

RELATÓRIO FINAL 2.0

Contratante: Instituto PCI (Produzir, Conservar e Incluir)

Contratada: Fundação de Apoio à Pesquisa – FUNAPE

Equipe responsável:

- *Vinícius Vieira Mesquita*
- *Nathália Monteiro Teles*
- *Mariana Gomes*
- *Laerte Ferreira*

PRODUTO 4: Metodologia detalhada para os mapeamentos, análises geográficas, incluindo limites estaduais, municipais e de propriedades rurais da base do CAR.

1. Introdução

O estado do Mato Grosso, localizado na região Centro-Oeste do Brasil, é reconhecido por abrigar paisagens singulares, compreendidas em diferentes biomas - Cerrado, Amazônia e Pantanal. Cada um destes biomas possui características específicas que influenciam diretamente as pastagens em suas respectivas regiões. As vastas áreas de terras férteis combinadas ao clima favorável predispõe às atividades de agricultura e pecuária no Estado.

A economia mato-grossense depende amplamente da agricultura e pecuária, que desempenham um papel crucial no PIB estadual. No entanto, o crescimento dessas atividades levanta preocupações sobre a conversão de vegetação nativa e impactos ambientais.

Ao mesmo tempo, a alimentação do rebanho bovino mato-grossense, com cerca 34,2 milhões de cabeças ([IBGE, 2022](#)), depende essencialmente da produtividade de 17.7 milhões de hectares de pastagens (2022) - mapeados no âmbito deste projeto -, que ocupam cerca de 12% do território do Estado. As pastagens estão ligadas às conversões de uso da terra, sendo a degradação um desafio significativo no setor pecuário.

A relevância das pastagens se amplia para incluir a conservação da biodiversidade, a promoção da sustentabilidade ambiental e seu papel fundamental como vastas reservas de terra, ao mesmo tempo em que impulsionam a produtividade pecuária.

A sustentabilidade dos sistemas agropecuários tornou-se uma prioridade, refletida em projetos governamentais como no plano ABC+ e na meta de recuperar 2,5 milhões de hectares de pastagens de baixa produtividade até 2030, como parte da iniciativa PCI (Produzir, Conservar e Incluir).

Este projeto, desenvolvido pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig) da Universidade Federal de Goiás (UFG) em parceria com o Instituto PCI, tem como objetivo mapear a distribuição e condição das pastagens no Mato Grosso de 2015 a 2022. Seu propósito é fornecer dados para apoiar a gestão sustentável das pastagens em escalas local e regional, contribuindo para alcançar a meta de recuperação estabelecida pela iniciativa PCI.

2. Metodologia de Mapeamento das Pastagens mato-grossenses

A elaboração dos mapeamentos de pastagem para o estado do Mato Grosso foi inspirada na metodologia de mapeamento desenvolvida por [Parente et al. \(2019\)](#) que visa alimentar os mapeamentos da iniciativa MapBiomass. A metodologia citada faz o uso de processamento em nuvem através da plataforma [Earth Engine](#) (GEE) da Google, onde é possível acessar e processar petabytes de informações satelitárias em tempo real e obter resultados em uma escala de tempo bastante pequena.

Como apresentado na figura 1, o fluxo de processamento utilizado na confecção dos mapas para o Mato Grosso fez uso de dados satelitários [Landsat Collection 2 Tier 1 Top of Atmosphere \(TOA\)](#) e, para cada ano mapeado, são usadas todas as imagens de satélite do ano corrente e de uma janela de 6 meses (*e.g.* para 2022 usa-se imagens entre 01/07/2021 e 30/06/2023) para as 52 cenas [Landsat WRS](#) que compõem o estado do Mato Grosso. Cada imagem desse conjunto (*Image Collection*) passa previamente por uma filtragem de ruídos (*i.e.* nuvens, sombras, etc.) e adição de índices espectrais (NDVI, NDWI e CAI) para posteriormente compor um conjunto de 76 métricas (*feature space*) baseadas em dados espectrais reduzidos (Mínimo, Mediana, Máximo, Desvio Padrão, Amplitude e Percentis 10%, 25%, 75% e 90%) e informações de geolocalização (Elevação, Declividade, Latitude e Longitude).

