anos, 80% dos focos de incêndio estão inseridos em propriedades com Cadastro Ambiental Rural (CAR). Para estimar e verificar se existe relação entre o tamanho das propriedades rurais e área queimada, tanto em valores absolutos, quanto em valores relativos, este subtópico da pesquisa se estruturou da seguinte maneira: Foi realizado o download dos arquivos *shapefiles* referentes as propriedades rurais inscritas no *Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR)*, para o estado de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Posteriormente, ambas as camadas foram recortadas pelo *.gpkg* referente ao limite do bioma Pantanal. Além delas, foram utilizadas as camadas vetorizadas de cicatrizes do fogo anuais obtidas previamente através da plataforma Mapbiomas.

Primeiramente, foi necessário a limpeza da camada de propriedade, isso porque as camadas obtidas diretamente do SiCAR apresentam propriedades ativas, canceladas e pendentes. Para o presente trabalho, apenas as propriedades ativas foram mantidas, sendo as demais camadas excluídas com base na filtragem seleção e exclusão das feições categorizadas como canceladas e pendentes. Isso feito, as propriedades ativas foram categorizadas por tamanho utilizando como referência o padrão adotado pelo Instituto Nacional de Colonização

e Reforma Agraria (INCRA) que classifica as propriedades por módulos fiscais. Assim, as grandes propriedades são aquelas com mais de 15 módulos fiscais, média propriedade de 4 a 15 módulos fiscais, pequenas entre 1 e 4 módulos fiscais e minifúndios com tamanho inferior a 1 módulo fiscal. Além disso calculou-se a área em hectare (ha) de cada propriedade utilizando a fórmula “ $\$area / 10000$ ”.

Posteriormente foi necessário adicionar as informações de área queimada por ano em cada propriedade ativa cadastrada no SiCAR. Para isso, alguns processos distintos foram realizados. Primeiro foi preciso utilizar a função de processamento “intersectar”, que de acordo com o software usado (Qgis): “Esse algoritmo extrai as partes sobrepostas de feições nas camadas de entrada e de sobreposição. Os recursos na camada Intersecção de saída são atribuídos aos atributos das feições sobrepostas das camadas Entrada e Sobreposição.”. A intersecção foi executada da seguinte maneira: No campo ‘camada de entrada’ selecionou-se o .gpkg referente as cicatrizes de queimada anuais e o campo ‘camada de sobreposição’ ficou com o shapefile referente as propriedades rurais, a fim de acelerar o processamento optou-se por usar a função “execução em lote” realizando um único processamento para todos os pares referentes ao período de estudo.

Como resultado, dez camadas distintas foram obtidas - uma para cada ano - com as cicatrizes de queimada anuais inseridas nas propriedades rurais ativas. Para cada camada, foi calculada a área queimada em hectare por imóvel. Em seguida, as informações referentes ao código CAR e a área queimada foram exportadas em formato csv para união posterior de todas as queimas anuais por propriedade na tabela de atributos de uma cópia do *shapefile* das propriedades rurais, já devidamente recortado e classificado como descrito no parágrafo anterior, que se concretizou através do link entre os códigos CAR das propriedades queimadas por ano com o mesmo código presente na camada dos imóveis.

Após a inserção de todas as áreas queimadas anuais por propriedade, calculou-se a soma das mesmas para todo o período de análise através da calculadora de campos pela expressão: “*coalesce("area\_queimada\_2014", 0) + coalesce("area\_queimada\_2015", 0) + coalesce("area\_queimada\_2016", 0) + coalesce("area\_queimada\_2017", 0) + coalesce("area\_queimada\_2018", 0) + coalesce("area\_queimada\_2019", 0) + coalesce("area\_queimada\_2020", 0) + coalesce("area\_queimada\_2021", 0) + coalesce("area\_queimada\_2022", 0) + coalesce("area\_queimada\_2023", 0)*”.

Por fim se calculou o percentual relativo de área queimada anual tendo como base as áreas totais das propriedades rurais. Para isso aplicou-se a fórmula “*coalesce ("area\_queimada\_ANO", 0) / "area\_ha\_propriedade") \* 100*”, sendo esta fórmula replicada para todos os anos de análise (2014-2023). Além disso, realizou-se a soma dos percentuais para o período de análise com a fórmula citada no parágrafo anterior. É importante ressaltar que na coluna de soma dos valores relativos, vão aparecer valores acima de 100%, fundamentais para compreensão da dinâmica cumulativa do fogo nas propriedades rurais (Figura 25).

A legenda para a cartografia das camadas e dados descritos se estruturou utilizando dez classes de intervalos iguais (absolutos e relativos). Com relação aos mapas referentes às áreas absolutas por propriedade o intervalo se definiu com base no universo particular de cada ano, ou seja, em anos com área queimada mais elevada terão intervalos mais elevados e vice-versa. Já os mapeamentos referentes aos percentuais queimados, a legenda foi estruturada com intervalos de 10% entre as classes até o valor máximo de 100%, com exceção dos percentuais de 2014 (Figura 15) quando o valor máximo de queima registrado foi 78% da propriedade, e do mapa que registra a soma dos percentuais para o período, pois como citado anteriormente os valores ultrapassam a casa dos 100% da propriedade queimada. Os mapas resultantes desse processo podem ser observados da Figura 15 a Figura 25.

### 3.2. Ocorrências de Fogo Ativo

Para o levantamento das ocorrências de focos de incêndio ativos dados provenientes do sensor Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) - controlado e operado em parceria da National Aeronautics and Space Administration (NASA) e National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) – foram utilizados. O VIIRS é um sensor de imageamento multiespectral desenvolvido pela Raytheon Company e está a bordo de três plataformas orbitais (satélites) distintos: O Suomi NPP, lançado em 28 de outubro de 2011; o NOAA-20, lançado em 18 de novembro de 2017; e por fim no NOAA-21, lançado em 10 de novembro de 2022 (NASA, 2025). O sensor possui 22 bandas espectrais distintas - com cobertura espectral total de 0,412  $\mu\text{m}$  a 12,01  $\mu\text{m}$  - divididas em três tipos principais:

- **Bandas de Imagem ou I-bands:** são 5 bandas que atuam em comprimentos de ondas distintos e possuem as resoluções espaciais mais altas, 375m (NASA, 2025). Essas são as bandas utilizadas para o levantamento do presente trabalho.

- **Bandas Moderadas ou M-Bands:** são 16 bandas que abrangem espectros do visível ao infravermelho termal (0,412  $\mu\text{m}$  a 12,01  $\mu\text{m}$ ), incluindo as bandas térmicas, essenciais para o monitoramento de incêndios ativos como o M13, com resoluções espaciais de 750m (NASA, 2025).
- **Banda Dia/Noite ou DNB:** abrange uma banda pancromática ultrasensível na faixa dos 0,7  $\mu\text{m}$  e resolução espacial de 750m, é usada principalmente na detecção de fontes de luz noturna como iluminação urbana e incêndios (NASA, 2025).

Para o levantamento dos focos de incêndio ativos, o VIIRS apresenta um produto de 350m de resolução espacial e cerca de 14 horas de resolução temporal, isso é fundamental pois com sua resolução temporal inferior a 24h, focos de incêndio repeditos podem ser detectados, porém isso não foi um problema para a análise, muito pelo contrário, pois os focos repetidos registrados apresentam justamente a persistência do fogo em determinada região, sendo registrado 14 horas após o primeiro registro.

Com relação ao mapeamento gerado a partir dos dados gerados pelo VIIRS (Figura 12), se utilizou como base os arquivos shapefile de pontos referentes á todos os focos registrados anualmente no Bioma Pantanal, que por sua vez foram obtidos diretamente do site *Fire Information for Resource Management System* (FIRMS) da NASA no dia 15 de maio de 2025. O conjunto de dados refere-se à janela de análise desta pesquisa (01/01/2014 à 31/12/2023).

Para a elaboração da cartografia (Figura 12), utilizou-se a ferramenta “Mapa de Calor (Estimativa de densidade Kernel)” definindo o raio de amostragem em 0,3° e o tamanho do pixel em 0,03, executando o mesmo comando para cada ano. Como resultado do processamento, se obteve imagens Raster anuais em tons de cinza onde as tonalidades mais claras representam maior concentração de focos de incêndio. A fim de melhor representação visual os resultados foram reclassificados em gradiente do branco ao vermelho (Figura 12), na qual a segunda cor representa maior concentração de focos. É fundamental ressaltar que a legenda de todos os anos foi feita tendo como base o ano de maior número de registros (2020), pois dessa maneira a escala comparativa demonstrou-se visualmente mais interessante tanto na dimensão escalar, quanto na distribuição espacial.

## 4. Resultados

### *4.1 Tipos de uso e cobertura do solo queimados entre 2014 e 2023*

A partir dos dados gerados através dos procedimentos descritos no tópico 3.1.1. O uso do solo nas cicatrizes de queimada, foi possível traçar um histórico dos tipos de uso e cobertura da terra que mais queimaram entre 2014 e 2023. Para isso é necessário avaliar os quantitativos absolutos em área queimada e os dados relativos aos percentuais de queima relativos à área queimada por ano (Tabela 3 e Tabela 4)

Tabela 3: Quantitativo em hectare dos tipos de uso e cobertura da terra queimados entre 2014 e 2023

Classes Mapbiomas Col.9	Área (ha) queimada por classe do uso e cobertura da terra (Mapbiomas, 2024)										
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL
1.1 Formação Florestal	944,71	6.652,31	7.506,31	12.886,25	2.248,52	40.729,92	234.904,90	90.139,20	7.844,65	35.750,54	<b>439.607,31</b>
1.2. Formação Savânica	10.418,69	43.920,54	98.719,52	90.186,40	15.015,25	221.570,30	357.672,48	251.187,03	28.568,14	69.746,57	<b>1.187.004,91</b>
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	31.901,95	59.637,57	151.653,11	87.666,26	62.702,78	253.484,00	124.074,12	128.375,44	25.390,25	222.253,44	<b>1.147.138,91</b>
2.2. Formação Campestre	56.347,38	325.892,06	477.667,02	340.205,36	64.342,11	878.915,43	1.765.452,73	1.054.108,76	170.890,29	272.217,03	<b>5.406.038,16</b>
3.1. Pastagem	8.132,93	15.455,17	29.659,34	17.150,31	15.823,82	38.770,05	68.137,75	77.247,82	11.422,53	15.168,73	<b>296.968,44</b>
3.2.1.1. Soja	0,77	0,17	0,25	0,09	0,76	9,07	0,34	0,09	0,00	0,00	<b>11,53</b>
3.2.1.2. Cana	1,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,46</b>
3.2.1.3. Arroz	0,00	0,00	2,61	58,60	48,19	0,00	7,89	0,00	0,67	1,68	<b>119,64</b>
3.2.1.5. Outras Lavouras Temporárias	1,70	41,65	51,45	21,11	33,78	50,96	50,29	10,50	23,68	25,53	<b>310,64</b>
3.3. Silvicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12	30,35	2,40	0,00	4,89	<b>38,76</b>
3.4. Mosaico de Usos	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,42	0,17	0,08	86,93	0,09	<b>87,77</b>
4.2. Área Urbanizada	64,05	147,44	194,59	98,02	131,65	135,09	144,75	381,60	2,79	90,12	<b>1.390,10</b>
4.3. Mineração	1,61	7,36	0,00	0,25	14,42	14,04	3,01	15,14	0,00	11,59	<b>67,43</b>
4.4. Outras Áreas não vegetadas	0,00	0,00	7,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>7,87</b>
5.1 Rio, Lago e Oceano	24.780,55	2.651,34	6.908,96	7.586,40	9.919,73	7.301,86	10.959,37	7.327,97	5.356,41	6.154,67	<b>88.947,27</b>
<b>TOTAL</b>	<b>132.595,79</b>	<b>454.405,61</b>	<b>772.371,02</b>	<b>555.859,14</b>	<b>170.281,01</b>	<b>1.440.982,25</b>	<b>2.561.438,16</b>	<b>1.608.796,02</b>	<b>249.586,32</b>	<b>621.424,86</b>	<b>8.567.740,19</b>

FONTE: MAPBIOMAS, 2024

Tabela 4: Percentual queimado por classe de uso e cobertura da terra entre 2014 e 2023

Classes Mapbiomas Col.9	Percentual queimado por classe do uso e cobertura da terra (Mapbiomas, 2024)											TOTAL	MÉDIA
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
1.1 Formação Florestal	0,71	1,46	0,97	2,32	1,32	2,83	9,17	5,60	3,14	5,75	<b>5,13</b>	<b>3,33</b>	
1.2. Formação Savânica	7,86	9,67	12,78	16,22	8,82	15,38	13,96	15,61	11,45	11,22	<b>13,85</b>	<b>12,30</b>	
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	24,06	13,12	19,63	15,77	36,82	17,59	4,84	7,98	10,17	35,77	<b>13,39</b>	<b>18,58</b>	
2.2. Formação Campestre	42,50	71,72	61,84	61,20	37,79	60,99	68,92	65,52	68,47	43,81	<b>63,10</b>	<b>58,28</b>	
3.1. Pastagem	6,13	3,40	3,84	3,09	9,29	2,69	2,66	4,80	4,58	2,44	<b>3,47</b>	<b>4,29</b>	
3.2.1.1. Soja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
3.2.1.2. Cana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
3.2.1.3. Arroz	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
3.2.1.5. Outras Lavouras Temporárias	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	<b>0,0036</b>	<b>0,01</b>	
3.3. Silvicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
3.4. Mosaico de Usos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
4.2. Área Urbanizada	0,05	0,03	0,03	0,02	0,08	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	
4.3. Mineração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
4.4. Outras Áreas não vegetadas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
5.1 Rio, Lago e Oceano	18,69	0,58	0,89	1,36	5,83	0,51	0,43	0,46	2,15	0,99	<b>1,04</b>	<b>3,19</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>-</b>	

FONTE: MAPBIOMAS, 2024

Ao observar a Tabela 3, nota-se que há uma concentração da área queimada entre as classes que representam usos e coberturas de origem natural, concentradas em maior área referentes à *Formação Campestre* (5.406.038,16 ha) para o período analisado, seguida por *Formação Savânica* (1.187.004,91 ha), *Campo Alagado* (1.147.138,91 ha) e *Formação Florestal* (439.607,31 ha). Na mesma tabela percebe-se que a classe relacionada à usos antrópicos que mais queimou no período foi de longe as áreas relacionadas à Pastagem com 296.968,44 ha queimados no período, as demais classes relacionadas aos usos antrópicos de característica agropecuarista se demonstraram praticamente irrelevantes considerando o universo analisado. A maior área queimada para essas classes foi para *Outras Lavouras Temporárias* com ‘apenas’ 310,64 hectares queimados entre 2014 e 2023, ou o equivalente a 0,0036% da área total queimada nesses 10 anos (Tabela 4). Entre os demais usos relacionados às atividades antrópicas destacam-se as *Áreas Urbanas*, que queimaram 1.390,10 ha ao longo do tempo de análise.

Analisando a fundo a Tabela 4, notam-se algumas informações que não se explicitam na Tabela 3, apesar da distribuição percentual ocorrer de forma paralela aos dados absolutos, uma vez que são percentuais referentes ao mesmo conjunto de dados. Assim, podemos perceber que os percentuais relativos as classes queimadas podem apresentar variações significativas ao longo dos anos.

A *Formação Campestre* tem uma média anual de queima para o período de 58,28% da área total queimada no Bioma Pantanal anualmente e apresenta variações consideráveis nessa janela temporal. Em 2014 representou 42,5% da área queimada e no ano seguinte essa taxa de queima sobe consideravelmente atingindo 71,72% da área queimada. Outras classes também chamam a atenção com relação a variação dos quantitativos de queima, são elas: *Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Florestal e Pastagem*.

A primeira é a classe que demonstra maior amplitude percentual de queima; ela possui uma média anual de 18,58%, em 2018 a representou 36,82% da área queimada e ‘apenas’ 4,84% em 2020, revelando as intensidades das dinâmicas sazonais que não são registradas pelo levantamento da plataforma Mapbiomas, - como detalhado no subitem 3.1.1. O uso do solo nas cicatrizes de queimada - como sabemos o fogo não vai atingir aquilo que está em áreas de fato alagadas e de baixo d’água (classe Rio Lago e Oceano), o que só é possível no momento da seca, quando essas áreas não possuem a presença de água, o registro de áreas inundáveis queimadas nesse período pode ser explicado por alguns fatores, pois como o levantamento da

plataforma Mapbiomas é feito através de uma média da assinatura espectral anual da área, uma hipótese é a de que esses registros podem indicar anos com maior disponibilidade hídrica e ou maior intensidade dos fatores climáticos sazonais (seca e cheia mais intensas). Porém não se pode afirmar sem análises mais aprofundadas a respeito dessas dinâmicas e da metodologia estruturada pela plataforma Mapbiomas.

Com relação a variação percentual anual das *Formações Florestais*, nota-se um aumento percentual significativo no ano de 2020, com 9,17% da área queimada, o que foge do padrão registrado nos demais anos, já que a média anual de queima para essa classe é de 3,33%, com registros de 0,71% em 2014 (Tabela 4). No ano de registro do percentual mais elevado, a área correspondente de queima foi de 234.904,90 ha, 2,6 vezes maior em relação ao segundo ano de maior registro em 2021 (90.139,20 ha) (Tabela 3). Essa classe é fundamental de se analisar, pois o avanço de sua supressão pode indicar avanços de atividades agropecuárias na região.

No que diz respeito a classe *Pastagem*, nota-se uma média percentual de queima anual de 4,9%, com maior registro relativo no ano de 2018 com 9,29% e menor em 2023, quando registrou 2,29 % do total queimado. Em relação aos quantitativos absolutos, percebe-se um aumento significativo da queima de áreas de pastagem a partir de 2019, que atinge seu ápice no ano de 2021, quando 77.247,82 ha foram queimados. É interessante de pontuar que de acordo com JACQUES (2003), áreas de pastagem são queimadas sazonalmente pelos proprietários de terra a fim de realizar a renovação do pasto, o que torna a análise dessa categoria fundamental, já que em muitos casos, essa queima pode não ser autorizada nem prescrita, atingindo outros grupos de vegetação e causando perdas significativas de fauna e floras locais, como alertam DAMÉ et al. (1997) e JACQUES (2003).

Vale destacar também as queimas relativas a Formação Savânica, como citado anteriormente, foi a segunda classe de uso e cobertura da terra que mais queimou no período analisado. No período de análise a média percentual de queima registrada foi de 12,30%, com variações entre 7,86% (2014) e 16,22% (2017), se mantendo razoavelmente estável entre 11% e 16% em sete dos dez anos em análise. Tendo em vista os dados absolutos, nota-se um aumento significativo da área queimada entre 2019 e 2021, com pico em 2020 quando 357.672,48 ha foram queimados no bioma, o que acompanha o aumento total da área queimada para o período.

O Gráfico 1 mostra os quantitativos gerais de queima ao longo do período de análise, nota-se que em 2020 a área queimada para o bioma atinge um nível histórico nunca registrados anteriormente (MAPBIOMAS, 2025), além disso percebe-se que o ano anterior e posterior ao pico também se elevam em comparação com os demais registros. Além disso, nota-se um outro pico de queima menos intenso registrado em 2016, quando 772.371,02 ha foram queimados e novamente percebe-se nos anos anterior e posterior um aumento em relação aos anos de menos queima, 2014, 2018 e 2022, que curiosamente apresentam o mesmo intervalo temporal entre eles, possivelmente indicando algum grau de ciclicidade.

Gráfico 1: *Área queimada anualmente no Bioma Pantanal*

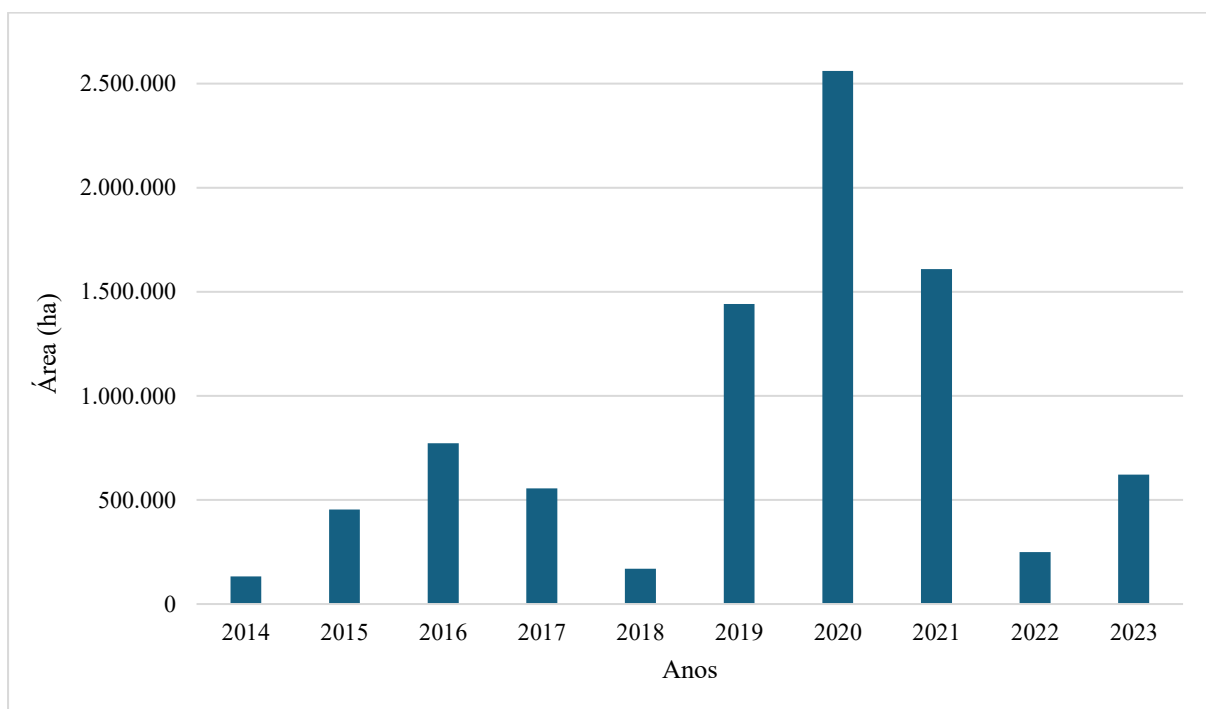


Gráfico 2: Variação Anual da Área (ha) Queimada por Classe de Uso e Cobertura da Terra