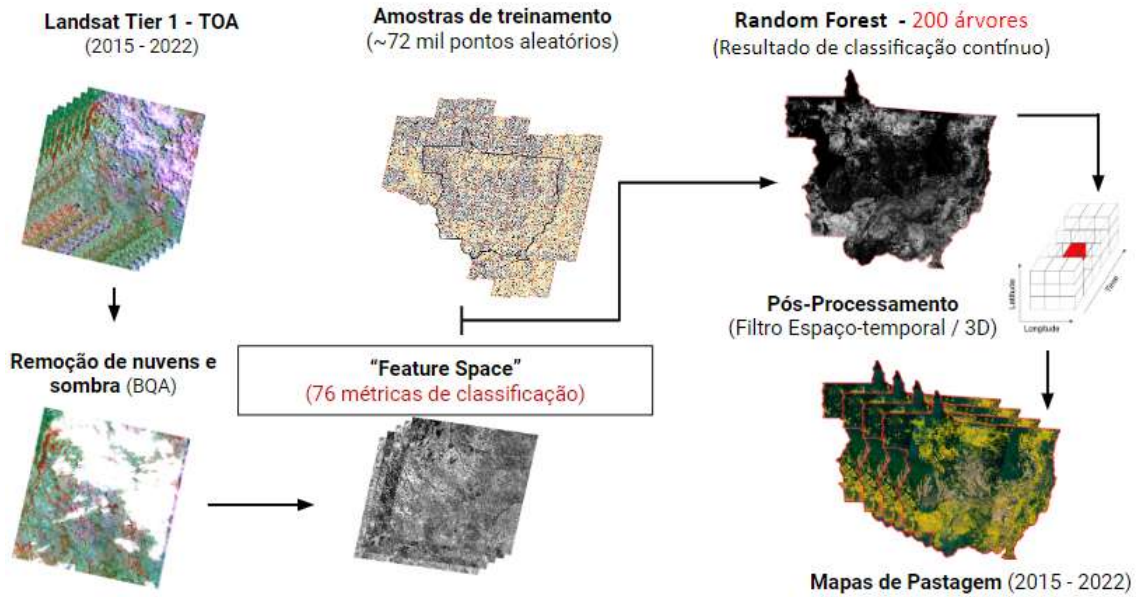


Figura 1: Fluxograma de processamento e pós-processamento dos mapas de pastagem para o Mato Grosso (LAPIG-UFG).

Para a detecção de áreas de pastagem através de dados derivados de satélites foi utilizado o algoritmo *pixel-based Smile Random Forest* com 200 árvores de decisão aleatórias, 9 variáveis por nó e sorteio aleatório de metade das amostras por árvore. O treinamento do classificador foi feito com o uso de 71.929 amostras, inspecionadas por intérpretes experientes, sorteadas aleatoriamente na área de interesse e vizinhança, de 2015 a 2022. Para cada cena Landsat WRS foi treinado um modelo preditivo probabilístico (0 a 100% de um pixel pastagem) que, além das amostras da cena central, faz o uso de amostras de cenas vizinhas. Essa estratégia busca diminuir as diferenças regionais de cena para cena por conta do aumento da variabilidade de informações de referência para a classificação.

Para minimizar variações intra-anuais entre a série de mapas é aplicado um filtro multidimensional de mediana (3 x 3 pixels por 5 anos) no resultado probabilístico dos mapas e posteriormente é feita a discretização das informações do mapa em pastagem (valores maiores ou iguais a 51%) e não pastagem (valores inferiores a 51%) para a execução do cálculo de área através da contagem de pixels de pastagem.

3. Metodologia de Mapeamento do Vigor das Pastagens mato-grossenses

Com o objetivo de monitorar a condição de vigor da áreas de pastagens mato-grossenses, foram produzidas séries de mapas de vigor das pastagens de 2015 a

2022 com o uso de séries temporais de medianas mensais filtradas e decompostas de Índice de Vegetação Melhorado (EVI), derivadas de dados Landsat 8 *Collection 2 Tier 1 Surface Reflectance*.

Índices de vegetação em geral são capazes de capturar as tendências de vigor da vegetação e estão intimamente ligados à condição e produtividade destas áreas. A escolha do EVI para o monitoramento da condição do vigor das pastagens se deve ao fato deste índice ser mais sensível às variações da vegetação, sofrer menos influência de ruídos atmosféricos e não sofrer saturação de valores em regiões com produtividade alta de biomassa, um problema comum dos índices de vegetação. Os dados de EVI utilizados nesta etapa do trabalho foram obtidos e processados através da plataforma *Earth Engine* e, *in loco*, foi realizada a aplicação do filtro de *gap filling* [Temporal Moving Window Median \(TMWM\)](#). Também foi feita a decomposição da série, eliminação da sazonalidade e seleção da tendência com o uso do pacote estatístico [statsmodels](#).

Baseado na metodologia de [Santos et al. \(2022\)](#), foi calculada a média anual das séries de dados EVI, aplicado um filtro multidimensional de mediana (3x3 pixels por 5 anos) e posteriormente feita a normalização das informações (figura 2) ao nível de biomas (Amazônia, Cerrado e Pantanal). Vale notar também que a aplicação do filtro multidimensional ocasiona uma redução na área total de pastagem no mapeamentos de condição de vigor da pastagem.

A partir dos dados normalizados (com valores variando de 0 a 1), procedeu-se à classificação dos níveis de Vigor das Pastagens por meio da segmentação dos valores normalizados em categorias de Alto ($\geq 0,6$), Médio ($\geq 0,4$ e $< 0,6$) e Baixo Vigor ($< 0,4$) (figura 3). Esta divisão de valores representa a tendência de vigor dessas áreas no ano corrente e estão relacionadas com a produtividade de biomassa e a cobertura de solo. Dessa forma, valores altos estão associados a áreas com boa cobertura de solo e alta produtividade, enquanto valores médios indicam uma produtividade menor e/ou baixa cobertura de solo, sugerindo início de processos de degradação. Por outro lado, valores baixos de tendência de vigor estão relacionados a áreas que perderam de biomassa ou estão em processo de diminuição da cobertura de vegetação devido a fatores ambientais e/ou à falta de manejo adequado, expondo o solo à degradação biológica.