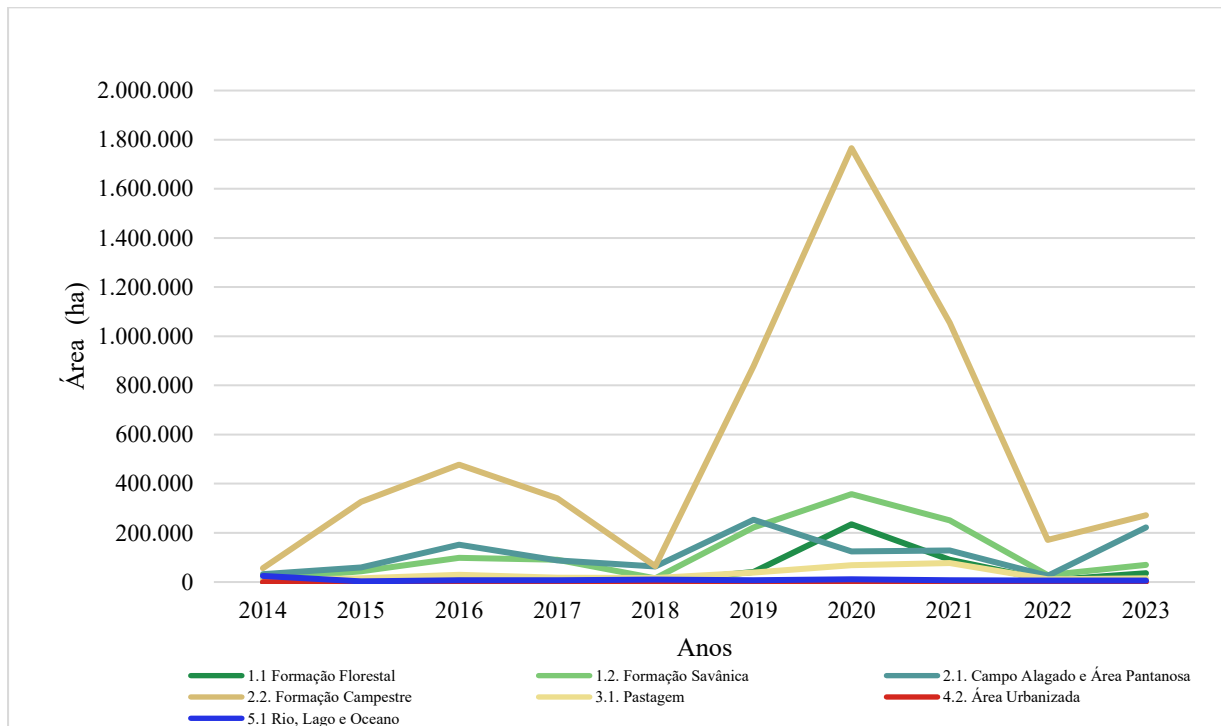
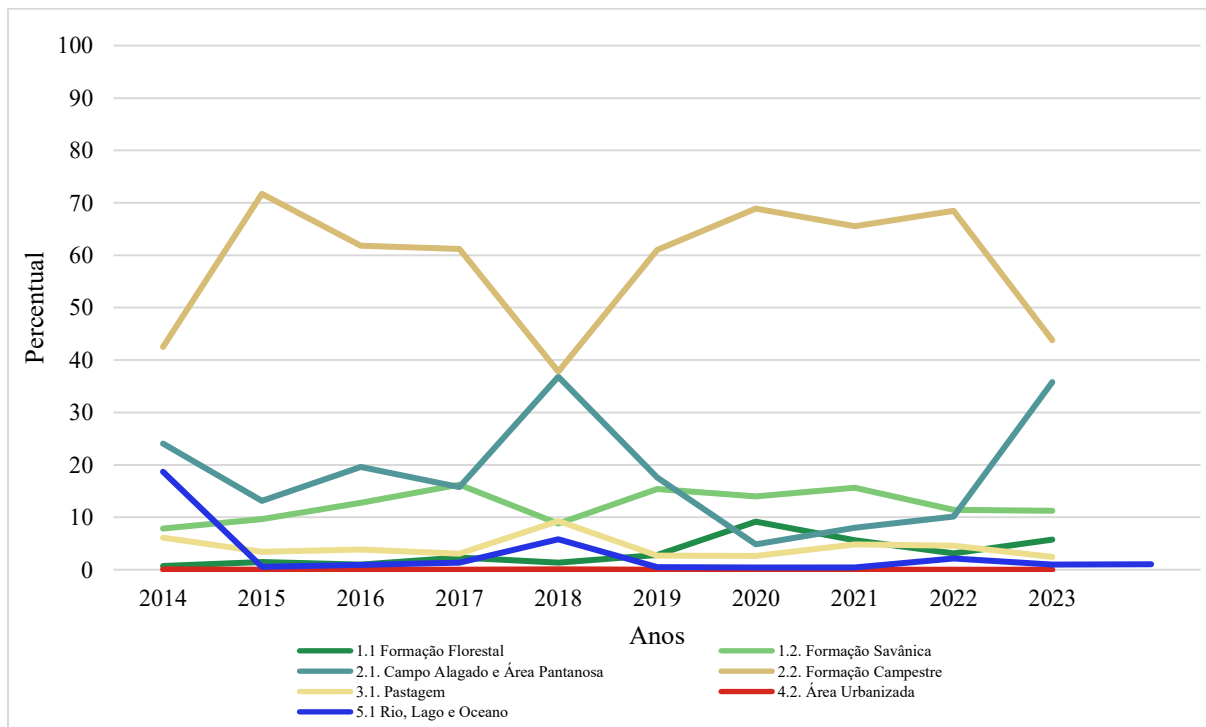


Gráfico 3: Variação anual do percentual relativo à área queimada por classe de uso e cobertura da terra



Já os Gráficos 2 e 3 apresentam as variações históricas de queima por categoria de uso e cobertura da terra, sendo o Gráfico 2, referente aos valores em área e o Gráfico 3 aos valores percentuais. No Gráfico 2 percebe-se que a *Formação Campestre* é predominantemente a classe que mais queima no período e isso se intensifica em anos de pico como 2016 e 2020, e reduz drasticamente em anos de pouca queima no bioma. Já no Gráfico 3 salta aos olhos a relação de inversa proporcionalidade que existe entre os percentuais relativos a queima de *Formação Campestre* e *Campo Alagado*, quando se tem um aumento percentual na queima da primeira ocorre a diminuição percentual para o mesmo ano da segunda classe e vice-versa, em 2018 por exemplo nota-se que as classes praticamente ocupam o mesmo percentual, o que pode indicar que em anos com disponibilidade hídrica e precipitação reduzida, os *Campos Alagados* quando secos, podem ser identificados como *Formação Campestre*, pois em anos com intensa atividade de queima, o aumento da diferença proporcional entre as classes tende a se intensificar elevando as proporções de queima de *Formação Campestre* e conseqüente redução na queima de *Campo Alagado*.

#### 4.2 *As transições de uso e cobertura da terra nas cicatrizes de queimada*

Para este tópico os resultados obtidos se dividiram em três diferentes tópicos: as classes de uso e cobertura inseridas nas cicatrizes de queima referentes ao ano posterior ao fogo, a variação absoluta e proporcional das classes queimadas tendo como base o uso no ano de queima e o ano posterior, e por fim, as transições estratificadas por tipo de classe de transição e subclasses anteriores e posteriores. As tabelas 5, 6 e 7 mostram os quantitativos referentes a cada subdivisão.

##### 4.2.1 *Classes de uso e cobertura da terra posteriores a queima*

Através dos procedimentos descritos no subitem 3.1.2. A transição do uso do solo nas cicatrizes de queimada, foi possível o levantamento quantitativo das classes de uso e cobertura da terra estabelecidas após a queima nas áreas referentes as cicatrizes de queimada registradas para o período.

A Tabela 6, mostra os quantitativos em hectare que foram registrados no ano seguinte a queima. Por meio dela podemos notar que as áreas registradas apresentam um padrão similar aquele registrado no subitem 4.1 Tipos de uso e cobertura do solo queimados entre 2014 e 2023, o que a princípio pode indicar o predomínio da manutenção das classes queimadas anteriormente. As classes que foram identificadas no momento pós queimam com maior área total foram respectivamente, *Formação Campestre* (4.766.417,66 ha), *Campo alagado* e *Area*

*Pantanosas* (1.281.719,88 ha), *Formação Savânica* (1.097.172,25 ha), *Formação Florestal* (395.327,55 ha) e *Pastagem* (293.818,70 ha). É fundamental reforçar que os resultados a respeito da transição do uso e cobertura da terra não incluem as cicatrizes referentes ao ano de 2023, isso porque até o momento de execução desta pesquisa, ainda não haviam sido divulgados os levantamentos anuais de uso e cobertura da terra pela plataforma Mapbiomas para o ano de 2024, impossibilitando a análise de transição para 2023.

Para além dos valores absolutos podemos observar que apenas no ano de 2017 a *Formação Campestre* (122.893,33 ha) fica em segundo lugar nas áreas posteriores registradas, perdendo apenas para *Campo Alagado e Área Pantanosa* (280.910,13 ha). Para maiores conclusões a respeito dessa inversão é necessário a realização de estudos específicos que avaliem as diversas variáveis envolvidas nessa dinâmica. É interessante citar também as dinâmicas tanto de *Pastagem* quanto de *Formação Florestal*; a primeira tem seu maior valor registrado em 2021 com 80.316,57 há. Ressalta-se que em 2020 e 2021 essa classe registra valores significativamente mais elevados quando comparados com os demais anos analisados.



Tabela 6: Área queimada para os tipos de classe de uso e cobertura da terra registrados no ano posterior à queima

Classes Mapbiomas Col.9	Área (ha) das classes de uso e cobertura da terra no ano posterior a queima (MapBiomas, 2024)									
	Cicatriz 2014	Cicatriz 2015	Cicatriz 2016	Cicatriz 2017	Cicatriz 2018	Cicatriz 2019	Cicatriz 2020	Cicatriz 2021	Cicatriz 2022	TOTAL
1.1 Formação Florestal	926,21	6.530,09	7.471,05	12.825,79	2.205,59	40.354,93	229.100,61	88.330,37	7.582,89	<b>395.327,55</b>
1.2. Formação Savânica	10.234,13	43.630,61	99.254,57	86.313,51	14.251,73	217.163,98	354.035,69	245.696,27	26.591,76	<b>1.097.172,25</b>
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	42.663,68	124.520,40	144.545,71	280.910,13	38.900,78	96.962,16	240.670,07	224.988,28	87.558,68	<b>1.281.719,88</b>
2.2. Formação Campestre	64.144,02	257.210,54	476.726,65	122.893,33	96.882,93	1.045.626,03	1.649.308,08	945.718,28	107.907,81	<b>4.766.417,66</b>
3.1. Pastagem	7.968,88	16.436,44	30.268,94	18.188,43	15.883,58	39.166,97	73.275,07	80.316,57	12.313,83	<b>293.818,70</b>
3.2.1.1. Soja	239,21	121,29	2,47	23,63	1,77	0,34	0,43	0,17	0,00	<b>389,31</b>
3.2.1.2. Cana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
3.2.1.3. Arroz	0,00	19,67	77,83	48,11	11,84	10,24	0,34	0,67	0,67	<b>169,37</b>
3.2.1.5. Outras Lavouras Temporárias	27,27	50,09	23,72	39,34	59,71	54,91	59,44	10,50	26,19	<b>351,17</b>
3.3. Silvicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	37,57	2,40	0,00	<b>40,75</b>
3.4. Mosaico de Usos	0,00	0,08	0,00	0,17	0,00	0,25	0,17	0,00	0,00	<b>0,67</b>
4.2. Área UrDanizada	64,22	147,11	196,63	99,63	132,48	146,70	144,33	382,28	87,35	<b>1.400,72</b>
4.3. Mineração	1,61	7,61	0,00	0,25	14,68	14,38	3,01	15,14	0,00	<b>56,69</b>
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	0,00	0,00	7,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>7,95</b>
5.1 Rio, Lago e Oceano	6.326,56	5.731,68	13.795,49	34.516,82	1.935,93	1.480,58	14.803,36	23.335,10	7.517,14	<b>109.442,66</b>
<b>TOTAL</b>	<b>132.595,79</b>	<b>454.405,61</b>	<b>772.371,02</b>	<b>555.859,14</b>	<b>170.281,01</b>	<b>1.440.982,25</b>	<b>2.561.438,16</b>	<b>1.608.796,03</b>	<b>249.586,32</b>	<b>7.946.315,33</b>

Tabela 7: Área queimada superior a 1 ha detalhada por subclasse anterior e posterior à queima

Área (ha) queimada por subclasse anterior e posterior à queima											
Classe de transição	Sub Classe Anterior	Sub Classe Posterior	Área (ha) 2015-2016	Área (ha) 2016-2017	Área (ha) 2017-2018	Área (ha) 2018-2019	Área (ha) 2019-2020	Área (ha) 2020-2021	Área (ha) 2021-2022	Área (ha) 2022-2023	TOTAL SUB CLASSE
Área Alagada	RLO	RLO	961,25	1911,25	3192,80	1239,57	435,87	1345,37	1478,50	1335,50	<b>11.900,10</b>
Desmatamento	CAL	ARZ	2,86	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>3,11</b>
Desmatamento	CAL	OLT	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	0,00	0,00	0,00	<b>1,01</b>
Desmatamento	CAL	PAS	63,54	137,65	147,00	124,47	214,23	131,02	161,21	20,28	<b>999,41</b>
Desmatamento	FCO	ARZ	15,97	17,97	0,76	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	<b>35,37</b>
Desmatamento	FCO	OLT	2,87	0,84	1,01	0,42	0,59	2,10	0,00	2,52	<b>10,35</b>
Desmatamento	FCO	PAS	987,44	784,93	1186,32	181,86	760,19	5588,32	1694,49	564,22	<b>11.747,77</b>
Desmatamento	FCO	SIL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	0,00	0,00	<b>1,03</b>
Desmatamento	FCO	URB	0,00	0,00	0,34	0,00	4,99	0,08	0,51	0,25	<b>6,18</b>
Desmatamento	FOR	PAS	97,98	23,12	45,21	20,98	77,62	493,44	370,20	34,74	<b>1.163,30</b>
Desmatamento	FOR	SIL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	0,00	0,00	<b>2,15</b>
Desmatamento	FOR	URB	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,17	0,08	<b>0,34</b>
Desmatamento	SAV	PAS	134,74	163,72	309,51	30,85	286,38	600,44	979,13	288,68	<b>2.793,45</b>
Desmatamento	SAV	SIL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,81	0,09	0,00	<b>1,89</b>
Ganho de Áreas Agrícolas	RLO	OLT	0,00	0,42	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,01</b>
Ganho de Áreas Agrícolas	RLO	PAS	3,94	1,35	1,34	36,18	14,57	34,72	0,26	1,86	<b>94,21</b>
Ganho de Cobertura Nativa	RLO	SAV	0,34	5,21	59,52	8,35	30,02	9,38	46,47	57,55	<b>216,83</b>
Ganho de Cobertura Nativa	ARZ	CAL	0,00	0,00	1,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,68</b>
Ganho de Cobertura Nativa	ARZ	FCO	0,00	0,00	0,59	8,40	0,42	0,00	0,00	0,00	<b>9,40</b>
Ganho de Cobertura Nativa	PAS	CAL	57,75	31,13	232,17	20,93	42,11	59,22	32,43	3,29	<b>479,04</b>
Ganho de Cobertura Nativa	PAS	FCO	96,73	280,23	259,68	270,59	715,90	1449,30	70,16	12,67	<b>3.155,25</b>
Ganho de Cobertura Nativa	PAS	FOR	1,79	4,31	0,84	0,59	3,79	14,88	1,09	0,00	<b>27,30</b>
Ganho de Cobertura Nativa	PAS	SAV	13,21	150,88	63,98	41,69	180,32	160,78	32,61	2,35	<b>645,83</b>
Mudança de Cobertura Nativa	SAV	CAL	1125,87	1083,80	4156,58	395,84	781,52	2244,10	3270,42	966,47	<b>14.024,59</b>
Mudança de Cobertura Nativa	SAV	FCO	887,02	1795,60	1882,68	908,98	6004,01	2772,77	2778,13	1450,74	<b>18.479,94</b>
Mudança de Cobertura Nativa	SAV	FOR	9,19	10,51	34,59	11,16	67,43	156,81	65,36	22,95	<b>378,00</b>
Inundação	CAL	RLO	2309,55	9733,28	9956,71	656,93	571,61	1220,40	4265,66	1322,96	<b>30.037,10</b>
Inundação	FCO	RLO	2448,80	2139,77	21195,56	37,98	452,70	12106,86	17368,10	4851,90	<b>60.601,67</b>
Inundação	FOR	RLO	0,00	0,08	0,09	0,09	0,00	6,32	3,05	0,00	<b>9,62</b>
Inundação	PAS	RLO	9,21	2,46	61,95	0,77	3,60	24,19	0,50	0,00	<b>102,67</b>
Inundação	SAV	RLO	2,78	8,41	109,72	0,59	16,45	100,24	219,29	6,78	<b>464,25</b>

<b>Área (ha) queimada por subclasse anterior e posterior à queima</b>											
<b>Classe de transição</b>	<b>Sub Classe Anterior</b>	<b>Sub Classe Posterior</b>	<b>Área (ha) 2015-2016</b>	<b>Área (ha) 2016-2017</b>	<b>Área (ha) 2017-2018</b>	<b>Área (ha) 2018-2019</b>	<b>Área (ha) 2019-2020</b>	<b>Área (ha) 2020-2021</b>	<b>Área (ha) 2021-2022</b>	<b>Área (ha) 2022-2023</b>	<b>TOTAL SUB CLASSE</b>
Manutenção Agrícola	ARZ	ARZ	0,00	2,52	36,94	11,84	8,48	0,34	0,00	0,67	<b>60,79</b>
Manutenção Agrícola	OLT	OLT	41,31	19,90	15,99	32,49	48,95	50,12	10,50	23,68	<b>242,93</b>
Manutenção Agrícola	PAS	PAS	15148,71	29153,23	16498,87	15481,41	37813,71	66426,37	77111,03	11404,05	<b>269.037,39</b>
Manutenção da Cobertura Nativa	CAL	CAL	33892,68	63403,04	66115,96	25399,79	43984,82	41600,97	45607,87	19525,48	<b>339.530,62</b>
Manutenção da Cobertura Nativa	FCO	FCO	232343,53	395055,67	109202,23	54980,50	824978,13	1551991,45	860457,35	101139,96	<b>4.130.148,82</b>
Manutenção da Cobertura Nativa	FOR	FOR	6486,91	7430,94	12744,26	2187,03	40230,88	228821,48	88172,52	7425,49	<b>393.499,52</b>
Manutenção da Cobertura Nativa	SAV	SAV	41760,94	95657,51	83693,32	13667,85	214414,50	351795,55	243874,70	25832,53	<b>1.070.696,89</b>
Manutenção de Áreas Não Vegetadas	MIN	MIN	7,36	7,87	0,25	14,42	14,04	3,01	15,14	2,79	<b>64,89</b>
Manutenção de Áreas Não Vegetadas	URB	URB	147,11	194,42	97,94	131,40	135,09	144,24	381,43	86,84	<b>1.318,46</b>
Mudança de Cobertura Nativa	CAL	FCO	23259,81	77992,92	11229,85	36386,26	208141,39	81039,18	78253,85	4493,40	<b>520.796,66</b>
Mudança de Cobertura Nativa	CAL	FOR	0,85	0,85	1,18	0,77	12,93	5,54	4,83	3,81	<b>30,75</b>
Mudança de Cobertura Nativa	CAL	SAV	108,27	385,03	215,47	134,50	555,58	76,41	81,93	24,93	<b>1.582,12</b>
Mudança de Cobertura Nativa	FCO	CAL	88325,85	76598,79	206300,76	8738,26	50713,90	193872,43	172870,36	63535,90	<b>860.956,25</b>
Mudança de Cobertura Nativa	FCO	FOR	31,35	23,39	44,82	6,04	39,65	97,80	85,31	129,22	<b>457,57</b>
Mudança de Cobertura Nativa	FCO	SAV	1733,78	3044,46	2271,02	397,05	1962,15	1785,34	1629,83	667,73	<b>13.491,36</b>
Mudança de Cobertura Nativa	FOR	CAL	4,15	4,49	27,21	2,89	18,28	83,30	74,10	43,21	<b>257,65</b>
Mudança de Cobertura Nativa	FOR	FCO	49,20	35,95	59,19	35,11	381,64	5289,38	1488,49	334,20	<b>7.673,16</b>
Mudança de Cobertura Nativa	FOR	SAV	14,07	11,71	10,20	2,30	21,41	208,07	30,67	6,91	<b>305,35</b>
Mudança de Cobertura Nativa	RLO	CAL	1113,90	3424,46	4073,39	4343,05	1421,54	2810,55	3133,10	3484,23	<b>23.804,22</b>
Mudança de Cobertura Nativa	RLO	FCO	571,91	1566,03	258,69	4292,59	5399,53	6755,09	2668,29	476,85	<b>21.988,97</b>
Mudança de Cobertura Nativa	RLO	FOR	0,00	0,17	0,08	0,00	0,25	4,18	1,27	0,42	<b>6,38</b>
Mudança de Uso Agrícola	ARZ	OLT	0,00	0,08	19,39	22,00	0,17	6,88	0,00	0,00	<b>48,52</b>
Mudança de Uso Agrícola	ARZ	PAS	0,00	0,00	0,00	5,96	0,00	0,67	0,00	0,00	<b>6,63</b>
Mudança de Uso Agrícola	OLT	ARZ	0,25	26,28	4,79	0,00	1,76	0,00	0,00	0,00	<b>33,08</b>
Mudança de Uso Agrícola	OLT	PAS	0,00	4,94	0,17	1,20	0,17	0,00	0,00	0,00	<b>6,48</b>
Mudança de Uso Agrícola	PAS	ARZ	0,59	30,73	5,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>36,94</b>
Mudança de Uso Agrícola	PAS	OLT	5,90	2,45	2,37	4,81	4,20	0,34	0,00	0,00	<b>20,07</b>
Mudança de Uso Agrícola	PAS	SIL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,49	0,00	0,00	<b>2,49</b>
Mudança de Uso Agrícola	PAS	SOJ	121,20	1,71	23,55	1,77	0,26	0,17	0,00	0,00	<b>148,66</b>
Mudança de Uso Antrópico	PAS	URB	0,00	2,13	1,27	1,00	6,11	0,00	0,00	0,17	<b>10,68</b>
<b>TOTAL QUEIMADO ANUAL</b>			<b>454.402,48</b>	<b>772.368,83</b>	<b>555.856,09</b>	<b>170.279,49</b>	<b>1.440.974,86</b>	<b>2.561.397,06</b>	<b>1.608.791,06</b>	<b>249.588,27</b>	<b>7.813.658,14</b>

No que se refere a segunda classe citada, nota-se que a maior área registrada posteriormente a queima foi no ano de 2020 com 229.100,61 ha, e em contrapartida o menor valor registrado foi em 2014, com 926,21 hectares.

É interessante ressaltar que os quantitativos de uso posterior sozinhos não possuem significado para além da identificação dos usos posteriores à queima; para uma análise mais robusta e significativa elaborou-se a Tabela 5, que contém informações a respeito da variação absoluta e relativa anual das classes pré e pós queima. Por meio dela é possível identificar quais as classes de uso e cobertura da terra que ganharam e perderam área ao longo do período de análise, destaca-se que os percentuais de alteração descritos na tabela se referem à variação da porcentagem relativa a determinada classe pré queima e pós queima, tendo como base a área total da cicatriz do ano de referência. Esses dados serão tratados com maior profundidade no subitem a seguir.

#### *4.2.2 Variação absoluta e relativa das classes de uso e cobertura da terra nas cicatrizes de incêndio.*

Na Tabela 5, observamos as variações em hectare e percentuais relativos aos ganhos e perdas dos tipos de classe de uso e ocupação da terra relacionados a queima. Nela podemos perceber que as principais alterações se concentram nas classes de Formação Campestre e Campo Alagado e Áreas Pantanosa, inclusive destaca-se que sete das nove transições analisadas registram percentuais similares e invertidos para as categorias o que corrobora para a hipótese de que as classes registradas se alteram entre si na dinâmica de ganho e perda pelo fogo. Em 2015, 2017, 2020, 2021 e 2022 foram registrados aumento de área de Campo Alagado, com redução proporcional de Formação Campestre, já em 2018 e 2019 nota-se o inverso. O ano de 2014 apresenta um aumento de área similar para ambas as classes, e 2016 registra uma redução mínima para ambas as categorias que pode ser considerada como manutenção das classes. É interessante notar, que mesmo em anos que fogem às dinâmicas de inversão citadas, as categorias demonstram variações negativas e positivas similares.

Outra classe importante de se notar a variação é a *Formação Florestal*, que apresentou redução em todos os anos analisados, apesar de do percentual de variação ser reduzido em todo o período, notam-se supressões importantes de -5.804,30 ha em 2020 e -1.808,83 ha em 2021. Em contraponto a dinâmica de variação das áreas destinadas a *Pastagem* apresenta aumento em todos os anos a partir de 2015, assim como a classe descrita anteriormente ela apresenta variações percentuais mínimas, porém demonstram aumentos em área significativos em 2020

e 2021, com 5.137,32 ha e 3.068,75 ha respectivamente. Para efeito de comparação, isso significa dizer que houve uma expansão da área de pasto de aproximadamente 7.200 campos de futebol em 2020 e 4.300 em 2021.

A *Formação Savânica* é outra classe que no período de análise apresenta redução para todos os anos exceto em 2016, quando apresentou um aumento mínimo de 535,05 ha. Para os demais anos, ela apresentou reduções percentuais reduzidas, porém com áreas consideráveis em 2017 e 2021, registrando -3.872,88 ha e -5.490,76 ha respectivamente.

#### 4.2.3 Classes e subclasses de transição registradas para o período de análise

Para os resultados deste subitem é necessário ter em mente tanto os dados contidos na Tabela 7, quanto as informações espacializadas na Figura 1 a Figura 9.

Dentre as transições de uso e cobertura da terra classificadas como Desmatamento, destacam-se as perdas de *Formação Campestre* para *Pastagem* (11.747,77 ha) e *Formação Savânica* para *Pastagem* (2.793,45 ha) (Tabela 7). Analisando as figuras 1 a 9 percebemos diferentes padrões de desmatamento ao longo de todo o período. Na Tabela 7, referente as classes de transição, podemos perceber diferentes padrões onde aparecem áreas relacionadas a supressão de vegetação nativa, entre eles áreas de formato regular com arestas retilíneas, o que pode indicar que a supressão da vegetação deve estar ligada a propriedades rurais da área. Outra informação que corrobora com a hipótese, é justamente a associação que grande parte das áreas regulares que registraram presença de desmatamento possuem com áreas queimadas que mantiveram atividades agrícolas no ano seguinte. Além dessa, é possível encontrar áreas desmatadas em cicatrizes irregulares onde o fogo não foi devidamente controlado. O interessante é que mesmo nesse tipo de registro, as áreas significativamente suprimidas se mostram espacialmente associadas com áreas de manutenção de atividades agropecuárias, demonstrando forte associação espacial entre elas e indicando a ampliação delas em locais onde já estão estabelecidas.