É importante observar que valores elevados de vigor (indicando alta produtividade) podem ser influenciados pela presença de plantas invasoras nas pastagens (Degradação Agrícola), uma vez que essas plantas podem afetar tanto positivamente quanto negativamente o vigor e a cobertura do solo nessas áreas, o que pode resultar em

alguma confusão no modelo.

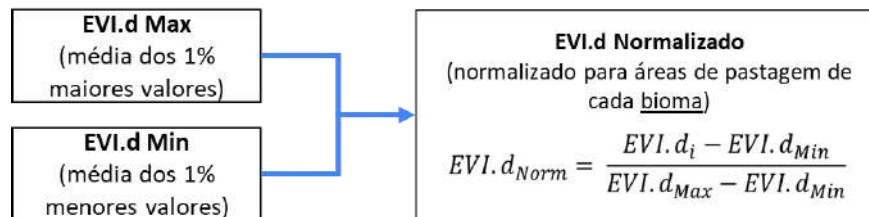


Figura 2: Cálculo de normalização do EVI através da média dos 1% menores valores da série e média dos 1% maiores valores da série (LAPIG-UFG).

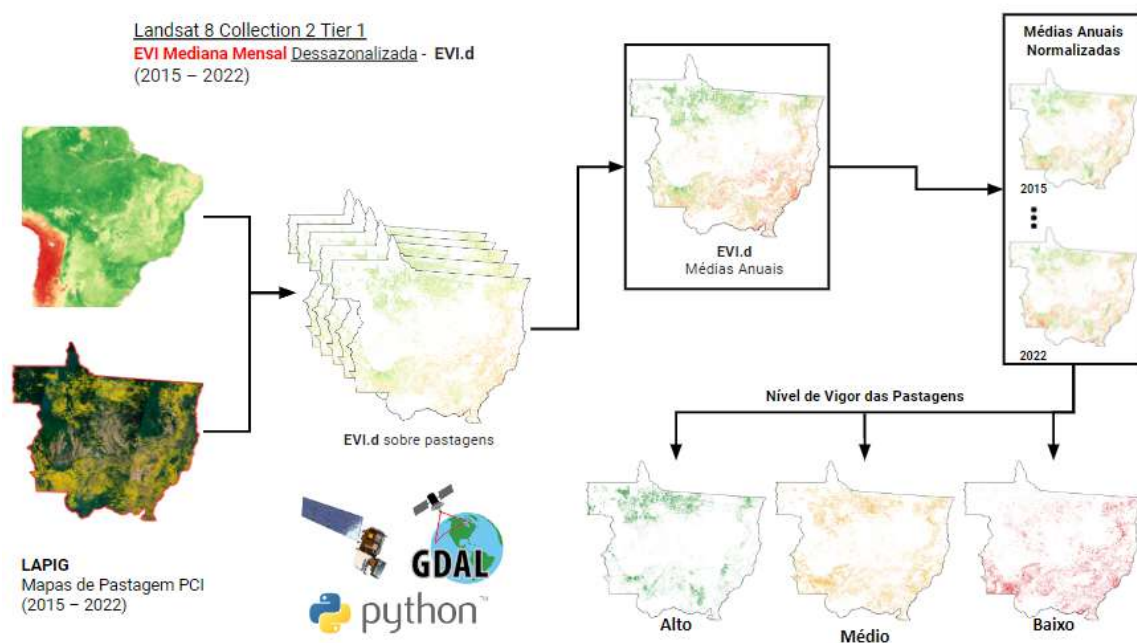


Figura 3: Fluxograma de processamento dos mapas de vigor pastagem para o Mato Grosso (LAPIG-UFG).

4. Dados de campo

O LapiG, com mais de 15 anos de experiência em processamento e análise de dados de pastagem, detém o mais importante conjunto de dados e informações sobre as áreas de pastagens no Brasil. Entretanto, sabe-se que os mapeamentos são limitados pela qualidade dos dados de treinamento e generalizações. Com a necessidade de criação de modelos mais robustos, e com o objetivo de gerar um inédito conjunto de dados para calibração e validação dos modelos para mapeamento da distribuição das áreas de pastagens e da condição dessas pastagens no Brasil, no ano de 2022 foram conduzidos uma série de trabalhos de campo no estado do Mato Grosso, no âmbito da iniciativa PCI-MT.

As campanhas de campo foram coordenadas pelo LAPIG/UFG, e ocorreram em parceria com o Centro de Pesquisa em Pecuária Extensiva (CEPPEX/UFG), Grupo de Estudos em Forragicultura (GEFOR/UFG), Instituto Centro de Vida (ICV-MT) e UNEMAT - Alta Floresta, MT.