Com relação aos ganhos de coberturas nativas, a Tabela 7 mostra valores reduzidos para todos os tipos de transição, com destaque para a transição de *Pastagem* para *Formação Campestre*, apresentando um ganho em todo o período de 3.155,25 ha. Porém, esse é um tipo de transição que pode ser afetado por erros de classificação da plataforma Mapbiomas devido a semelhança entre as assinaturas espectrais. Essa classe de transição é observada apenas na Figura 1, localizada na região centro sul do bioma.

As classes de transição que possuem os quantitativos de área mais elevados são justamente as mudanças e manutenções das coberturas vegetais nativas, principalmente entre as classes de *Formação Campestre*, *Formação Savânica* e *Campo Alagado*. Isso indica que quando se trata da área queimada, os incêndios de grandes proporções tendem a queimar coberturas nativas, em geral com cicatrizes de grande porte e pouco regulares como se percebe na Figura 2, Figura 3 e Figura 4

Tendo em vista as classes relacionadas à usos antrópicos, nota-se intensa predominância da queima de pasto, principalmente na manutenção e renovação do mesmo. No período de análise, foram computados 269.037,39 ha de queima de Pastagem que se manteve no ano seguinte; se somarmos todas as outras transições entre e para atividades agropecuárias, chegamos ao valor para todo a janela temporal de 606,59 ha, ou seja, menos de 1% das queimas de manutenção da área de pasto. Isso significa que praticamente todas as áreas de ‘manutenção agrícola’ expostas nas figuras 1 a 9 se resumem a essa subclasse de transição (PAS-PAS), a partir disso e do que foi exposto acima, pode-se concluir que a ampliação das áreas de pastagem está diretamente associada aos desmatamentos registrados no bioma entre os anos analisados.