A fim de melhor entender e representar as complexidades das pastagens sob diferentes condições ambientais e climáticas, dados de campo foram coletados de maneira sistemática, com o uso de um robusto desenho amostral e protocolo de campo, com o intuito de produzir dados de referência de alta qualidade para aperfeiçoamento e validação dos modelos. As equipes foram capacitadas para avaliar pastagens, de acordo com um protocolo de campo que contempla a avaliação visual das pastagens por meio de escores, coleta de amostras de forragem e de solo, e coleta de imagens de drone e fotos das pastagens.

Os trabalhos de campo resultaram em um total de 371 pontos avaliados *in situ* na região do Portal da Amazônia, Sul, Leste e Noroeste do Mato Grosso, destes tem-se um total de 188 amostras de forragem e solo. Os pontos de campo foram posteriormente classificados em diferentes níveis de degradação das pastagens (Figura 4), e utilizados para avaliar a acurácia do mapa de condição das pastagens no estado do Mato Grosso.

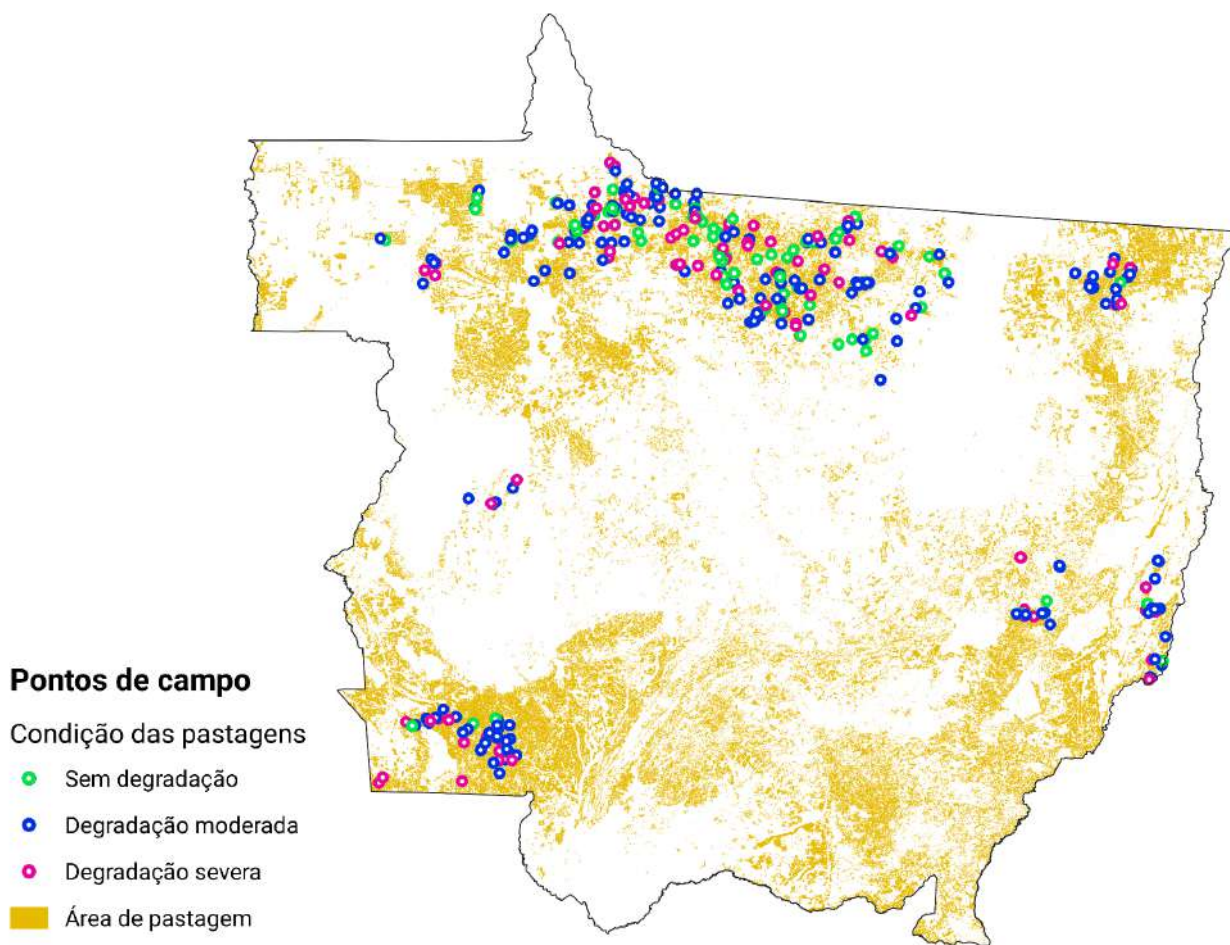


Figura 4: Classificação das áreas de pastagem avaliadas em campo no Mato Grosso em 2022.