Figura 1: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2014

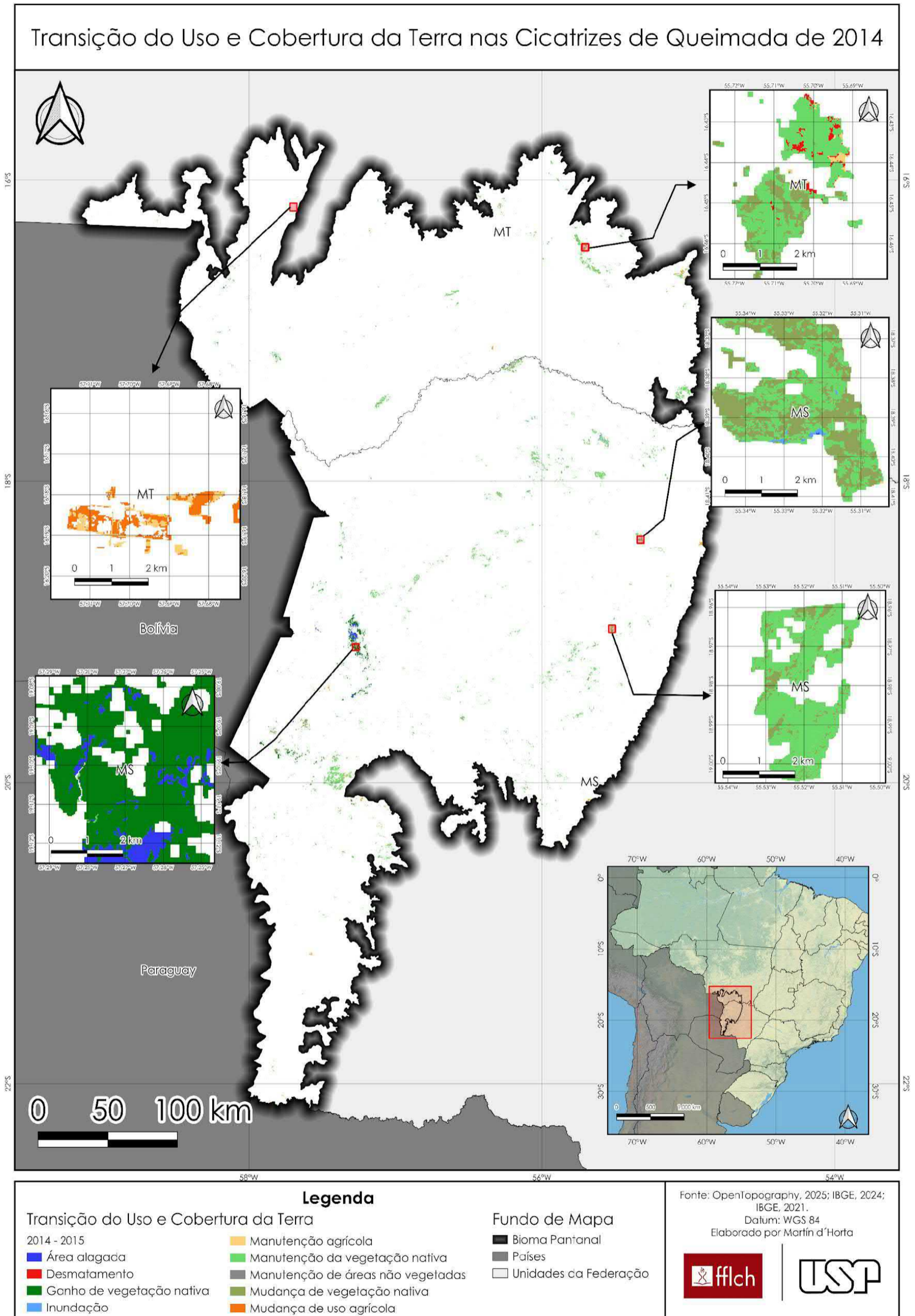


Figura 2: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2015

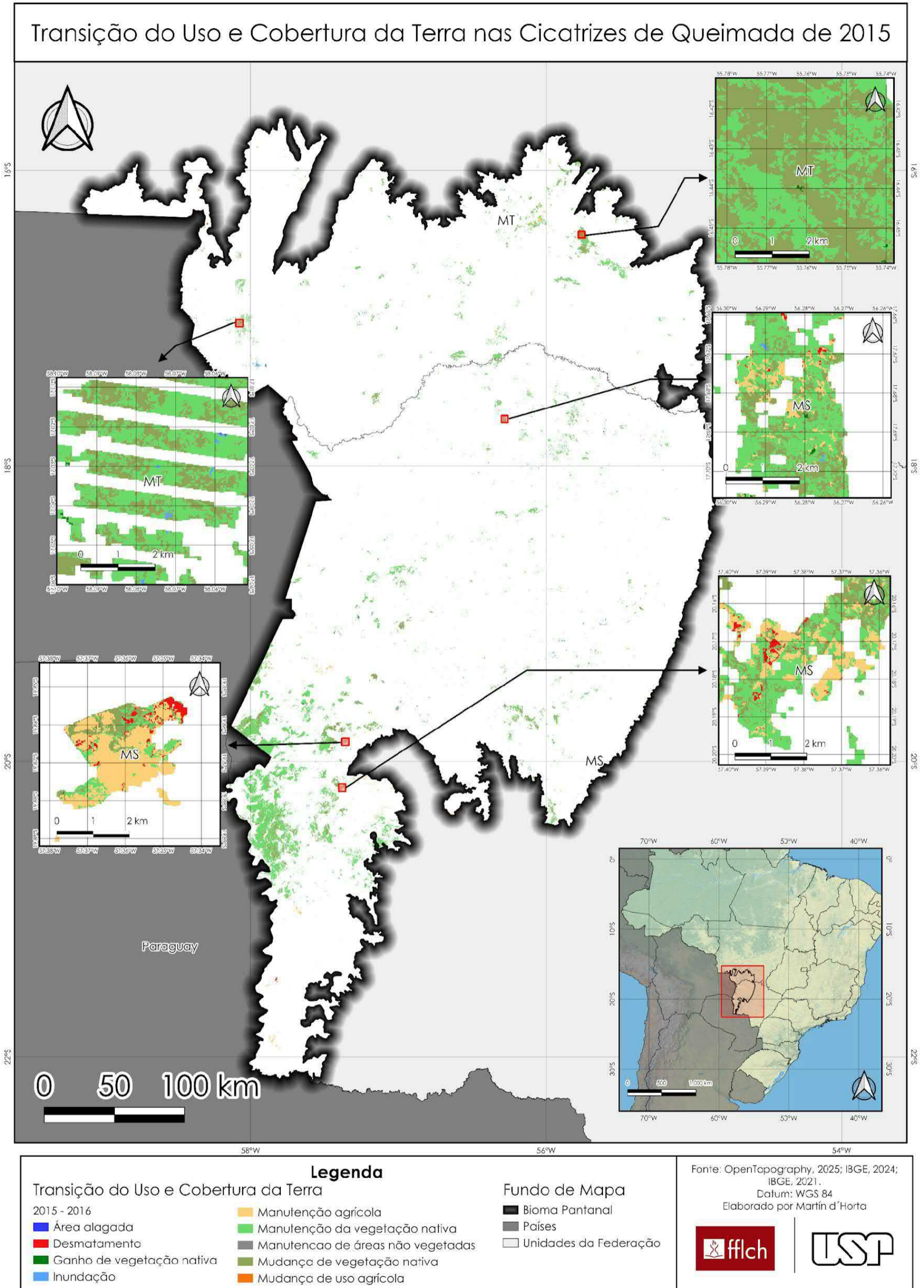


Figura 3: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2016

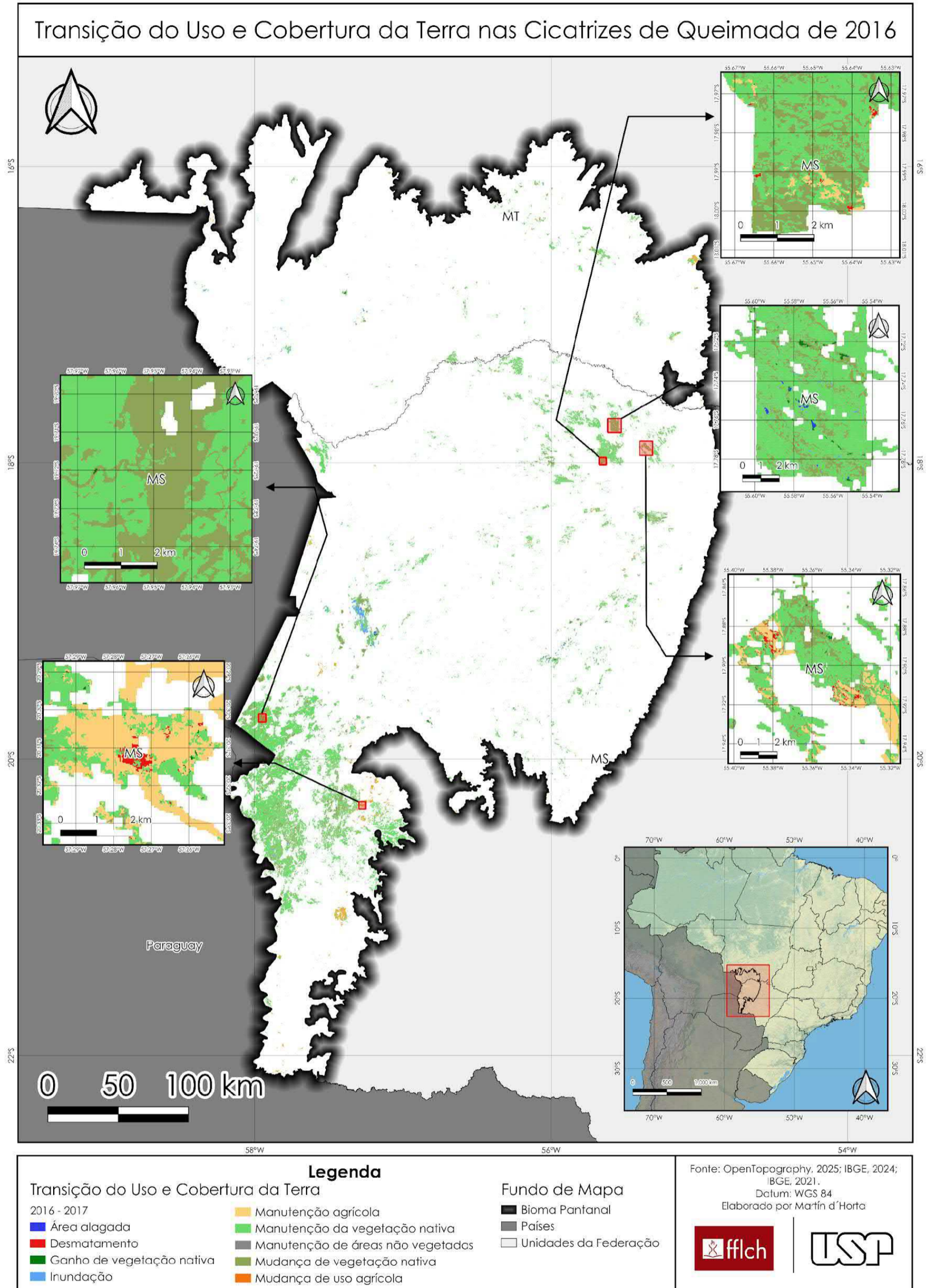


Figura 4: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2017

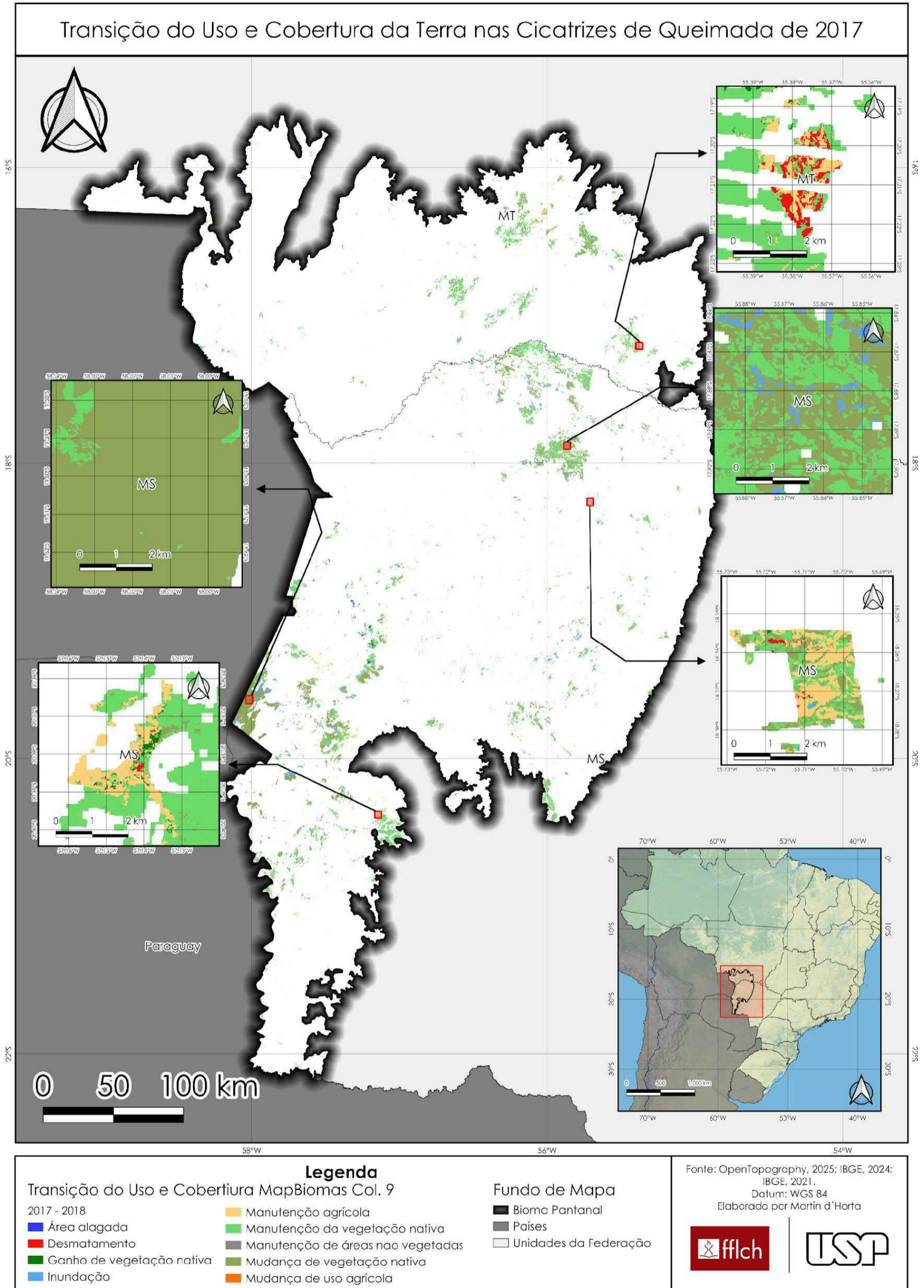


Figura 5: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2018

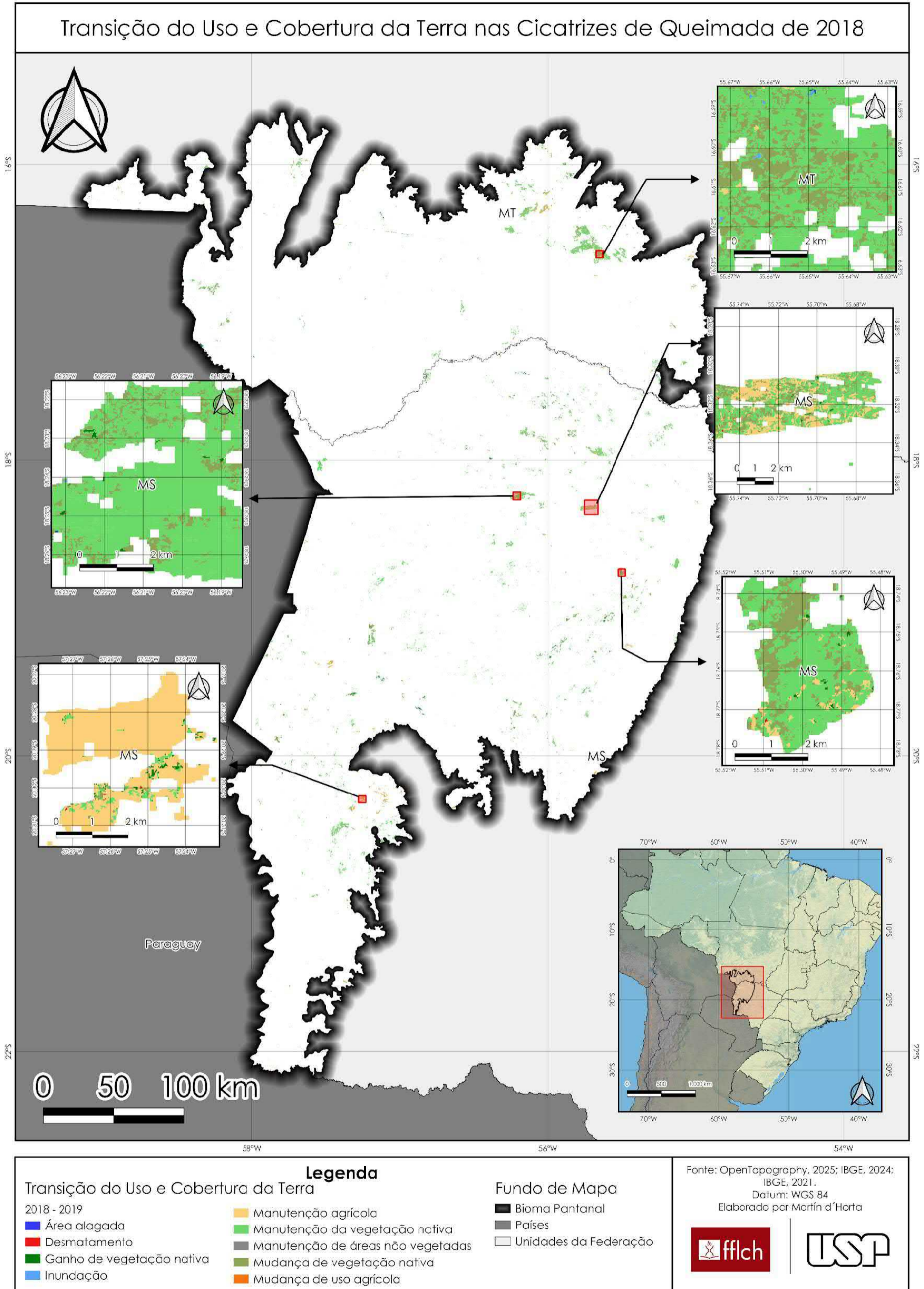


Figura 6: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2019

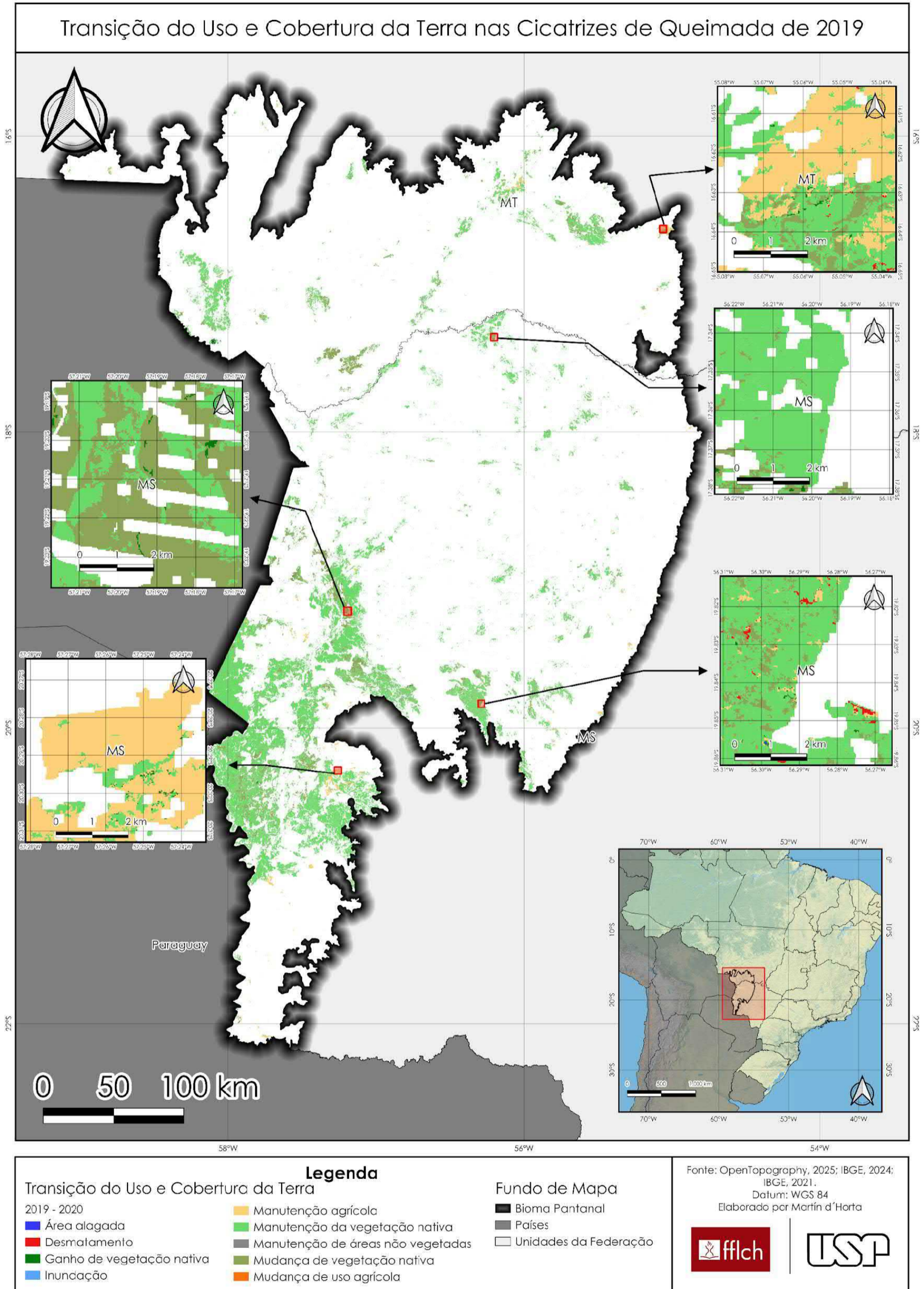


Figura 7: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimada de 2020

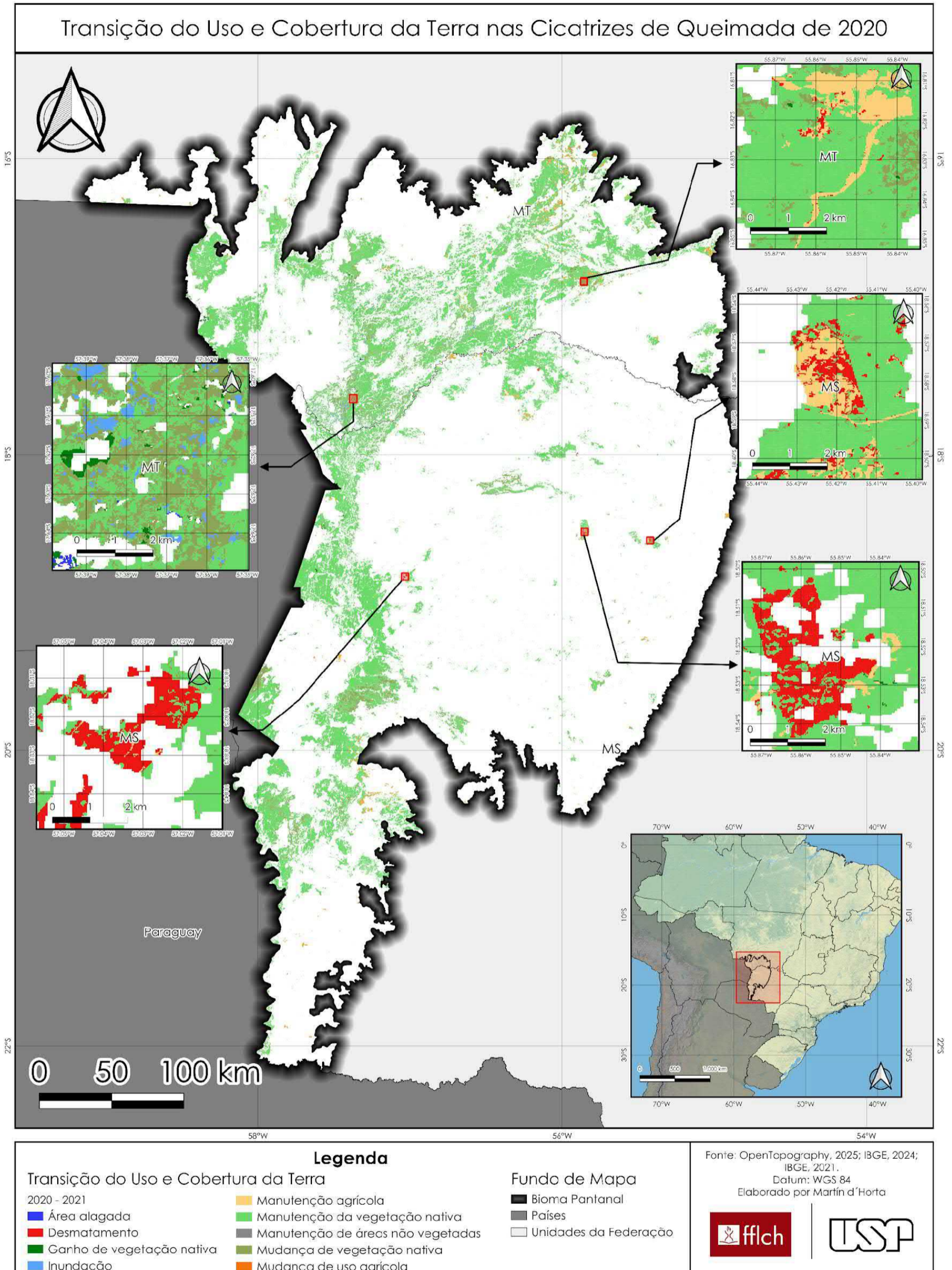


Figura 8: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimada de 2021

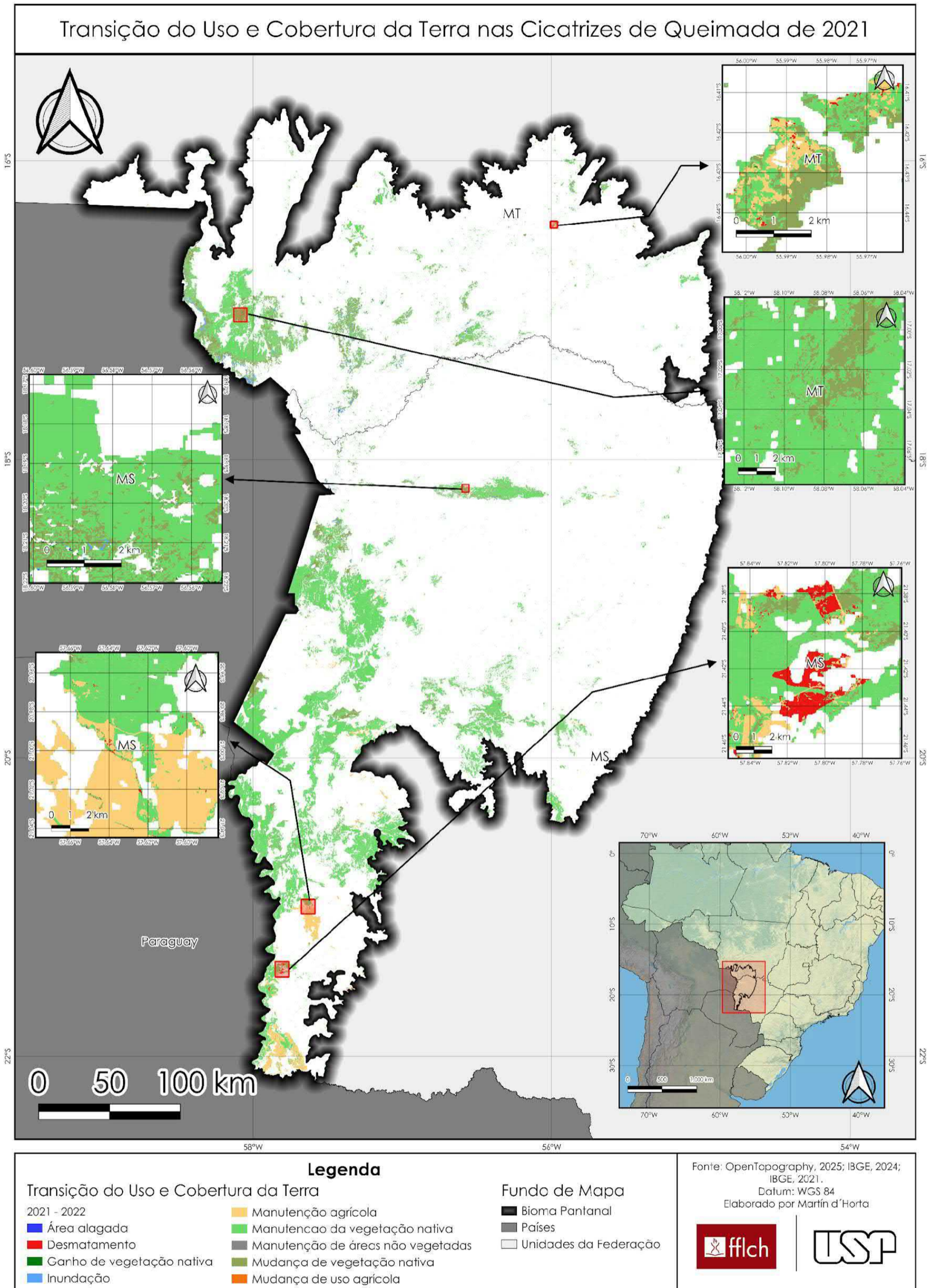
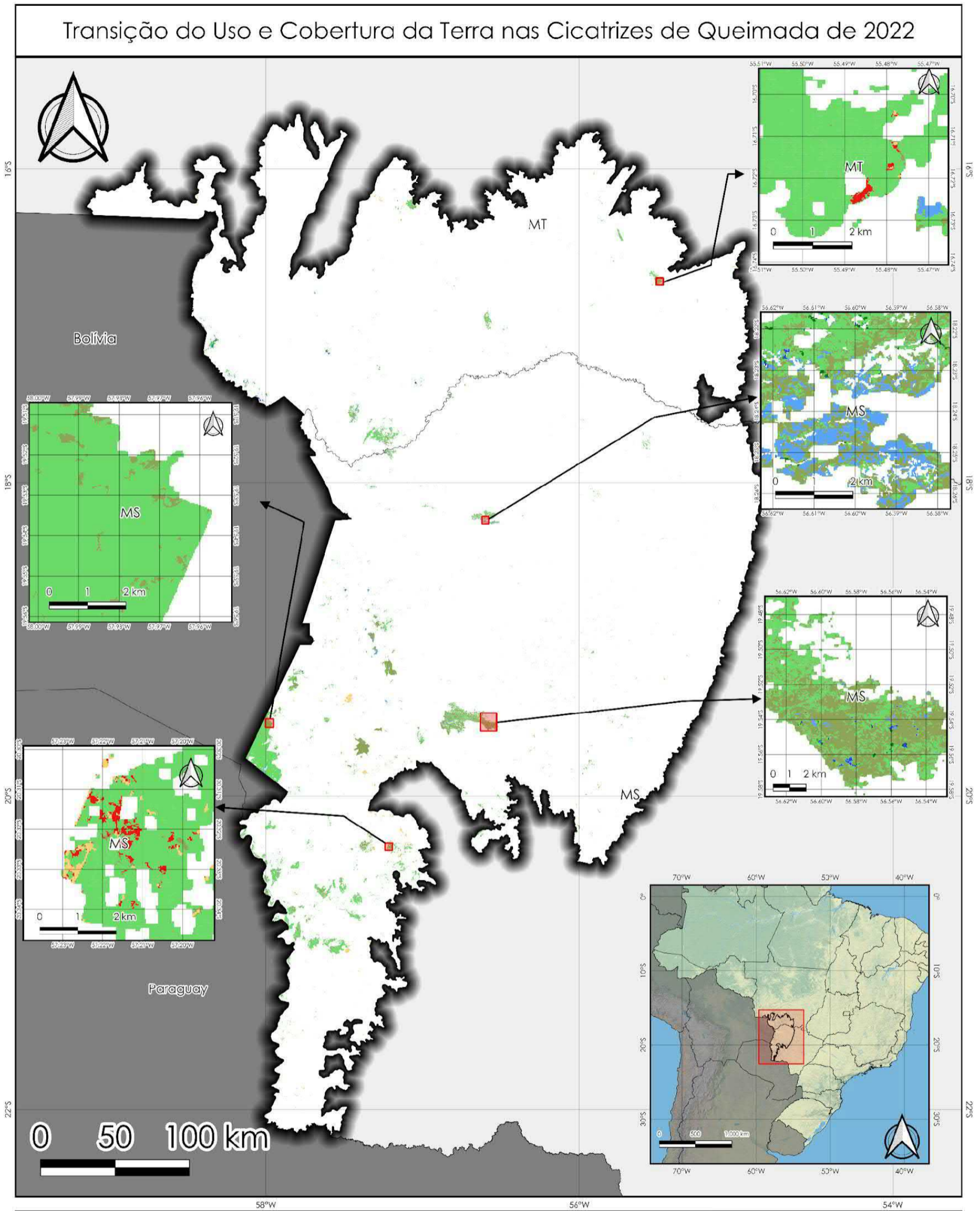


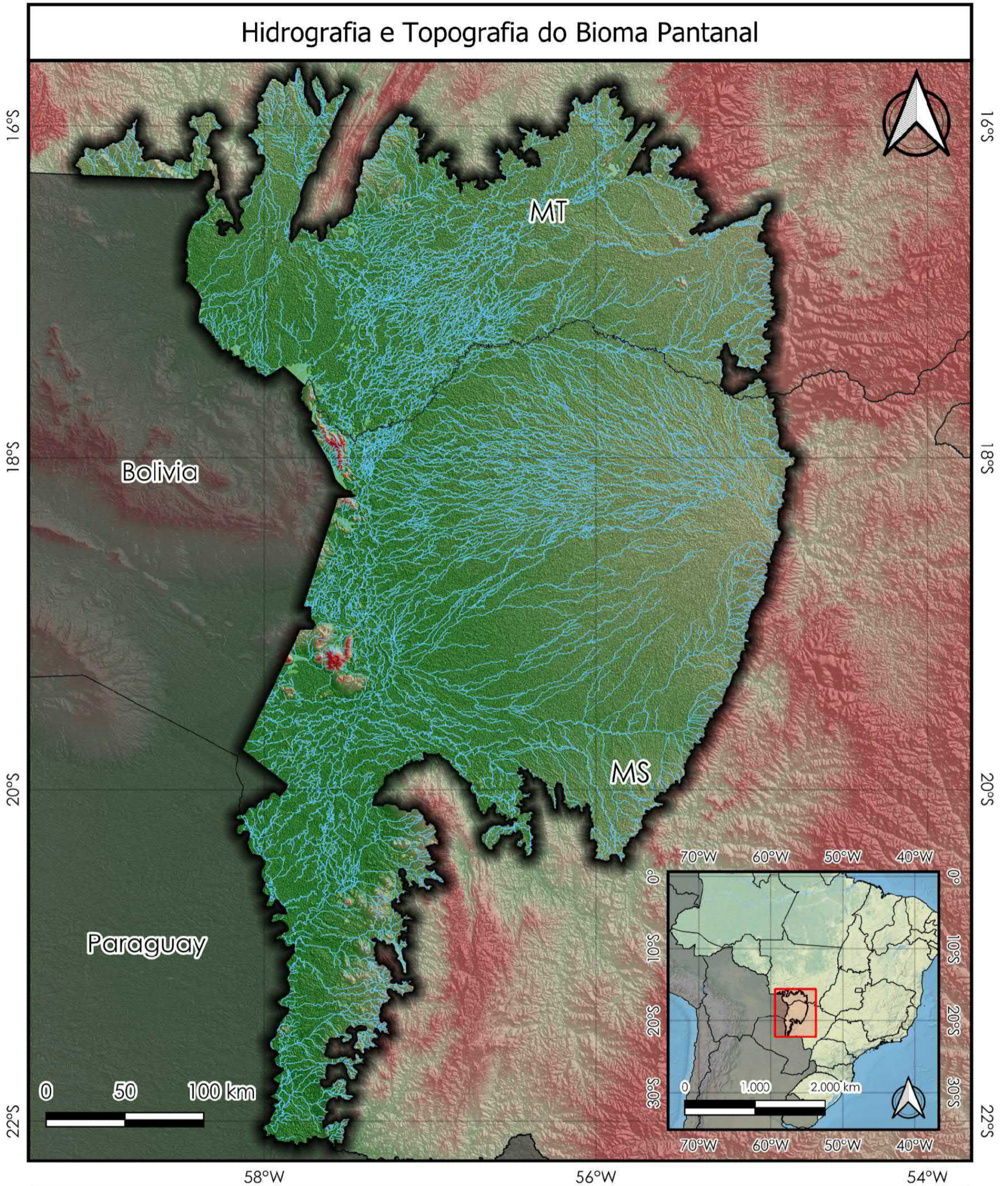
Figura 9: Transição do Uso e Cobertura da Terra nas Cicatrizes de Queimado de 2022



Legenda		Fundo de Mapa	
Transição do Uso e Cobertura da Terra		Fundo de Mapa	
2022 - 2023		■ Bioma Pantanal	■ Países
■ Área alagada	■ Manutenção agrícola	■ Unidades da Federação	
■ Desmatamento	■ Manutenção da vegetação nativa		
■ Ganho de vegetação nativa	■ Manutenção de áreas não vegetadas		
■ Inundação	■ Mudança de vegetação nativa		
	■ Mudança de uso agrícola		

Fonte: OpenTopography, 2025; IBGE, 2024; IBGE, 2021.  
 Datum: WGS 84  
 Elaborado por Martin d'Horta

Figura 10: Hidrografia e Topografia do Bioma Pantanal



<b>Legenda</b>		Fonte: OpenTopography, 2025; ANA, 2023; IBGE, 2024; IBGE, 2021. Datum: WGS 84 Elaborado por Marín d’Horta	
Altitude (m) 	Fundo de Mapa Bioma Pantanal Países Unidades da Federação Rios		

### *4.3 Distribuição dos Hotspots de queimada*

A partir dos procedimentos descritos no tópico 3.1.3. Frequência de queima (2014-2023), foi possível a elaboração de um mapa (Figura 11) que expõe as regiões que queimaram com mais frequência no período analisado.

Observando a Figura 11, nota-se com clareza que algumas áreas se destacam quando se trata da frequência de queima, a começar pela área que mais queimou no período localizada na região sudoeste do bioma e do município de Corumbá, - próxima ao cruzamento das coordenadas 7800000N e 400000E, Tal área caracteriza-se por ser uma região de fronteira com a Bolívia, podendo receber influências de ‘fogos internacionais’, tanto vindos da parte boliviana, quanto da parte brasileira. É interessante notar que essa região apresenta cicatrizes de formato regular com arestas retificadas e bem definidas, isso pode indicar duas coisas, tanto que o fogo foi controlado em uma determinada área, quanto que propriedades da região podem estar realizando queimas frequentes para diversas finalidades legalmente ou ilegalmente, que se for o caso pode significar um alto risco para a redução da biodiversidade local e para populações de regiões próximas.

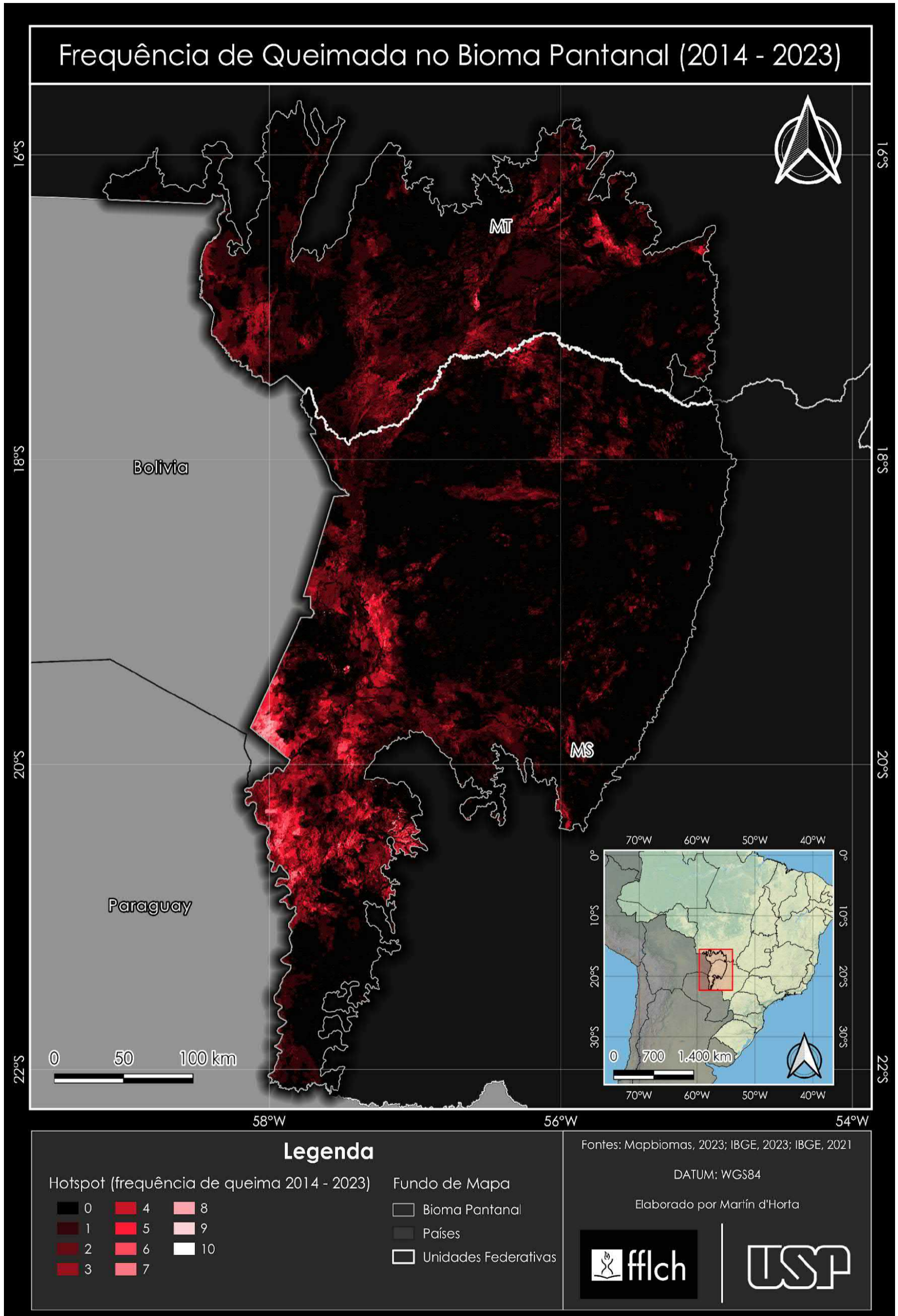
Como um todo, as regiões localizadas na ‘perna’ centro sul do bioma concentram as maiores frequências de queima para o bioma; nela encontram-se cicatrizes regulares, e irregulares que indicam locais onde o fogo pode ter saído do controle e só se extinto com chuva ou ao ‘encontrar’ áreas de cobertura mais úmida. Essas cicatrizes em geral também possuem extensões territoriais elevadas e menor frequência em comparação às de formato regular.

Na porção mato-grossense nota-se maior frequência em sua porção nordeste, novamente apresentando arestas retilíneas, porém com extensões de médio a grande porte. Na porção central do Pantanal mato-grossense percebe-se uma cicatriz de baixa frequência, porém de enormes extensões; essa se deve as queimadas históricas de 2020, que atingiram uma extensão territorial nunca vista predominantemente em locais que não haviam sido queimados e não foram posteriormente atingidos, formando uma grande cicatriz pouco regular de baixa frequência, indicando incêndios completamente fora de controle. Além disso é possível notar alguns pontos de alta frequência na porção oeste do estado de Mato Grosso.

Finalmente, é interessante ressaltar que o estudo das morfologias das cicatrizes associados à sua frequência revela importantes pistas a respeito da origem e dinâmica do fogo

no bioma, esse é um recurso bastante útil que pode ser usado pela gestão pública para a fiscalização, gestão e prevenção dos incêndios na região.

Figura 11: Frequência de Queimada no Bioma Pantanal (2014 – 2023)



#### *4.4 Distribuição das ocorrências de fogo ativo anuais entre 2014 e 2023*

A partir dos mapeamentos estruturados com base nos procedimentos descritos no tópico 3.2. Ocorrências de Fogo Ativo, foi possível analisar a distribuição espacial dos focos de incêndio registrados pelo sensor VIIRS no período temporal considerado. A Figura 12 mostra a composição espacial dos focos de calor anuais entre 2014 e 2023.

Nota-se que o primeiro ano de análise apresenta uma concentração de focos de incêndio menos intensa que nos anos posteriores, o que está de acordo com as informações contidas no Gráfico 1 e com os quantitativos totais de área queimada expostos na Tabela 3, demonstrando que 2014 foi o ano que menos queimou em área absoluta para o período. Com relação a distribuição dos focos de calor, a Figura 12 mostra que em 2014 ocorrem incêndios de natureza mais dispersa, com uma ligeira concentração na região central do bioma, formando um ‘corredor’ de calor que vai até a região sudoeste do Pantanal.

Em 2015, o bioma apresentou uma área queimada superior ao registrado no ano anterior, o que se reflete diretamente na espacialização e intensidade das concentrações de focos de calor. Nota-se na Figura 12, a carta referente ao ano de 2015 onde os registros de pontos quentes se mostram mais intensos ao comparados com 2014, porém, ainda se mantem em intensidades de nível moderado à leve em comparação aos demais anos analisados. Sua distribuição aparece de maneira relativamente dispersa pelo território do bioma, porém, é possível perceber nesse ano os registros de algumas áreas de maior intensidade de queima divididos em três principais áreas, a primeira está localizada no sudoeste do estado do Mato Grosso, próxima ao limite com o Mato Grosso do Sul. A segunda e a terceira estão inseridas no estado de Mato Grosso do Sul, respectivamente na porção centro oeste e sul do bioma.