5. Resultados e Discussões

a) Resultados obtidos a partir do mapeamento das pastagens mato-grossenses

Com base na avaliação de acurácia realizada a partir de 3.644 pontos sorteados aleatoriamente e inspecionados especificamente para esta tarefa (Figura 5), foi obtida uma acurácia global média de 94,3% para os mapas de 2015 a 2022 com uma taxa de omissão média de 14,3% e comissão média de 9,4%, valores em padrões excepcionais para mapeamentos de uso e cobertura de solos.

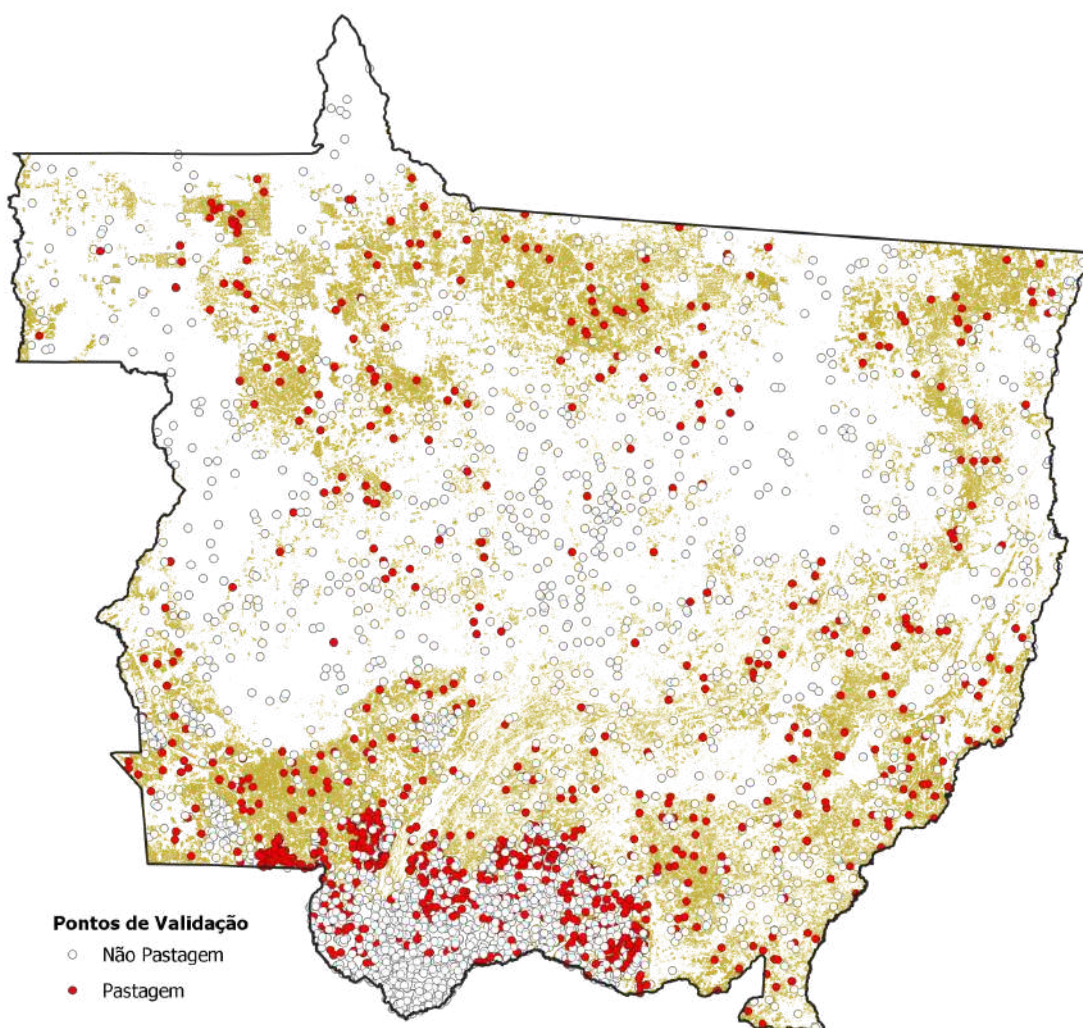


Figura 5: Representação dos pontos de validação utilizados para a análise de acurácia dos mapeamentos de pastagem para o Mato Grosso para o ano de 2021.

Os resultados de área obtidos para o estado do Mato Grosso (figura 6) apresentaram uma diferença média de 2,4 milhões de hectares se comparados aos dados MapBiomas Coleção 8. Essa diferença deve-se ao aumento na qualidade e precisão do mapeamento e está vinculada principalmente ao aumento no número de amostras de treinamento utilizadas (~72 mil amostras PCI vs ~8.600 amostras MapBiomas). As principais melhorias observadas nos mapas produzidos pelo LAPIG/UFG são: a) o mapeamento mais acurado das áreas de pastagem (figura 7A), e b) a redução significativa da comissão de áreas agrícolas que nos dados do MapBiomas se encontram mapeadas como pastagem (figura 7B), o que leva a uma redução na área total do mapeamento.