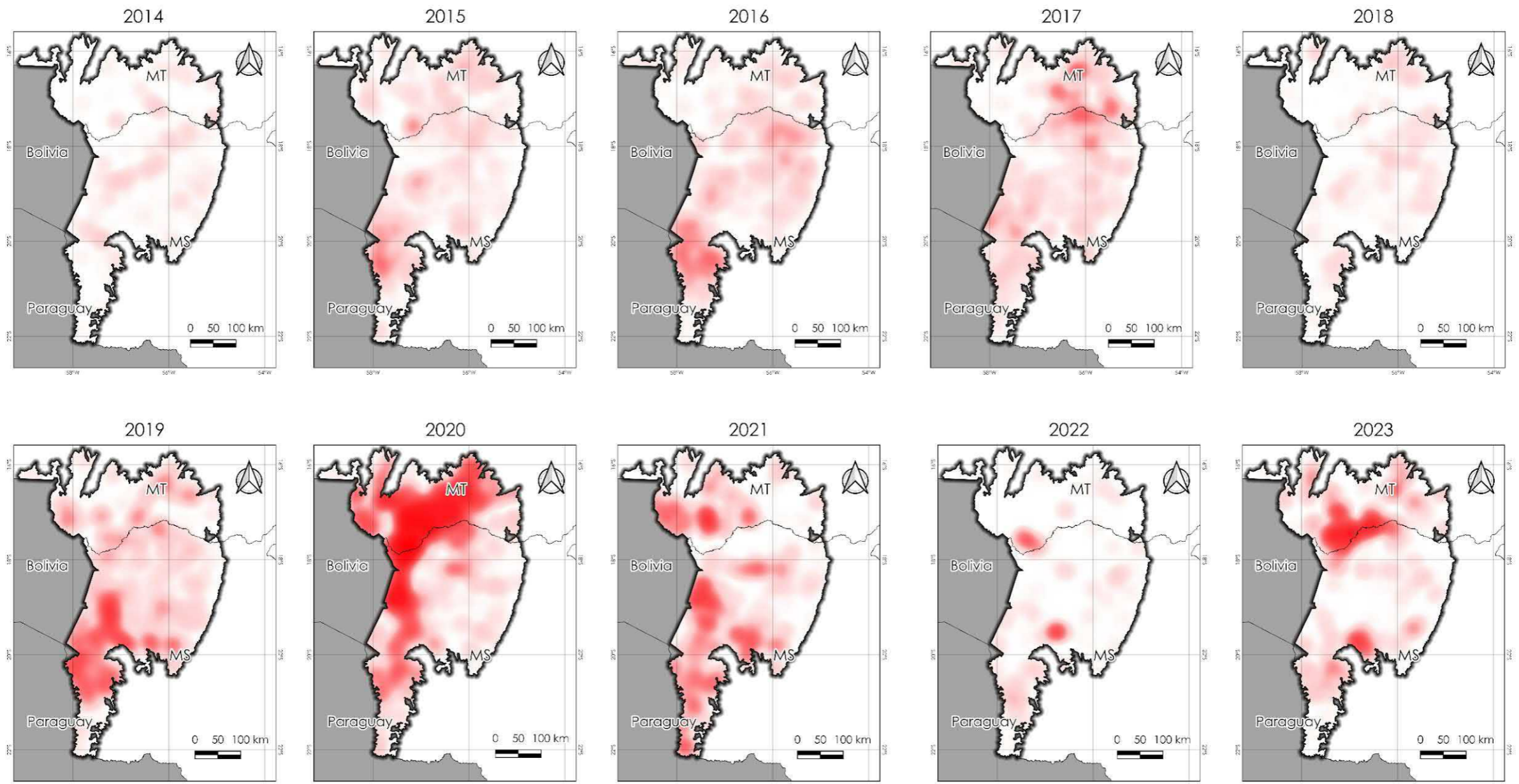
No ano de 2016 foi registrado o primeiro pico de área queimada para o bioma (Gráfico 1); a distribuição dos focos nesse ano ocorreu de forma esparsa pelo Pantanal com intensidades leves a moderadas para a maior parte da área, elevando a concentração e vigor na porção sul da área de estudo. No ano de 2017 a área queimada volta a reduzir para valores próximos aos registrados em 2015, porém sua concentração e distribuição ocorrem de forma distinta, mais concentrada na porção nordeste do bioma, majoritariamente inseridas no estado de Mato Grosso. Em 2018, ocorre uma redução da área queimada refletindo diretamente no registro e intensidade dos focos de incêndio para esse ano, se aproximando do que foi registrado em 2014, porém concentrado majoritariamente na porção leste do Pantanal.

Nos anos entre 2019 à 2021 ocorre um aumento significativo na área queimada (Gráfico 1, Tabela 3, Figura 12 e Figura 13) e são captados claramente através no histórico estruturado na Figura 12. Através de sua observação percebe-se que no ano de 2019 os focos de incêndio se concentraram principalmente na porção sul do bioma com intensidade elevada; nota-se também que ocorreram concentrações de média intensidade na região central, com alguns pontos mais intensos na porção norte do bioma. Em 2020, ano com maior área queimada já registrada para o bioma pantanal (MAPBOMAS, 2025) observa-se na Figura 12 e Figura 13 que suas proporções extrapolam consideravelmente os demais registros para o período analisado. A Figura 12 mostra que ocorreram concentrações elevadíssimas - de mais de 10.000 focos de calor ativos por raio de 0,3° - em praticamente toda a porção do Pantanal inserida no estado de Mato Grosso; nota-se que essa mancha de calor intenso se estende até a fronteira com a Bolívia, prosseguindo até a região sul do bioma Pantanal, é interessante notar que nesse ano os focos de incêndio registrados se concentram praticamente todos nessa faixa de maior intensidade citada anteriormente. Já em 2021, a distribuição dos focos de incêndio registrados se mostra ainda em patamares elevados; sua distribuição se apresenta concentradas em algumas áreas principais, na porção oeste do pantanal mato-grossense, na região central do bioma e nas porções sul e oeste da área analisada.

Em 2022 houve uma redução significativa da área queimada em comparação aos três anos anteriores descritos acima. A distribuição dos focos para este ano ocorreu de maneira concentrada na área de estudo, especificamente em duas áreas, uma no estado de Mato Grosso, próximos à Bolívia e o outro na região centro sul do bioma. É interessante ressaltar que apesar dos quantitativos absolutos de área queimada se aproximarem dos registrados em 2014 e 2018, em 2022 eles se mostram distribuídos de maneiras bastante distinta, concentrados em áreas menores de maior intensidade de queima.

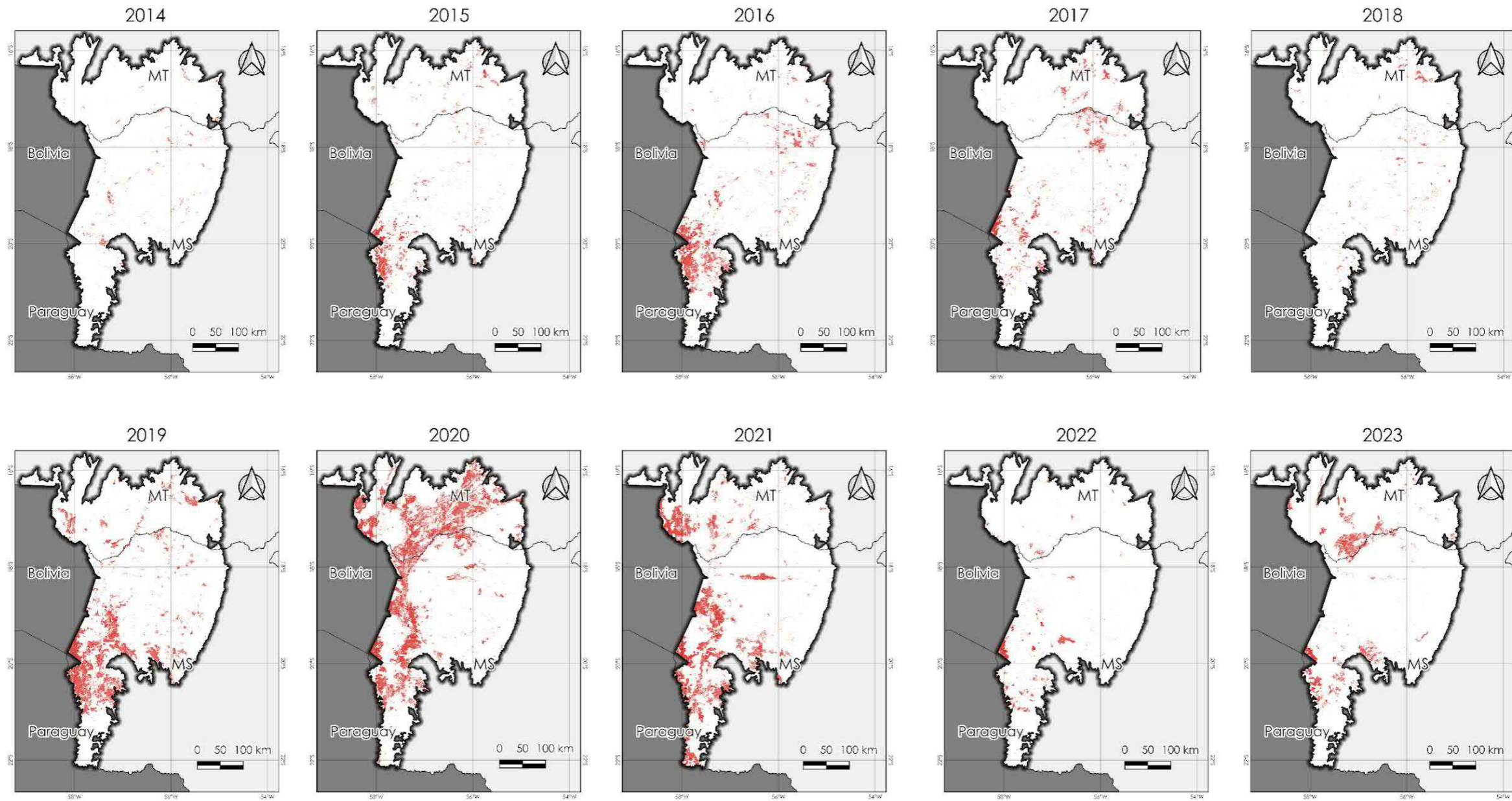
Por fim, o ano de 2023 apresenta um novo aumento da área queimada, intensamente concentrada na região noroeste entre os limites estaduais, com predominância de áreas localizadas no estado de Mato Grosso, além dessa extensa região de alta intensidade, foi registrado uma outra área de intensidade elevada na porção centro sul do Pantanal, próxima à concentração registrada no ano anterior.

Figura 12: Densidade de Kernel Para os Focos de Calor (VIIRS)



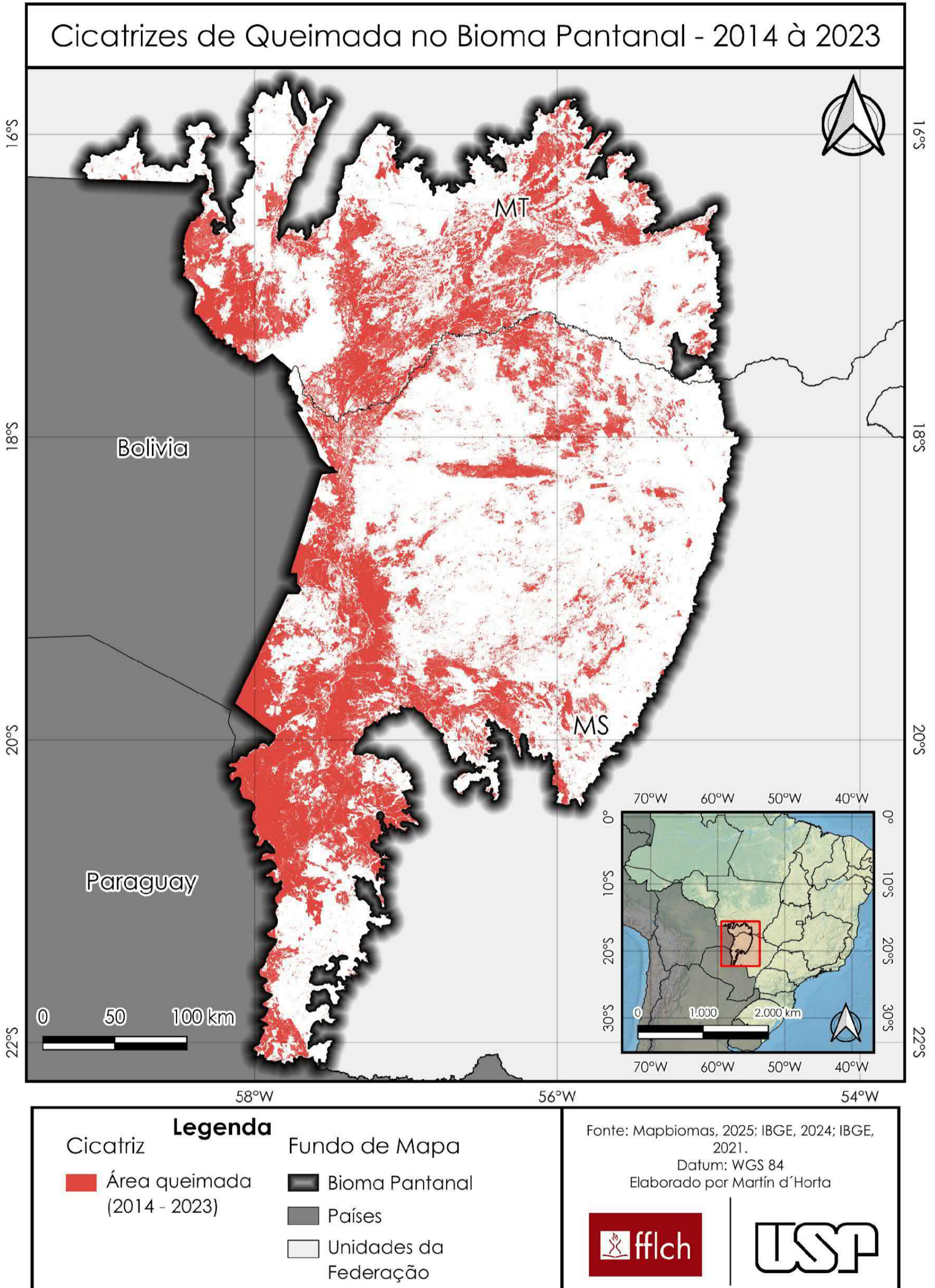
<p><b>Legenda</b></p> <p>Focos de calor por <math>r = 0,3^\circ</math></p> 	<p>Fundo de mapa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Bioma Pantanal</li> <li> Países</li> <li> Unidades da federação</li> </ul>	<p>Fonte: NASA, 2025; IBGE, 2024; IBGE, 2021.</p> <p>Datum: WGS 84</p> <p>Elaborado por Martín d'Horta</p> 	
--	---	--	---

Figura 13: Cicatrizes de Queimada 2014 – 2023



<b>Legenda</b>		<p>Fonte: Mapbiomas, 2025; IBGE, 2024; IBGE, 2021. Datum: WGS 84 Elaborado por Martín d’Horta</p>		
<p>Cicatriz</p> <p>■ Área queimada</p>	<p>Fundo de mapa</p> <p>▭ Bioma Pantanal</p> <p>■ Países</p> <p>□ Unidades da federação</p>			

Figura 14: Cicatrizes de Queimada Acumulado (2014 – 2023)

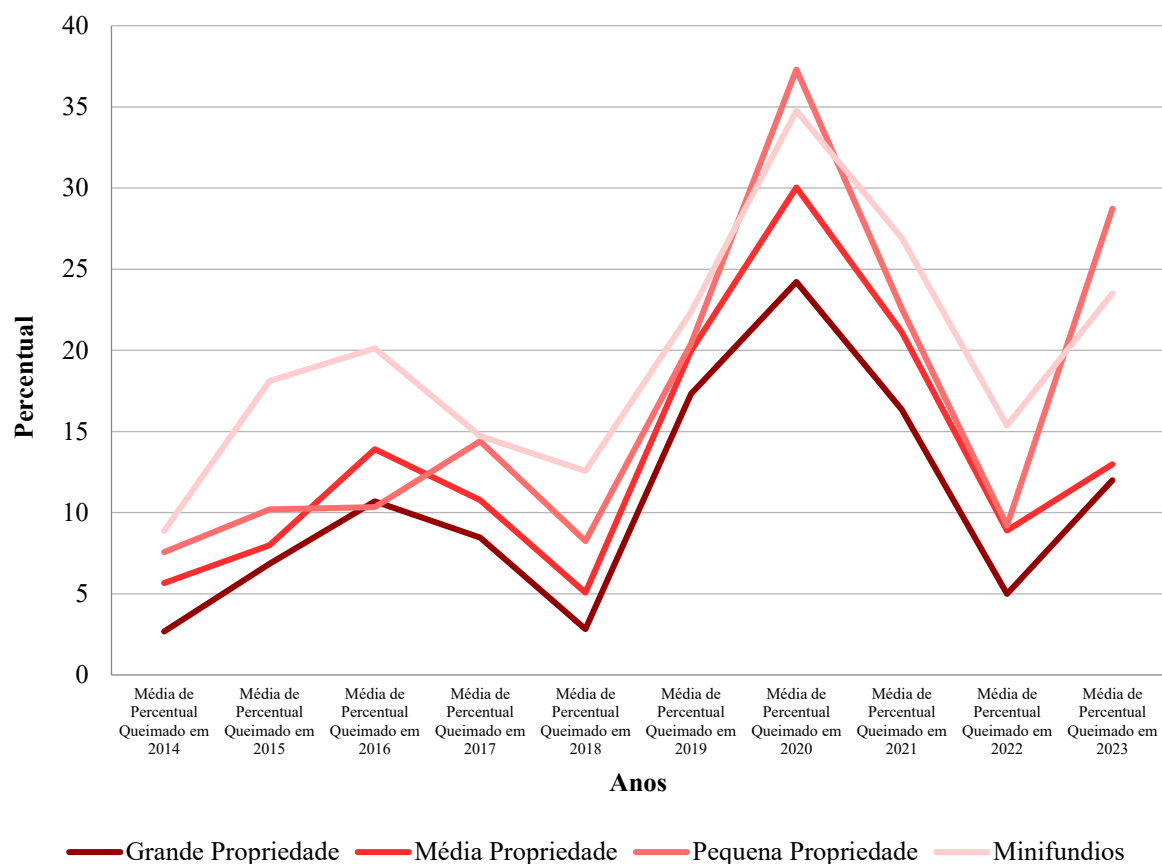


#### *4.5 Relação das áreas queimadas entre 2014 e 2023 com as propriedades rurais ativas cadastradas no SiCAR*

Através dos procedimentos descritos no tópico 3.1.4 , foi possível a elaboração de um mapeamento que expõe as relações proporcionais e absolutas entre as cicatrizes do fogo e as propriedades rurais ativas inscritas no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Figura 15 à Figura 25).

A partir da análise das figuras é possível extrair importantes relações a respeito da interação entre propriedade e fogo. Olhando para as cartografias que representam essa interação de uma perspectiva percentual, nota-se a concentração de percentuais elevados em pequenas propriedades e minifúndios. O Gráfico 4 mostra justamente os percentuais médios de queima por classe de imóvel, nele vemos de forma mais didática que agrupando os dados dessa maneira teremos maior queima relativa em menores propriedades, com exceção de 2016, 2020 e 2023, todos os anos apresentam uma relação inversa entre proporção queimada e tamanho da propriedade. Isso não significa dizer que as pequenas propriedades queimam mais do que as grandes propriedades, mas sim falar que elas são mais afetadas em comparação às maiores. É interessante ressaltar que são comuns as práticas de manejo da cultura pelo fogo e em pequenas propriedades com lavouras reduzidas em área, porém ocupando elevadas parcelas das propriedades seu manejo pode significar a queima de altos percentuais relativos ao imóvel.

Gráfico 4: Médias dos percentuais queimados por classe de propriedade



A distribuição da queima percentual nos imóveis cadastrados se apresenta de forma concentrada nas áreas atingidas pelas maiores cicatrizes de queimada inserida nas áreas onde estão presentes as propriedades de área reduzida. Pensando de forma prática, é interessante ressaltar que imóveis menores precisam de menor área queimada para apresentar elevadas proporções de queima, esse é um fator que se analisado isoladamente pode criar uma noção falsa das propriedades que mais contribuem para a queima do bioma.

Já considerando as relações entre áreas absolutas queimadas por tamanho de propriedade, o Gráfico 5 mostra o histórico quantitativo de área queimada por tamanho de propriedade, já o Gráfico 6 mostra o percentual relativo à área queimada por ano dividida entre as classes de imóvel. Olhado para eles é possível perceber que quando se trata de área queimada, as grandes propriedades dominam amplamente o cenário em ambos os gráficos, além disso, nota-se no Gráfico 6 que as grandes propriedades apresentam concentração elevada que se mantém estável em na casa dos 90% das áreas queimadas no bioma em todo o período, concentrando os imóveis médios, pequenos e minifúndios na faixa inferior a 10% em todo o

período. É claro que propriedades com áreas mais extensas vão registrar queimas também mais extensas, porém ao se atentar para a Tabela 8, nota-se que as grandes propriedades correspondem a 67,09% da área total de propriedades identificadas, valor consideravelmente menor ao percentual de área queimada registrada para a mesma categoria; isso se revela um importante indicador de que há concentrações de área queimada em grandes propriedades pelo menos 23% superior à sua representatividade em área absoluta no bioma.

*Gráfico 5: Área (há) queimada total por tamanho de propriedade*

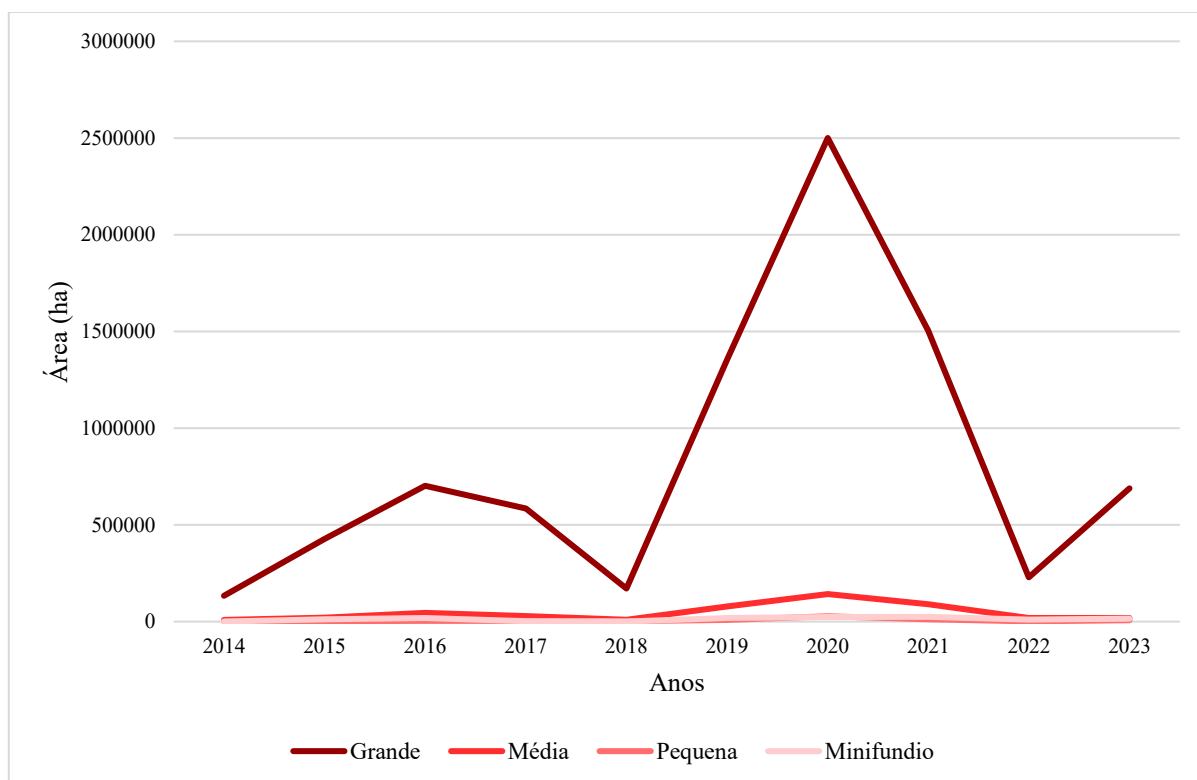


Gráfico 6: Percentual de área queimada por tamanho de propriedade

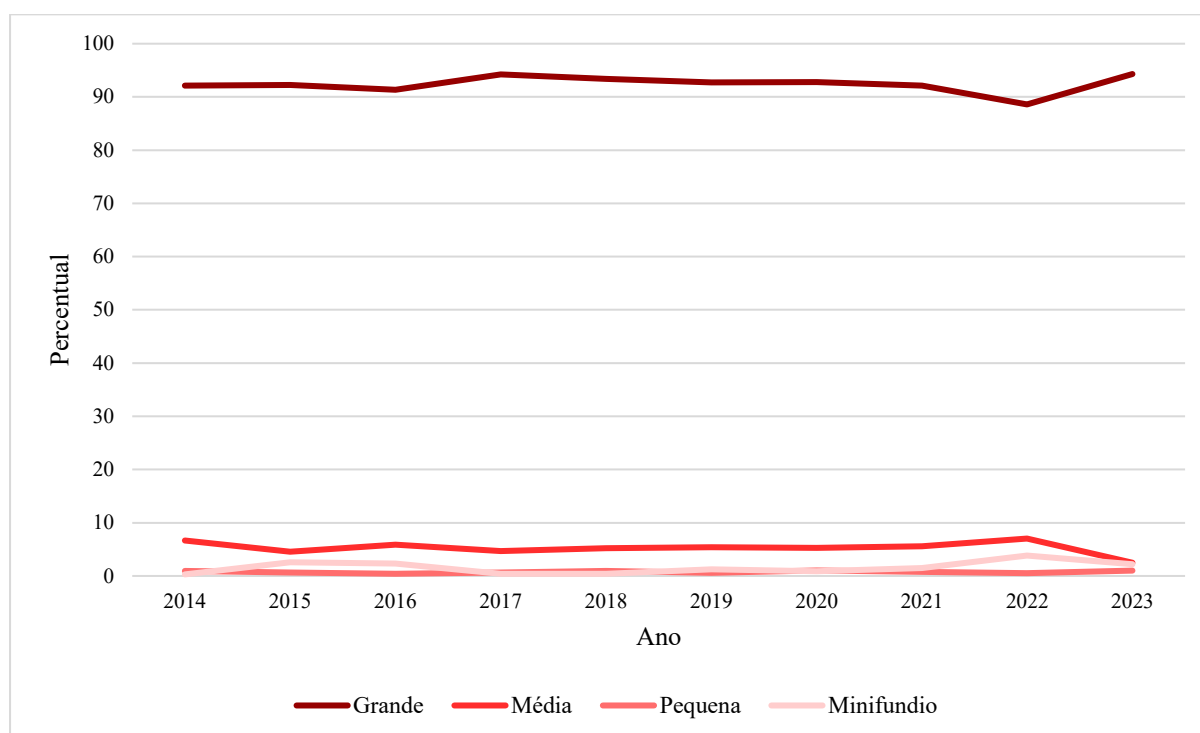


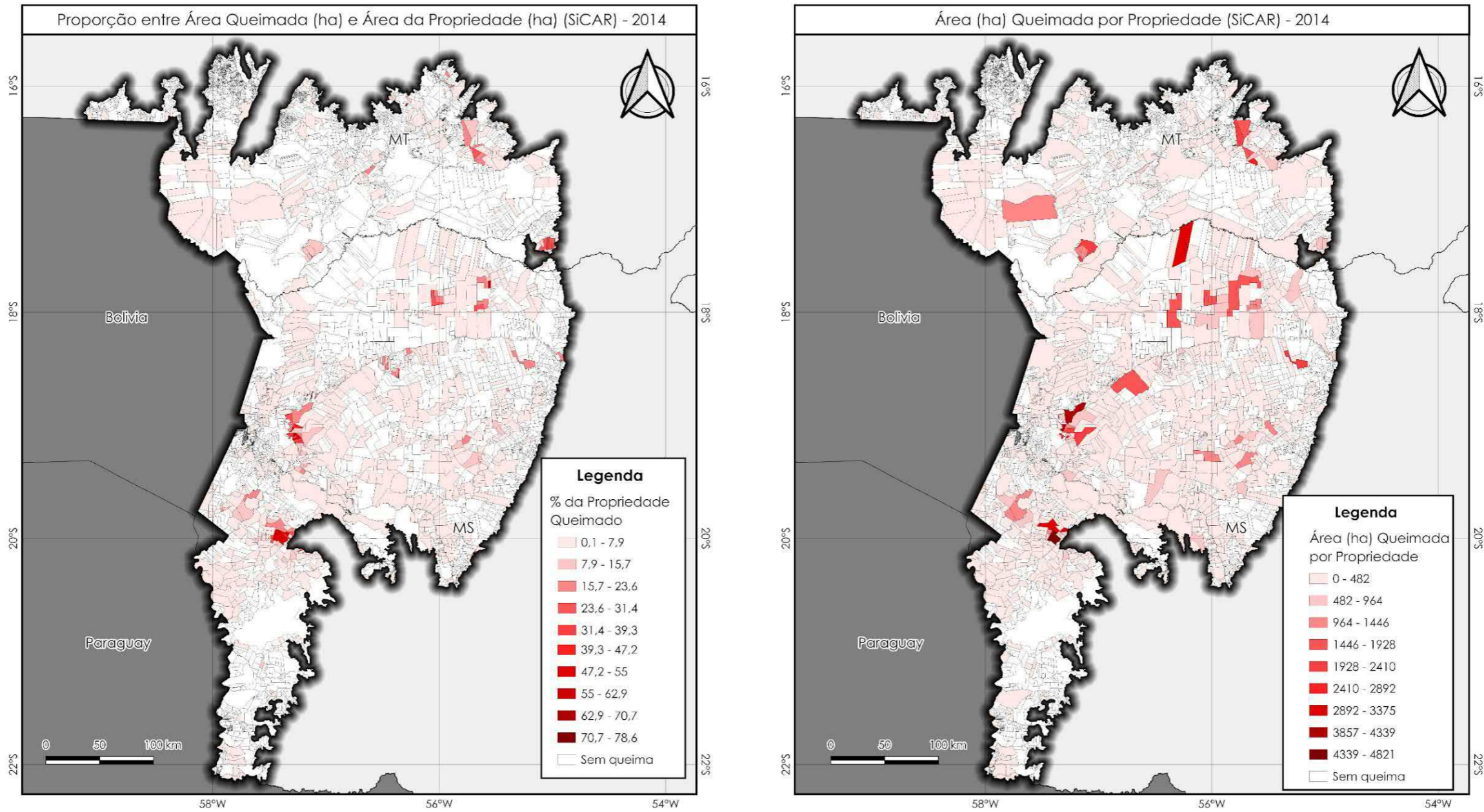
Tabela 8: Área e percentual por tamanho de propriedade

Tamanho (módulos Fiscais)	Área (ha)	Percentual
Grande	13.945.078,36	67,09
Média	6.425.795,29	30,91
Pequena	230.656,81	1,11
Minifúndio	183.925,58	0,88
<b>Total</b>	<b>20.785.456,04</b>	<b>100,00</b>

Ao se debruçar sobre os mapeamentos que espacializam as relações entre imóvel e queima considerando as áreas absolutas, notam-se repetições de propriedade com alto volume de queima em diversos anos. Em sete dos dez anos analisados por exemplo, pode se perceber que grandes propriedades localizadas na região central do limite entre Mato Grosso e Mato Grosso do Sul apresentam altos volumes de área queimada, essa observação fornece pistas

importantes a respeito dos responsáveis por maior volume e frequência de queima no bioma, o que pode ser bastante útil na fiscalização e direcionamento de políticas de combate ao fogo na região. O exemplo citado pode ser percebido na Figura 15, Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 20, Figura 21 e Figura 24. A Figura 25 apresenta a distribuição da relação percentual e absoluta das cicatrizes de queimada por propriedade para todo o período analisado, sendo possível a identificação das propriedades que mais foram afetadas pelo fogo proporcionalmente e aquelas que mais queimaram em níveis absolutos entre 2014 e 2023.

Figura 15: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2014)

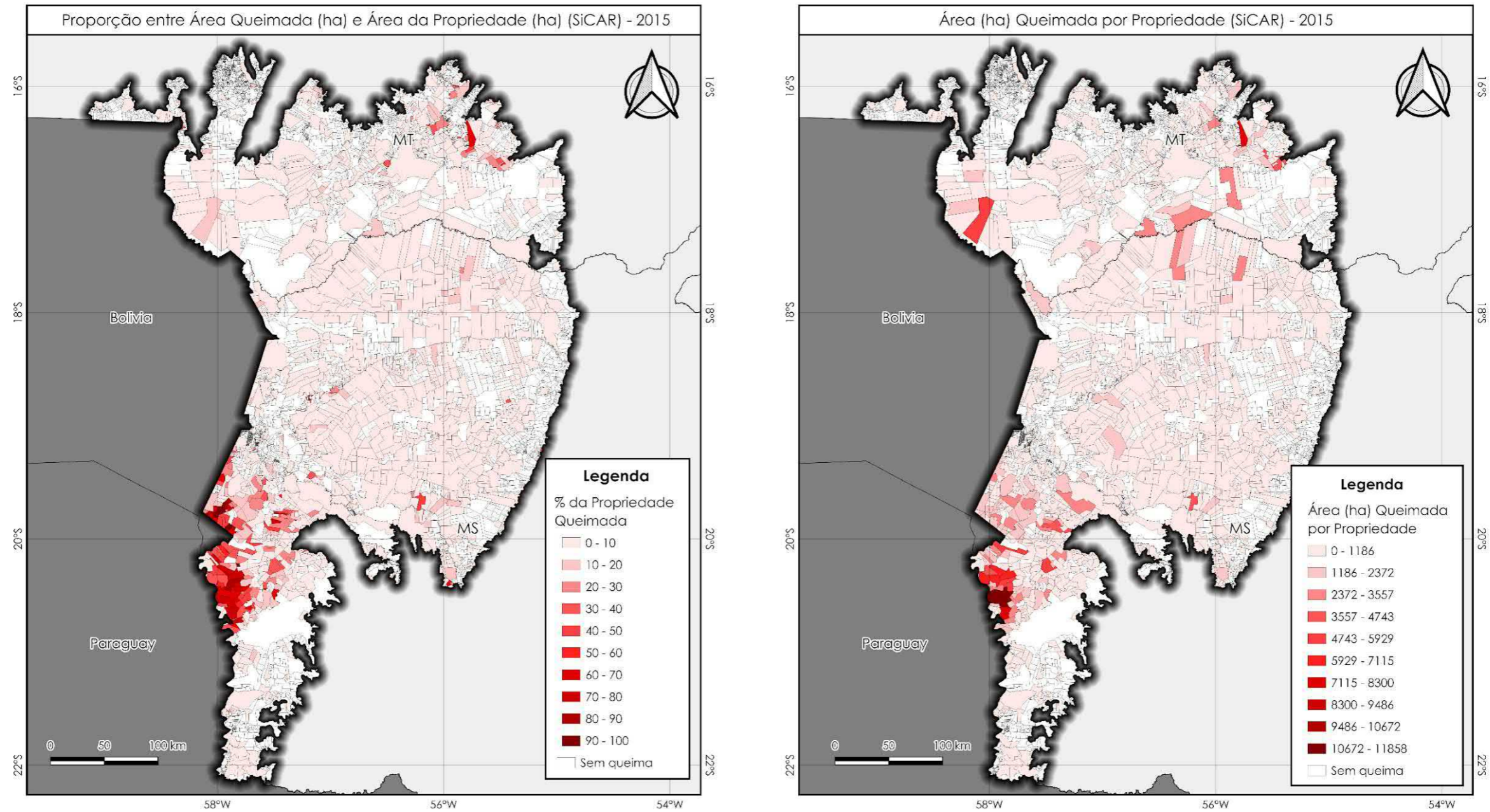


**Fundo de Mapa**

- Bioma Pantanal
- Países
- Unidades da Federação

Fonte: SiCAR, 2025; Mapbiomas, 2024; IBGE, 2024; IBGE, 2021.  
Datum: WGS 84  
Elaborado por Martín d’Horta

Figura 16: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2015)



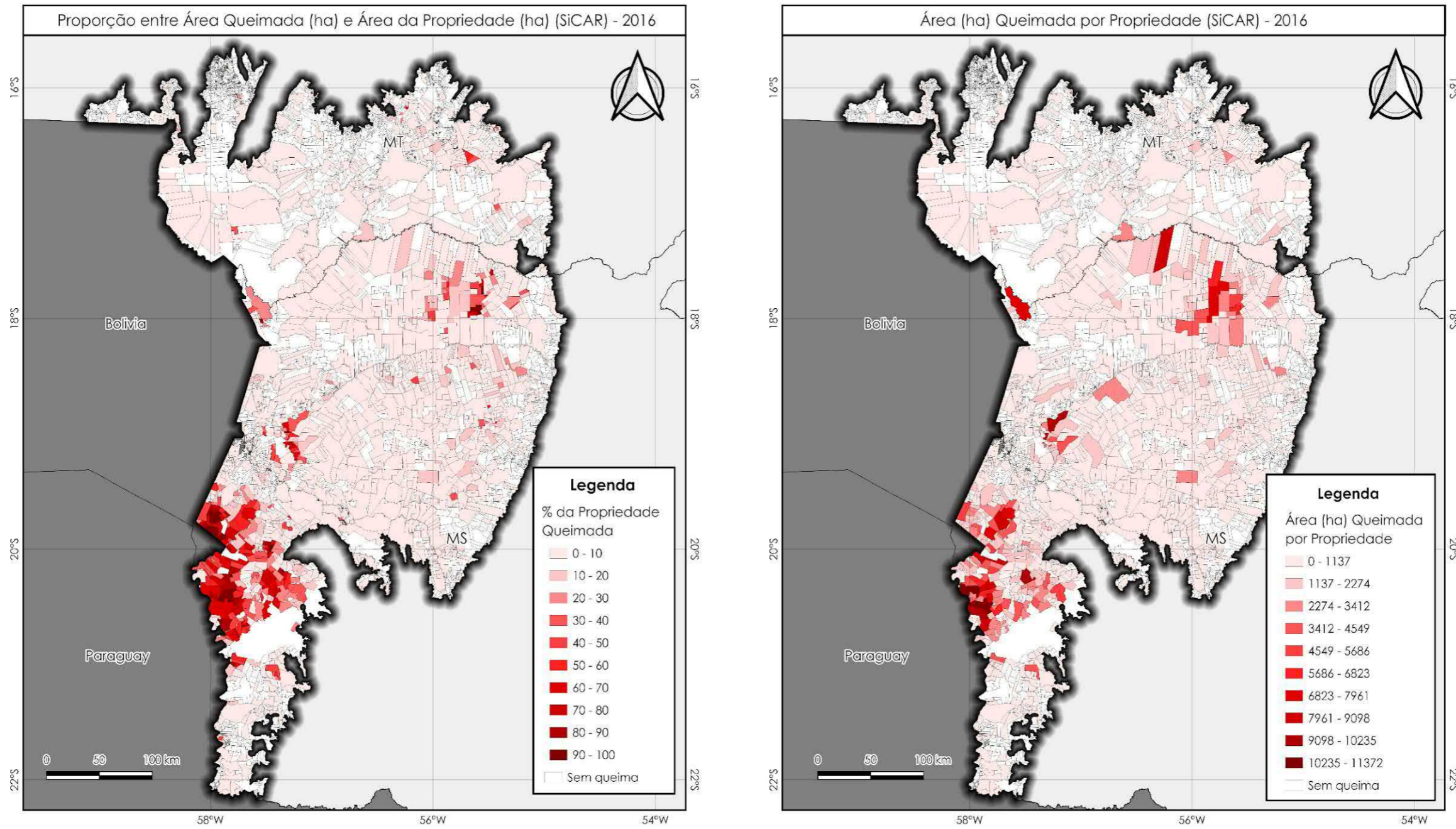
**Fundo de Mapa**

- Bioma Pantanal
- Países
- Unidades da Federação

Fonte: SiCAR, 2025; Mapbiomas, 2024; IBGE, 2024; IBGE, 2021.  
 Datum: WGS 84  
 Elaborado por Martín d'Horta

**fflch** | **USP**

Figura 17: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2016)



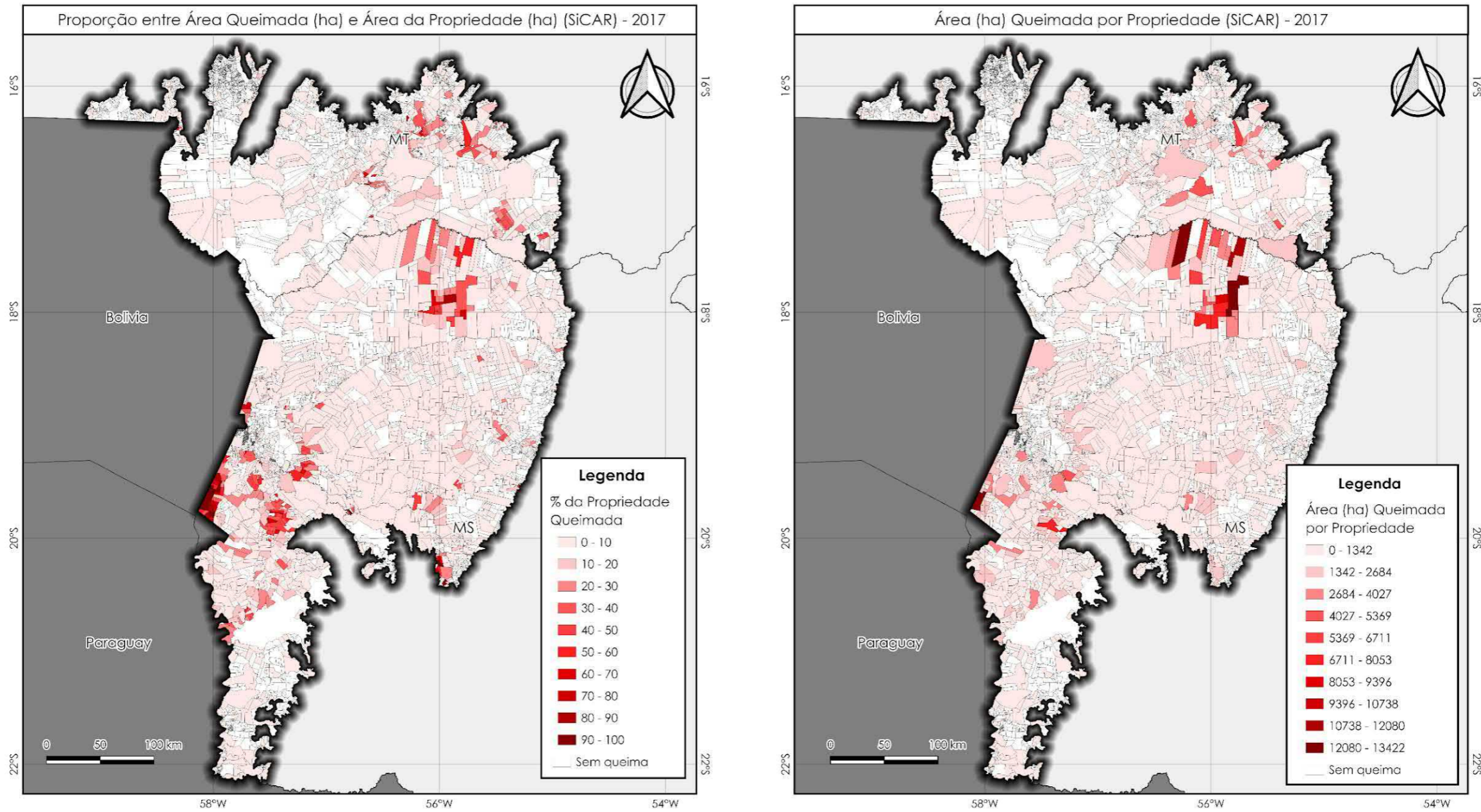
**Fundo de Mapa**

- Bioma Pantanal
- Países
- Unidades da Federação

Fonte: SiCAR, 2025; Mapbiomas, 2024; IBGE, 2024; IBGE, 2021.  
Datum: WGS 84  
Elaborado por Martín d’Horta

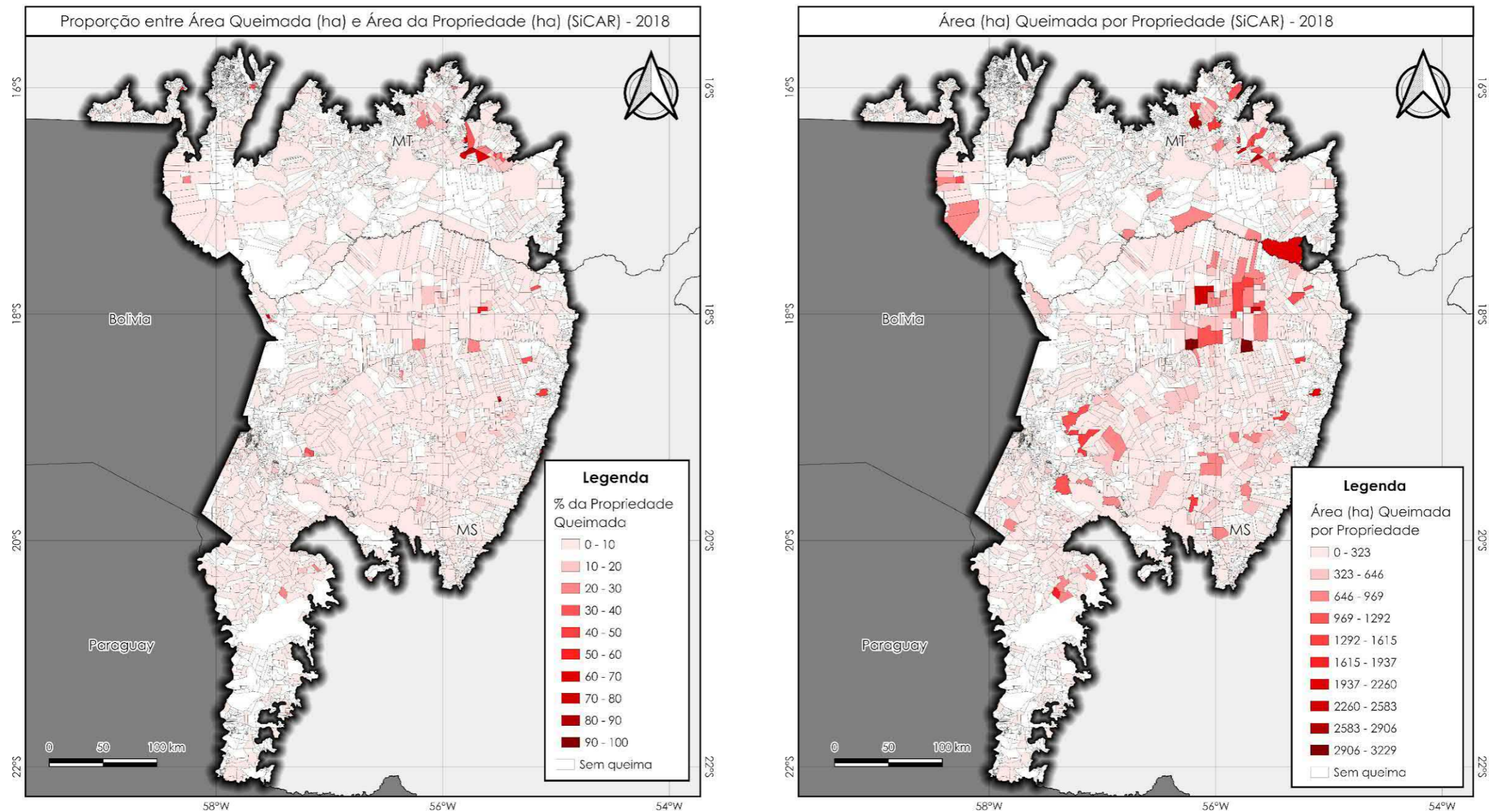
**fflch** | **USP**

Figura 18: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2017)