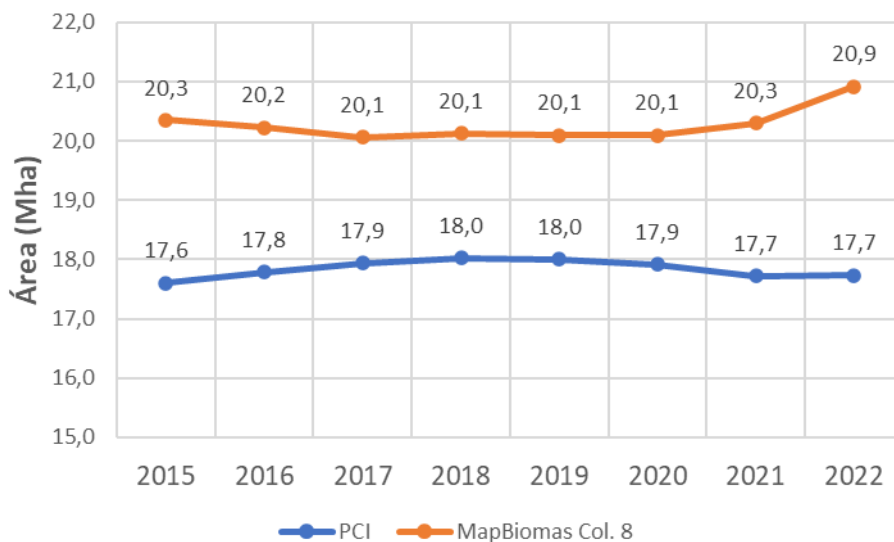


Figura 6: Comparação entre o total de área mapeada como pastagem pelo LAPIG/UFG e pelo MapBiomias Col. 8.

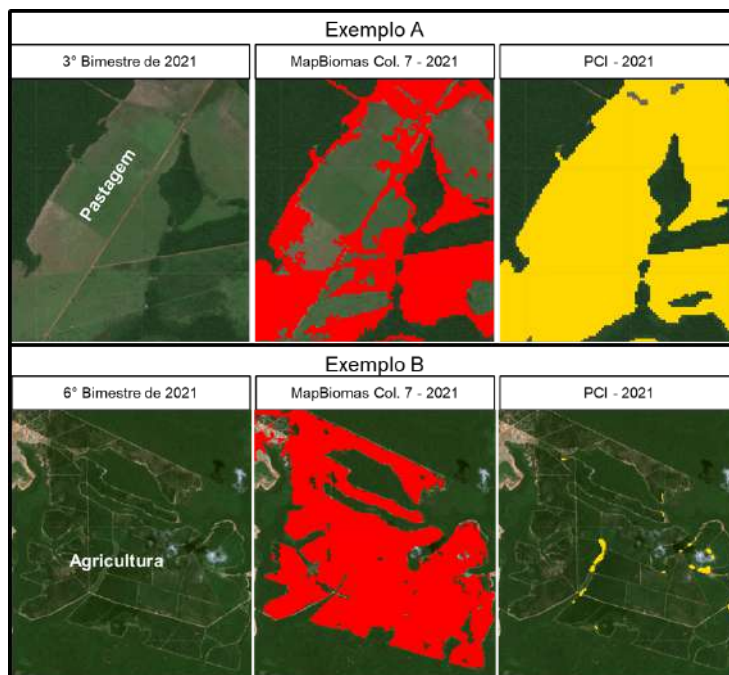


Figura 7. Comparação entre a qualidade dos mapeamentos desenvolvidos pelo LAPIG/UFG para o PCI e o MapBiomias Col. 7.

b) Resultados obtidos a partir do mapeamento do vigor das pastagens mato-grossenses

Com base nas informações pontuais de condição de pastagens (371 pontos) levantadas pelo LAPIG/UFG em campo no estado do Mato Grosso (Figura 4), foi possível atestar uma acurácia de 71,2% na capacidade do mapa de vigor de pastagem em detectar áreas com indícios de degradação nas classes de vigor médio e baixo. Foi

verificada também a precisão de detecção de indícios de degradação do tipo biológica (70,3%) e agrícola (59,7%), sendo esta última impactada pela dificuldade da abordagem de mapeamento em diferenciar alvos que não sofrem grandes alterações nas taxas de vigor da vegetação devido à presença de plantas invasoras.

Os mapeamentos da Condição de Vigor das Pastagens (CVP) mato-grossenses possibilitaram a detecção de regiões chave em 2022 com baixas taxas de vigor principalmente na porção sudoeste e nordeste da Amazônia mato-grossense e na porção leste do Cerrado no Estado (Figura 8). Foi observado também um aumento na proporção de regiões com baixo (6,5%) e médio (1%) vigor ao compararmos os anos de 2015 e 2022, e uma diminuição de aproximadamente 7,5% na quantidade de áreas com vigor alto durante o mesmo período (Figura 9).

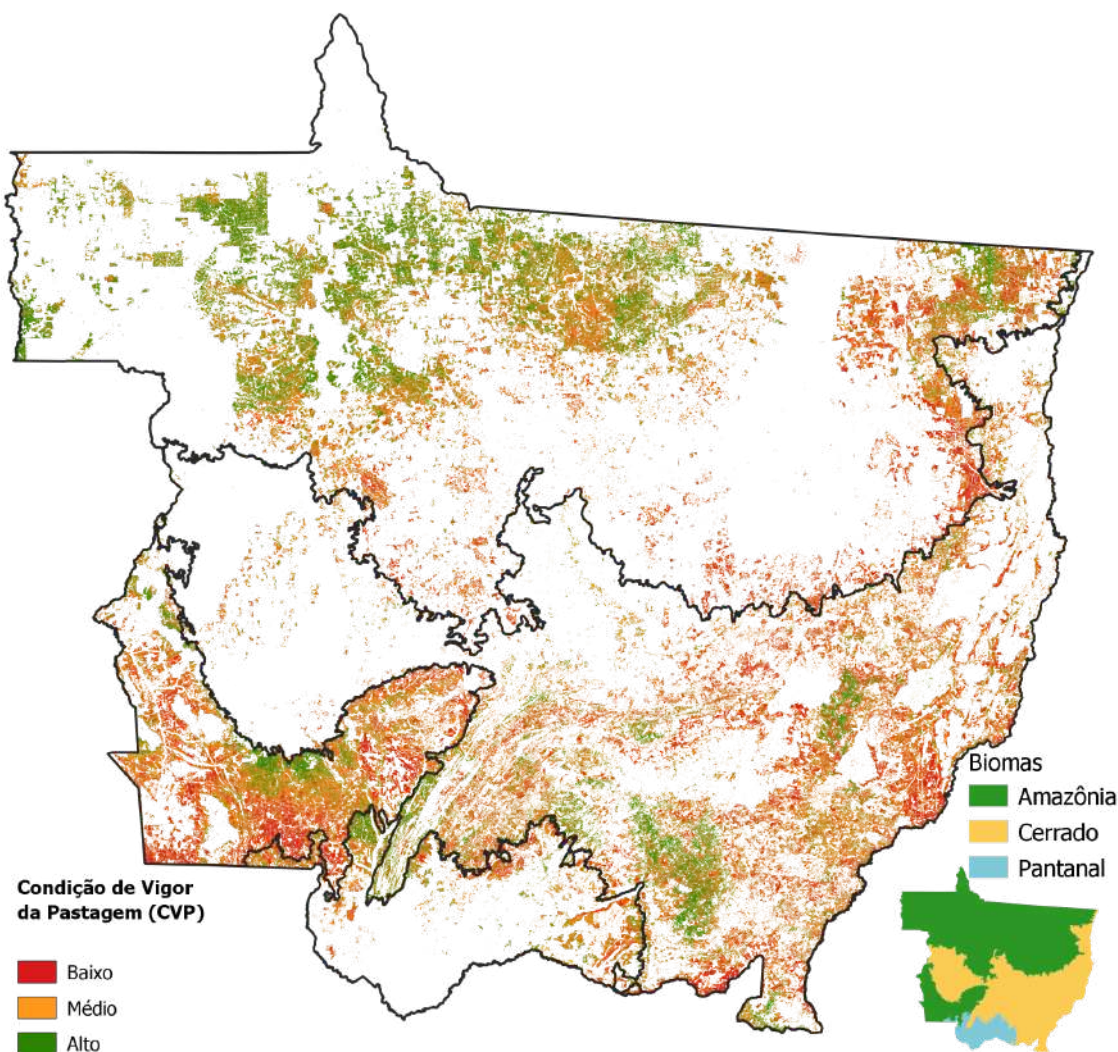


Figura 8: Mapa representando a condição de vigor das pastagens no estado do Mato Grosso em 2022.