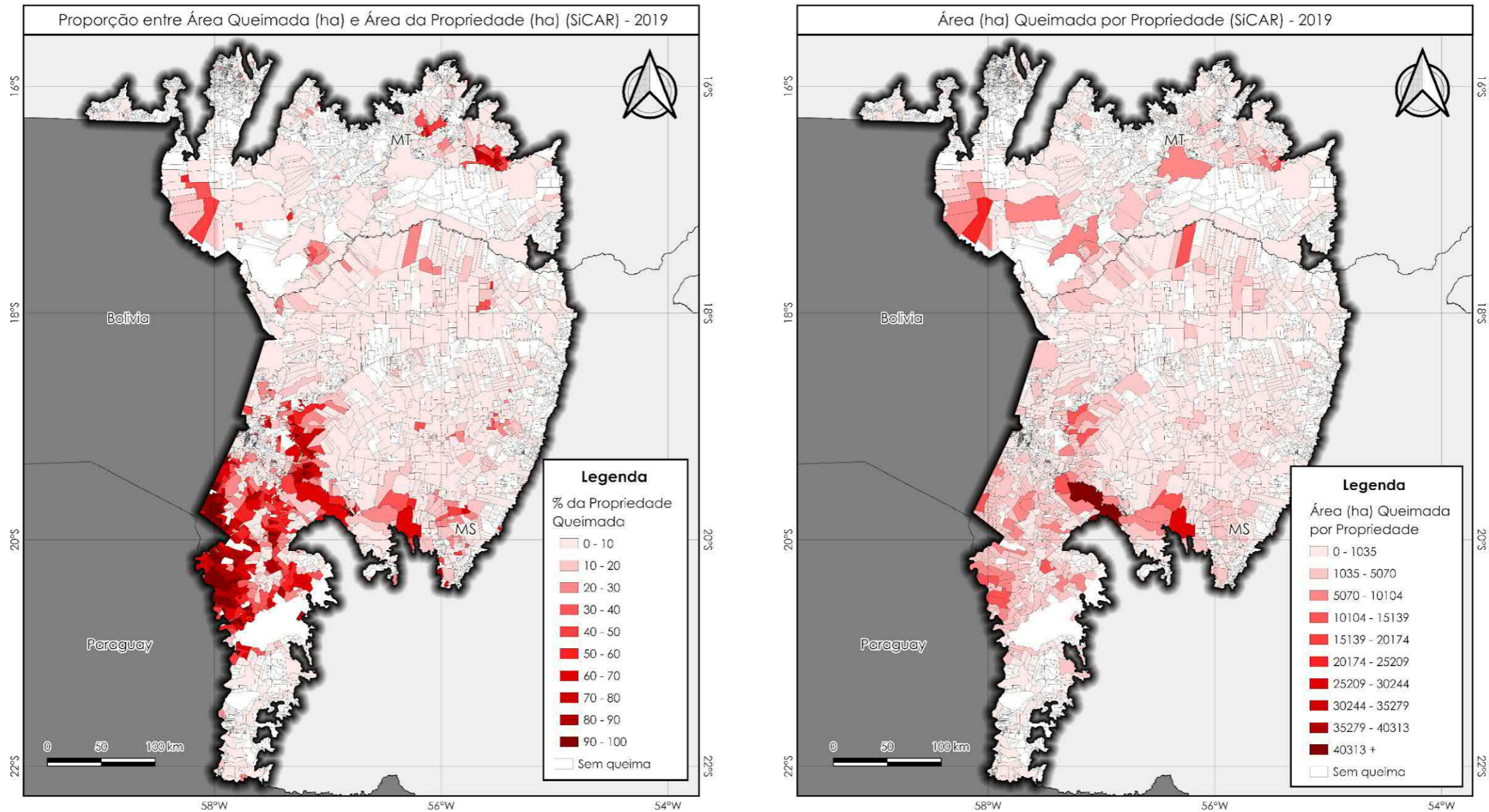
<p><b>Fundo de Mapa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Bioma Pantanal</li> <li> Países</li> <li> Unidades da Federação</li> </ul>	<p>Fonte: SiCAR, 2025; Mapbiomas, 2024; IBGE, 2024; IBGE, 2021. Datum: WGS 84 Elaborado por Martín d'Horta</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;">   </div>	
--	---	---

Figura 19: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2018)



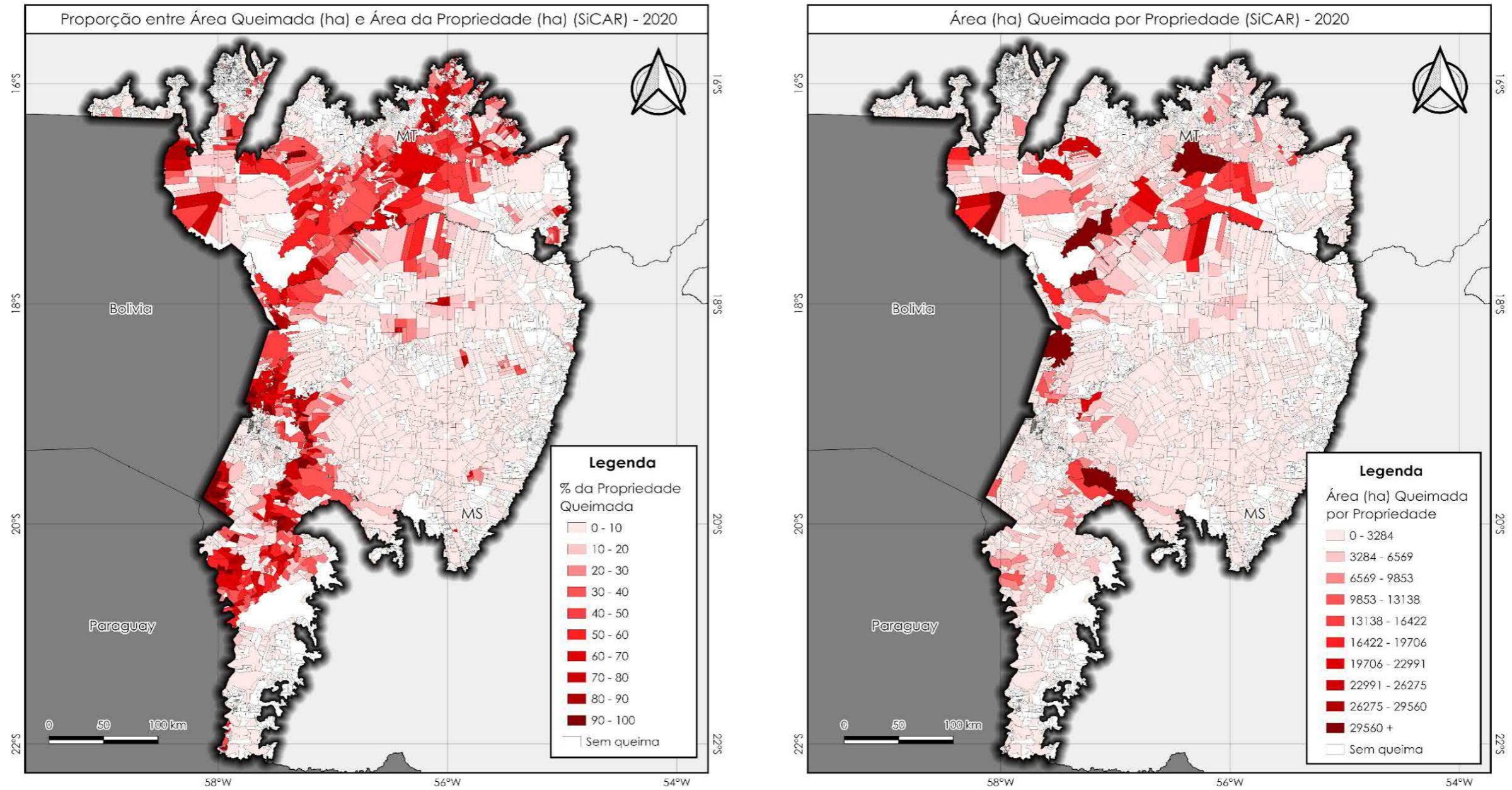
<p><b>Fundo de Mapa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Bioma Pantanal</li> <li> Países</li> <li> Unidades da Federação</li> </ul>	<p>Fonte: SiCAR, 2025; Mapbiomas, 2024; IBGE, 2024; IBGE, 2021. Datum: WGS 84 Elaborado por Martín d’Horta</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	
--	--	---

Figura 20: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2019)



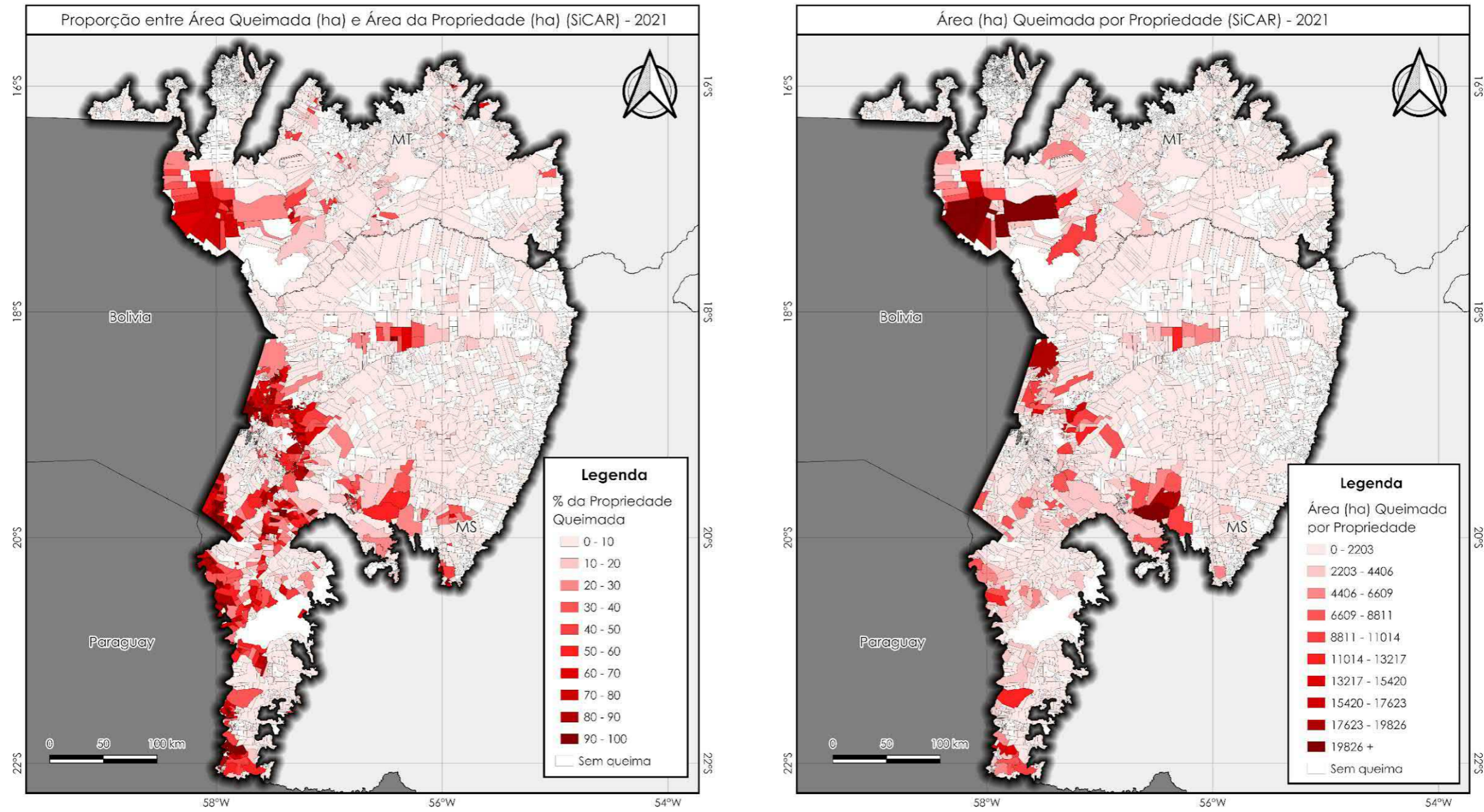
<p><b>Fundo de Mapa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Bioma Pantanal</li> <li> Países</li> <li> Unidades da Federação</li> </ul>	<p>Fonte: SiCAR, 2025; Mapbiomas, 2024; IBGE, 2024; IBGE, 2021. Datum: WGS 84 Elaborado por Martín d'Horta</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	
--	--	---

Figura 21: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2020)



<p><b>Fundo de Mapa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Bioma Pantanal</li> <li> Países</li> <li> Unidades da Federação</li> </ul>	<p>Fonte: SiCAR, 2025; Mapbiomas, 2024; IBGE, 2024; IBGE, 2021. Datum: WGS 84 Elaborado por Martín d'Horta</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	
--	--	--

Figura 22: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2021)



<p><b>Fundo de Mapa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Bioma Pantanal</li> <li> Países</li> <li> Unidades da Federação</li> </ul>	<p>Fonte: SiCAR, 2025; Mapbiomas, 2024; IBGE, 2024; IBGE, 2021.                  Datum: WGS 84                  Elaborado por Martín d’Horta</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;">   </div>	
--	---	---

Figura 23: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2022)

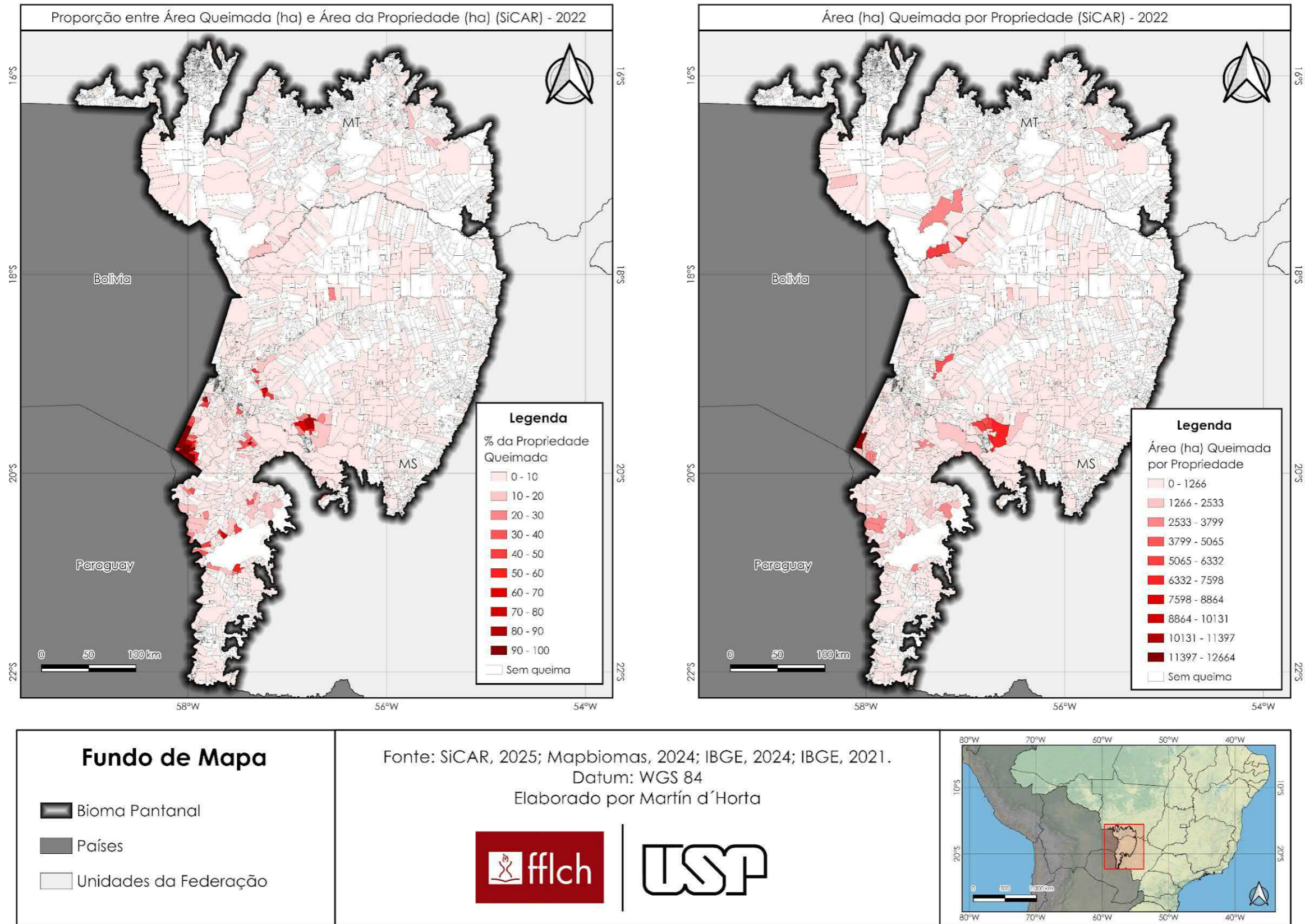
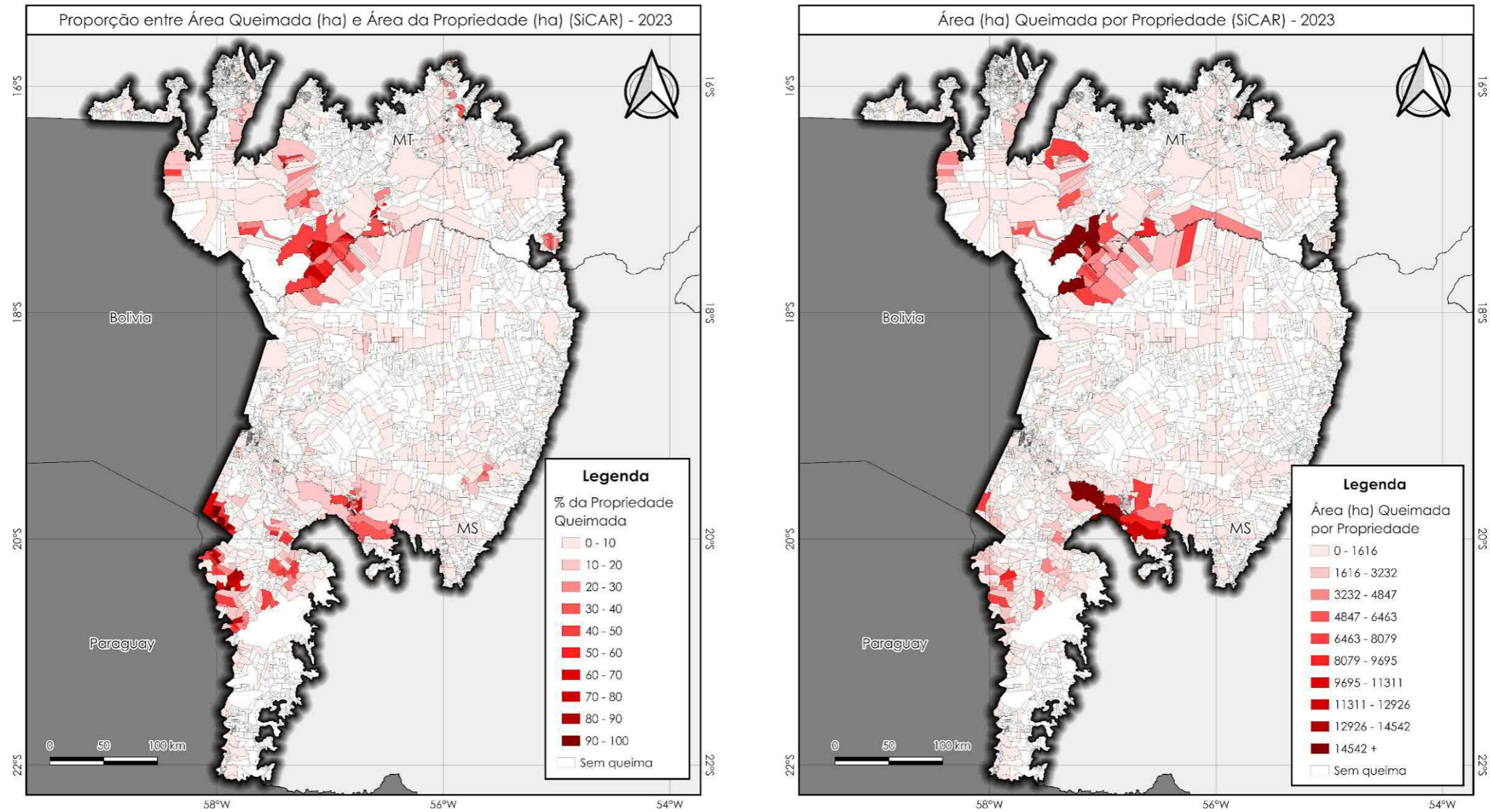


Figura 24: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2023)



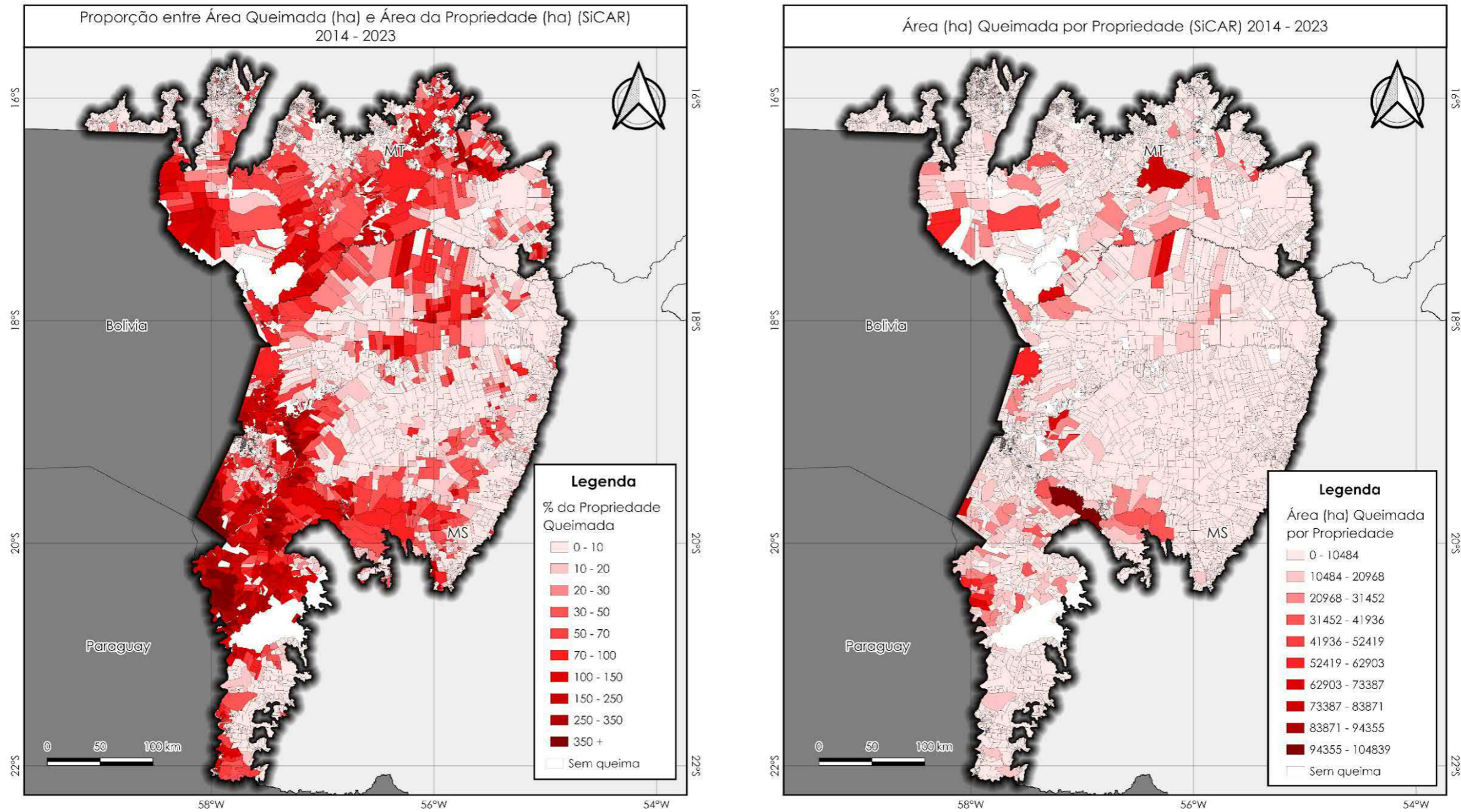
**Fundo de Mapa**

- Bioma Pantanal
- Países
- Unidades da Federação

Fonte: SiCAR, 2025; Mapbiomas, 2024; IBGE, 2024; IBGE, 2021.  
 Datum: WGS 84  
 Elaborado por Martín d’Horta

**fflch** | **USP**

Figura 25: Concentração Proporcional e Absoluta de Área Queimada por Tamanho de Propriedade (2014-2023)



**Fundo de Mapa**

- Bioma Pantanal
- Países
- Unidades da Federação

Fonte: SiCAR, 2025; Mapbiomas, 2024; IBGE, 2024; IBGE, 2021.  
 Datum: WGS 84  
 Elaborado por Martín d'Horta

**fflch** | **USP**

## 5. Discussão

Os resultados do presente trabalho demonstram que a dinâmica do fogo no bioma pantanal não se dá de maneira aleatória nem descolada da realidade socioespacial que se insere. O objetivo dessa discussão é iniciar o diálogo entre os principais achados quantitativos dessa pesquisa com as dinâmicas de produção e reprodução do espaço historicamente construída no bioma pantanal.

### *5.1 A geometria do fogo e a produção do espaço abstrato*

Como descrito nos resultados, a morfologia das cicatrizes de queimada registrada pela plataforma Mapbiomas e expostas nas figuras 1 a 9, se mostra como uma importante pista para o reconhecimento das intencionalidades, degradação do ambiente e ampliação das reproduções socioespaciais que visam a consolidação do modelo socioeconômico em que vivemos. A esse respeito, podemos citar o grande pesquisador e geógrafo Ruy Moreira, que em 1981, no seu livro “O que é Geografia”, vai dizer: “[...] não há espaço neutro. Todo espaço é político, pois sua produção e organização servem a interesses específicos, geralmente os da classe dominante” (MOREIRA, R., 1981, p. 25). A partir disso entende-se que as cicatrizes caracterizadas por sua morfologia regular, onde se encontra transições de uso relacionadas à manutenção de área de pasto, associadas a áreas com presença de desmatamento, são em sua essência espaços de afirmação e consolidação de políticas dominantes que visam a ampliação das atividades agropecuárias associadas em área absoluta (como descreve o subitem 4.5) à grandes proprietários de terra.

Esse processo de transformação forçada da paisagem é o que o sociólogo Henri Lefebvre conceitua como a produção do espaço abstrato. Segundo o autor (op cit) esse espaço se caracteriza pela tendência de homogeneização e para isso deve eliminar as diferenças e particularidades locais (LEFEBVRE, 2006, p.285). Ora, isso pode ser notado diretamente quando observamos que o desmatamento pelo fogo observado nas figuras 1 a 9 se dá justamente pela eliminação de áreas naturais para a ampliação de pasto, que na maioria das vezes já estão estabelecidas nos arredores, resultando justamente num processo de homogeneização da paisagem, onde o fogo se torna a ferramenta pela qual se concretiza a ‘limpeza’ da

complexidade ecológica e cultural no bioma, imponto uma nova lógica da paisagem que à torna monofuncional e rentável.

A Tabela 7 nos lembra do historiador norte americano Warren Dean, quando fala da supressão histórica da mata atlântica “[...] o fogo era a ferramenta principal do desbravador. Era o meio mais barato e rápido de converter a floresta em cinzas e a terra em lavoura ou pasto” (DEAN, W., 1996, p. 48). Apesar de se tratar de um bioma completamente diferente essa é uma tendencia que se pode notar ainda hoje no bioma pantanal, quando vemos que o principal fator de desmatamento pelo fogo é justamente a conversão de coberturas nativas em pasto. Esse é um processo que, desde o tempo dos “desbravadores” que expulsaram e exterminaram as comunidades indígenas da mata atlântica para conversão da área em pasto e lavouras, pode ser compreendido também como uma forma de desterritorialização, como ressalta Henri Acselrad (2004) em seu livro “Ambientalização das lutas sociais: o caso do movimento por justiça ambiental” a desterritorialização:

"[...]implica a perda de seu poder de controle sobre o espaço que habita e usa, frequentemente como resultado da imposição de uma nova lógica de uso dos recursos por um ator externo mais poderoso"(ACSELRAD, H., 2004, p.45)

Além disso, se torna necessário dizer que o elemento central desse processo de homogeneização do espaço é caracterizado pela violência, que se materializa através de sua ferramenta, o fogo. Lefebvre (2006) afirma que “a violência não é estranha ao espaço abstrato; pelo contrário, ela é o seu fundamento.” (LEFEVBRE, 2006, p. 292), a partir disso podemos considerar que as cicatrizes regulares associadas a manutenção e aplicação de pasto em áreas naturais podem ser consideradas literalmente como a inscrição dessa violência na terra, uma ferida ainda não recuperada que já chamamos de cicatriz.

Por fim, podemos entender que para os casos das cicatrizes regulares associadas a expansão de pasto, o fogo pode ser considerado como a práxis da produção de um espaço abstrato lefebvriano. Para além da produção do espaço abstrato, podemos compreender que a expansão das áreas de pastagem está intimamente relacionada à lógica do capital que, como bem diz David Harvey (2005, p. 34) atua incansavelmente pela aniquilação do espaço pelo tempo, superando as barreiras necessárias, no caso ecológicas, com o objetivo de acelerar a acumulação e para esse caso o fogo atua como fator de aceleração.

## 5.2 *Os circuitos de queima*

Ao observarmos as figuras 15 a 25 e os gráficos 4 a 6, podemos perceber que existem dois principais grupos envolvidos nas dinâmicas de queimada relacionadas às propriedades rurais: os proprietários dos imóveis classificados como minifúndios, pequenos e médios de um lado e os grandes proprietários de outro. Essa dinâmica nos lembra imediatamente das proposições de Milton Santos a respeito dos circuitos inferiores e superiores da economia, apesar de serem formulações mais aplicadas ao campo dos estudos econômicos, é possível estabelecer uma relação indireta com as áreas queimadas em valores absolutos e relativos nas propriedades inseridas no bioma pantanal.

Essa relação se torna mais objetiva quando temos em vista o Gráfico 4 e o Gráfico 6, o primeiro nos mostra que os minifúndios e pequenas propriedades queimam uma fração maior de sua área, contudo o segundo demonstra que, em termos absolutos, o impacto direto na queima do bioma é esmagadoramente mais significativo em grandes propriedades, respondendo por uma média de 90% do histórico de área queimada entre 2014 e 2023 no Pantanal, valor superior em 23% a representatividade das grandes propriedades inseridas no bioma (Tabela 8).

Esse aparente paradoxo entre os valores descritos no Gráfico 4 e no Gráfico 6 pode ser mais bem compreendido pela analogia com a teoria dos “Dois Circuitos da Economia” descrita em 2008 por Milton Santos, pois o fogo no bioma também pode ser analisado sob a ótica de operação em dois circuitos diferentes. É fundamental ressaltar que essa relação é feita apenas como analogia, um recurso retórico, a teoria de SANTOS (2008) é desenvolvida pensando nos circuitos econômicos de caráter urbano<sup>2</sup>, porém com o avanço da ideologia urbana sobre a rural no campo essa comparação se torna possível.

O que corresponderia pela queima do “Circuito Superior”, pode ser caracterizado pelas cicatrizes regulares de larga escala, pelo que já foi exposto anteriormente, nesses casos o fogo pode ser considerado com uma ferramenta de investimento, pois sua característica de baixo custo é imprescindível na expansão do capital, consolidada pela expansão das áreas pastáveis

---

<sup>2</sup> O urbano aqui é entendido de maneira dissociada a ideia de cidade, como uma ideologia / modo de vida que nasce com a industrialização das cidades e contemporaneamente extrapola os limites dela em direção ao campo, reduzindo aquilo que se entende como rural (ideologia / modo de vida do campo) e intensificando os processos de industrialização na agricultura.

e por consequência do rebanho que a acompanha. Esse tipo de queima está diretamente relacionado ao agronegócio, que o grande geógrafo Ariovaldo de Oliveira definiu como “[...] a subordinação da agricultura e do território nacional aos interesses do capital financeiro e das grandes corporações transnacionais [...]” (OLIVEIRA, A., 2016, p. 25), ideia que se opõe diretamente as noções diariamente propagadas pela grande mídia de que o agronegócio se define pela modernização da agricultura.

Já com relação as queimas referentes aos “Circuitos Inferiores” podem ser caracterizadas por aquelas que se inserem em pequenas propriedades e minifúndios; seus altos índices de queima proporcionais não indicam poder, mas sim duas possibilidades distintas, manejo de pequenas culturas, que correspondem a uma proporção maior da propriedade e constatarem usos de caráter intensivo da terra, e maior vulnerabilidade aos incêndios de grandes proporções, que podem vir de grandes propriedades cujo o controle se torna exponencialmente mais complicado devido as extensões territoriais envolvidas, ao perder o controle e o fogo chegar em menores propriedades isso pode significar a queima total de um conjunto de propriedades menores próximas a latifúndios. Esse processo é similar ao descrito por Donald Sawyer quando fala a respeito da expansão das fronteiras agrícolas na Amazonia, ele diz que frequentemente as maiores vítimas do processo de expansão da fronteira são os pequenos proprietários, que são expropriados de suas terras e forçados a se tornarem mão de obra barata (SAWYER, D., 1994, p.55), o que corrobora para os apontamentos de SANTOS (2008), quando afirma que “as relações entre os dois circuitos são caracterizadas pela dominação e pela dependência” (p.88).

Através dessa analogia podemos compreender melhor as relações entre queima e tamanho de propriedade, a partir desse ponto de vista fica claro que para uma análise definitivamente justa a respeito dessa relação deve-se procurar considerar tanto os dados absolutos de área queimada, quando os percentuais relativos as porções queimadas das propriedades, considerar apenas uma perspectiva para esse tipo de análise é ocultar dimensões importantes do fogo e aumentar exponencialmente as chances de conclusões descoladas da realidade.

### *5.3 Entre o Fogo-Mercadoria e o Fogo-Manejo*

A partir dos resultados gerados por essa pesquisa, notou-se que as dinâmicas de queima relacionadas aos usos antrópicos possuem duas formas de manifestação que para sua interpretação se propõe uma análise focada na contradição entre o Fogo-Mercadoria de caráter destrutivo e o Fogo-Manejo, que emerge de uma política recente para o fogo no país, o Manejo Integrado do Fogo (MIF).

Com relação ao que se nomeia de Fogo-Mercadoria, se refere as cicatrizes associadas à ampliação das atividades agropecuárias relacionadas à criação bovina, esse é o fogo que como exposto anteriormente, homogeneiza a paisagem, degrada o ambiente e amplia os negócios, reafirmando a lógica do “agronegócio que se expande sobre a fronteira que é, em grande medida, uma economia de baixo valor agregado e alta pegada ambiental” (ABRAMOVAY, R., 2020, p.48).

Já o Fogo-Manejo, proposto pelo Manejo Integrado do Fogo é praticado ancestralmente por comunidades tradicionais; ignorar esse conhecimento tradicional em favor a uma única lógica simplista de ‘fogo zero’ é um exemplo claro do que Carlos Walter Porto-Gonçalves (2006) chamou de “colonialidade do saber”, que por sua vez “desqualifica e invisibiliza todas as outras formas de conhecimento” (PORTO-GONÇALVES, C. W., 2006, p.54). Considerar que zerar as queimas completamente é a única solução razoável é cometer um equívoco ecológico e ao mesmo tempo um tipo de violência epistêmica.

A aplicação regular do MIF já se mostrou eficaz no próprio combate a incêndios de grandes proporções em épocas de seca como se demonstrou na introdução do presente trabalho, ignorá-lo é continuar na lógica do Fogo Mercadoria, potencializando queimas em larga escala e degradação do ambiente natural. É preciso se superar com urgência a contradição de que zerar o fogo é a solução para a preservação do bioma, de um lado nota-se uma prática econômica predatória e de outro uma solução ancestral reconhecida e legalizada com técnicas de controle mais avançadas.

#### 5.4 Os Hotspots como “zonas de sacrifício”

Através do mapeamento das frequências de queimada expostos na Figura 11, este subitem argumenta que as áreas de maior frequência de queima não são áreas simplesmente de alta incidência de fogo, mas sim o que se nomeia de zonas de sacrifício, áreas produzidas intencionalmente onde a ecologia pantaneira é sistematicamente atacada.

Analisando a Figura 11, notam-se áreas de maior frequência de queima principalmente nas porções sudoeste, nordeste e noroeste, nas porções de maior intensidade percebemos cicatrizes de formato regular com arestas retilíneas e bem definidas, as vezes com uma ou mais arestas pouco definidas e irregulares, o que pode indicar que o fogo foi controlado em determinada área da propriedade e perdeu o controle no outro lado se espalhando para as áreas adjacentes. É importante lembrar que os regimes de inundação e fogo esporádico trabalham em favor da manutenção da heterogeneidade do bioma (Scremin-Dias et al., 2011, p. 276). Áreas com alta frequência de queima como as expostas na Figura 11, quebram esse ciclo, o que pode levar essas áreas a um ponto de inflexão onde a alteração da paisagem pelo fogo se torna irreversível, como é o caso de conversões de Formações Florestais e Campos Alagados em campos degradados que são mais propensos a novas queimas. O historiador estadunidense Warren Dean (1996, p.350) alerta que a história de degradação da Mata Atlântica serve como advertência sobre como processos como esse se tornam irreversíveis.

Politicamente, as áreas com alta frequência de queima são devidamente conceituadas pelo termo de “zonas de sacrifício”, que vem das teorias da ecologia política e descreve áreas propositalmente expostas a danos ambientais intensos em nome do progresso e do lucro. Conforme Henri Ascelrad “[...] a distribuição dos danos não é aleatória, mas segue os padrões de poder e desigualdade da sociedade [...]” (ACSELRAD, 2004, p. 62). A partir disso, podemos inferir que a produção de uma área de alta frequência de queima é também a geração de lugares de exceção, onde os ciclos naturais e as leis ambientais são suspensos pela lógica de acumulação. Isso nada mais é do que a materialização do que Harvey (2005) chamou de “acumulação por espoliação” em sua versão ecologicamente mais agressiva.

### 5.5 *Ambiguidades espectrais pós fogo*

Antes de finalizar as discussões é necessário fazer um lembrete importante, a análise relativa aos dados de uso e cobertura da terra revela que o principal quantitativo absoluto referente as classes registradas após a queima se mantêm nas formações naturais registradas anteriormente, principalmente entre Formação Campestre e Formação Savânica. Esse é um resultado que levanta uma questão crucial a respeito da fonte de dados, embora revolucionária para uma análise temporal em grande escala, a plataforma Mapbiomas possui limitações referentes à classificação automática em cenários de paisagens complexas. É o caso, por exemplo, da dificuldade na diferenciação entre classes que apresentam fisionomias semelhantes, e por conseguinte, comportamento espectral semelhante. A própria plataforma reconhece essa limitação, no Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD), documento que detalha a metodologia aplicada, afirma-se:

“[...] a principal fonte de erro e confusão na classificação de áreas de pastagem ocorre com formações campestres e savânicas, devido à similaridade de suas respostas espectrais, especialmente em períodos secos ou após eventos de queima que removem a biomassa seca e expõem o solo [...]” (PROJETO MAPBIOMAS, 2023, p. 22)

Isso significa dizer que a metodologia possui dificuldades na diferenciação de uma pastagem extensiva de campos nativos, já que ambos são dominados por gramíneas.

Outro fato interessante de se citar é de que a pecuária desenvolvida no bioma pantanal, historicamente não se baseia unicamente na substituição de vegetação nativa por cobertura de pasto exótico, em muitos casos o que ocorre é o manejo do campo nativo para a criação extensiva de gado nas formações nativas, sobre isso SILVA et al. 2008 discorre:

“O sistema de produção tradicional no Pantanal é a pecuária de corte extensiva, praticada em pastagens nativas e adaptada ao pulso de inundação. [...] O gado é deslocado para as partes altas durante as cheias e retorna às áreas baixas durante a seca, quando aproveita a rebrota da forragem de melhor qualidade nutritiva.” (SANTOS, S. A. et al., 2009, p.15)

Isso indica que os resultados obtidos por esta pesquisa podem ainda estar subnotificado no que diz respeito às queimas de origem antrópica, ao constatarmos que as formações referentes aos campos nativos representam os maiores valores em área queimada para uso

anterior e posterior, podemos estar diante de um problema ambiental muito mais grave do que o registrado, para essa constatação são necessários estudos específicos a respeito da queima e dinâmica de classes constituídas de campos nativos, apesar dessa limitação, o presente estudo fornece importantes pistas á serem melhor investigadas por estudos específicos posteriores.

## 6. Conclusão

A conclusão do presente trabalho se estrutura no sentido de ressaltar as influências antrópicas de uso e cobertura da terra nos incêndios registrados no bioma pantanal entre 2014 e 2023. Para além das influências relacionadas ao uso e cobertura, pretende-se também reconhecer as relações entre as cicatrizes de queimada e as propriedades rurais ativas cadastradas no SiCAR.

As dinâmicas de uso e cobertura da terra registradas e descritas pelo presente trabalho, se consolidam através de duas vertentes principais, a primeira vai no sentido de afirmar que os dados presentes na Tabela 7 e espacializados nas figuras 1 a 9 demonstram a existência de relações quantitativas e espaciais diretas entre a queima de manutenção de pasto e ampliação de sua área, classificada como desmatamento pelo fogo. Essa dinâmica demonstra a influência direta das atividades antrópicas – em especial a pecuária extensiva - na degradação do ambiente pantaneiro pelo fogo, além disso devemos articular os resultados descritos com o arcabouço teórico que tratam dos processos socioespaciais e econômicos que influenciam diretamente os resultados encontrados pelo presente trabalho. Nesse sentido, é preciso reafirmar que como nos lembra Ruy Moreira (1981), não existem espaços neutros, todo espaço possui em si uma política que produz e organiza o espaço de acordo com determinados interesses que em geral vem de demandas das classes dominantes, a partir disso, entende-se que as morfologias do fogo associadas à ampliações de atividades agroindustriais materializam as políticas agrárias dominantes que visam a ampliação dos lucros através da homogeneização monofuncional do espaço, concretizando - através dos circuitos de queima - a ampliação do espaço abstrato pantaneiro, que por sua vez expõe as contradições entre o Fogo-Manejo e o Fogo -Mercadoria, geradoras de zonas de sacrifício.

Já as relações entre as cicatrizes de queimada e as propriedades rurais inscritas no SiCAR, se mostraram relevantes tanto do ponto de vista relativo, quanto absoluto, gerando

duas interpretações distintas que associadas contribuem para a analogia aos circuitos miltonianos da economia. Os resultados absolutos mostraram significativas prevalências de áreas queimadas inseridas em grandes propriedades, cerca de 23% superior ao percentual relativo à área ocupada por grades propriedades no bioma. Já a abordagem proporcional demonstrou que os minifúndios e as pequenas propriedades sofrem com a queima de porções proporcionalmente mais elevadas em comparação com os grandes imóveis, em suma, isso pode significar tanto maior vulnerabilidade a incêndios de grandes proporções sem controle, quanto que nesses propriedades o uso do fogo é realizado com o objetivo de manejo de pequenas lavouras intensivas (Fogo-Manejo) que ocupam proporcionalmente fatias maiores da propriedade em comparação aos latifúndios, o que se parece mais plausível se considerarmos que o controle do fogo em menores áreas é exponencialmente menos complicado se comparado a áreas de grandes extensões.

No que se refere a distribuição dos focos de incêndio para o período analisado, demonstrou-se padrões de distribuição e concentração heterogêneos ao longo dos anos, quando se observa a Figura 10 associada a Figura 14, nota-se que as cicatrizes acumuladas entre 2014 e 2023 se concentram majoritariamente nas áreas mais baixas do bioma, principalmente nas porções sul, leste e norte do bioma.

Mais uma vez, ressalta-se as limitações metodológicas da plataforma Mapbiomas, que como descrito anteriormente podem esconder parcelas significativas das influências antrópicas na dinâmica de queimada do bioma pantanal, subnotificando a degradação de formações naturais associada fundamentalmente a criação extensiva de bovinos em campos nativos. Sendo necessário estudos específicos mais aprofundados nessa temática para mensuração mais precisa dos impactos que essa atividade causa no bioma através da queima.

Através de tudo o que foi exposto pelo presente trabalho, podemos concluir que as atividades antrópicas têm influência direta na degradação do ambiente pelo fogo materializada pela queima de extensas áreas inseridas em grandes propriedades entre 2014 e 2023. Para além disso, o MIF se mostra uma importante ferramenta de controle e gestão de áreas frequentemente atingidas por incêndios de grandes proporções. Por fim, vem à mente uma ideia mencionada em aula pelo grande Prof. Dr. Elvio Rodrigues Martins no curso de Teoria e Método em Geografia II ministrada em 2023, que sintetiza de maneira brilhante os problemas ambientais levantados por essa pesquisa, o argumento vai no sentido de afirmar que enquanto o tempo de reprodução material da sociedade for mais acelerado que o tempo de reprodução material da

natureza, problemas ambientais como os descritos por este trabalho continuarão existindo e fazendo parte da realidade socioespacial em que vivemos.

## 7. Referências

- ACSELRAD, Henri. *Ambientalização das lutas sociais: o caso do movimento por justiça ambiental*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.
- ANTUNES, J. F. G. et al. **Monitoring the temporal dynamics of Four vegetation cover types from the Pantanal using the wavelet transform applied to a time-series of Evi/Modis data**. *Geografia*, Rio Claro, V.36, p. 173-185, 2011.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). *Consulta Pública do Cadastro Ambiental Rural (CAR)*. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://consultapublica.car.gov.br/publico/imoveis/index>.
- BERTIN, Jacques. *Sémiologie graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Paris: Gauthier-Villars, 1967.
- CARDOSO, F. S. et al. **Utilização de parâmetros biofísicos para a estimativa de áreas alagadas no bioma Pantanal em 2010**. In: 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2010, Cáceres, MT. p. 809-817, 2010.
- CARDOSO, F. S. et al. **Estimativa do impacto das queimadas e emissão dos gases do efeito estufa no Bioma Pantanal em 2010**. In: 4º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal – Geopantanal, p. 657-666, 2012.
- DAMÉ, P. R. V. et al. **Efeitos da queima seguida de pastejo ou diferimento sobre a produção, qualidade, cobertura do solo e sistema radicular de uma pastagem natural**. *Ciência Rural*, v. 27, n. 1, p. 105-110, mar. 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/RCgBJQDYPQRxFmMGmXPvxPB/?lang=pt>. Acesso em: jun. 2025.
- DEAN, Warren. *A Ferro e Fogo: A História e a Devastação da Mata Atlântica Brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- HARVEY, David. *A Produção Capitalista do Espaço*. São Paulo: Annablume, 2005.
- IBAMA; DIPRO; PREVFOGO. **PLANO DE AÇÃO PARA O MANEJO INTEGRADO DO FOGO NO BIOMA PANTANAL**. Maio de 2023.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Biomias e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000**. Rio de Janeiro, RJ: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais/IBGE, 2019. 168 p. (Relatórios metodológicos, ISSN 0101-2843 ; v. 45). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf>. Acesso em: mar. 2023.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (Brasil). **Módulo Fiscal**. Brasília, DF: INCRA, [2023?]. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>. Acesso em: jun. 2025.
- JACQUES, A. V. A. **A queima das pastagens naturais: efeitos sobre o solo e a vegetação**. *Ciência Rural*, v. 33, n. 1, p. 109-117, fev. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/gNbwxwhPCQnxMdetWMQgBmM/>. Acesso em: jun. 2025.
- LEFEBVRE, Henri. *A Produção do Espaço*. Tradução de Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins, 2006.
- MORAIS, E. C. et al. **Estudo da dinâmica de queimada no bioma Pantanal no período de 2002 a 2015**. Anais do XVIII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 3423–3430, maio 2017.

MOREIRA, Ruy. *O que é Geografia*. São Paulo: Brasiliense, 1981.

NASA. **Fire Information for Resource Management System (FIRMS). Download**. [S. l.], [2024?]. Disponível em: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/download>. Acesso em: mai. 2025.

NASA. Earthdata. **Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)**. [S. l.], [2024?]. Disponível em: <https://www.earthdata.nasa.gov/data/instruments/viirs>. Acesso em: mai. 2025.

NETO, N.; EVANGELISTA, H. **Human activity behind the unprecedented 2020 wildfire in Brazilian wetlands (Pantanal)**. *Frontiers in environmental science*, v. 10, 2022.

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino de. *A Mundialização da Agricultura Brasileira*. São Paulo: Iände Editorial, 2016.

PEREIRA, G. et al. Estimativa da emissão de gases do efeito estufa no bioma Pantanal. *Geografia*, Rio Claro, V.34, p. 655-665, 2009.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. *A Globalização da Natureza e a Natureza da Globalização*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

PROJETO MAPBIOMAS. *Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) - Coleção 8: Tema Transversal Pastagem*. Versão 2.1. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 28 de jun. 2025.

PROJETO MAPBIOMAS. **Plataforma MapBiomias Fogo: Dados de área queimada acumulada no Brasil (1985-2024)**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/fogo>. Acesso em: mai. 2025.

SANTOS, Milton. *O Espaço Dividido: Os Dois Circuitos da Economia Urbana dos Países Subdesenvolvidos*. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

SANTOS, S. A. et al. **Criação de bovinos em pastagens no Pantanal: situação atual e perspectivas**. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 10, n. 2, p. 183-197, abr./jun. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v10n2/a02v10n2.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SAWYER, Donald. **Fronteiras na Amazônia: teoria e prática**. In: ARAGON, L. E. (Org.). *A desordem periférica nas fronteiras amazônicas*. Belém: UNAMAZ/NAEA/UFPA, 1994. p. 23-70.

SCREMIN-DIAS, E. et al. **The floristic heterogeneity of the Pantanal and the occurrence of species with different adaptive strategies to water stress**. *Brazilian Journal of Biology*, v. 71, n. 1, supl. 1, p. 275-282, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/CDv9rwtC8f3bvH6xC9c4pK/?lang=en>.

SILVA, J. S. V. et al. **Evolution of deforestation in the Brazilian Pantanal and surroundings in the time frame 1976-2008**. *Geografia*, Rio Claro, v. 36, p. 35-55, 2011.

VIANA, D. R.; ALVALÁ, R. C. S. **Vegetation index performance for the pantanal region during both dry and rainy seasons**. *Geografia*, Rio Claro, V.36, p.143-158, 2011.