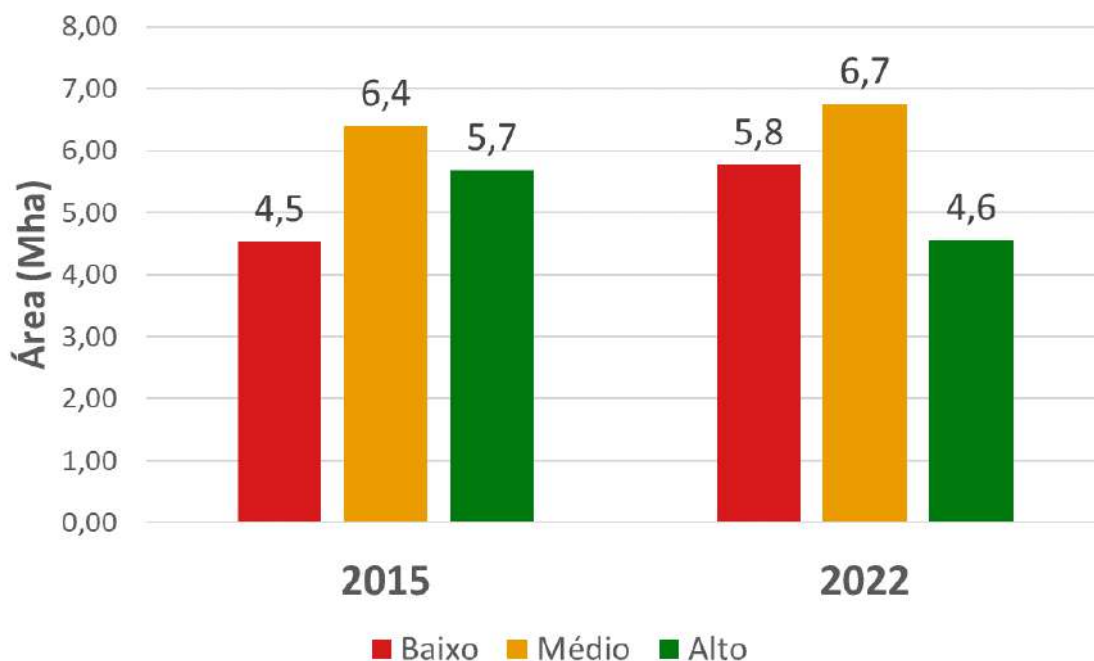


Figura 9: Comparação entre as condições de vigor das pastagens mato-grossenses entre 2015 e 2022.

Para uma melhor interpretação da dinâmica do vigor das pastagens entre 2015 e 2022, foi realizada uma análise de transição entre classes de condição das pastagens (Figura 10) entre os mapas dos dois extremos do período (2015 e 2022). A análise foi baseada nas imagens de tendência derivadas da série de imagens Landsat (mapa final de condição das pastagens), considerando também dados de cobertura de áreas que, para o período de interesse, se transformaram em pastagem ou deixaram de ser pastagem (mudança no uso da terra).

A análise das transições permitiu observar que, grande parte da diminuição de áreas com alto vigor entre 2015 e 2022 foi ocasionada pela migração de área para as classes de vigor Médio e Outros (áreas que deixaram de ser pastagens) no ano de 2022. Geralmente, as perdas e ganhos da classe Outros estão relacionadas às classes de vigor Médio e Baixo. Em relação ao aumento observado na classe de vigor Baixo em 2022, este foi alimentado em grande parte por áreas que migraram das classe de vigor Médio e Outros (novas áreas de pastagem) no ano de 2015.

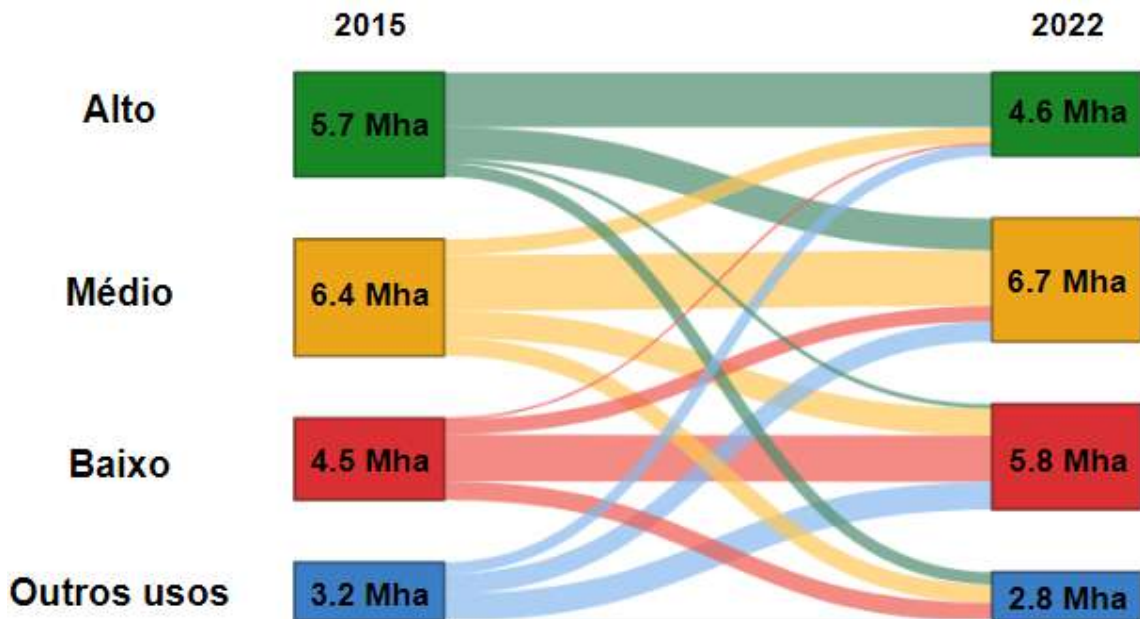


Figura 10: Diagrama de Sankey representando as transições de área entre as classes de condição de vigor para os anos de 2015 e 2022.

A partir da análise das novas áreas de pastagem que surgiram entre 2015 e 2022 (figura 11) e das áreas que foram convertidas para outros tipos de uso (Figura 12), é possível observar que a proporção de área ocupada por cada classe de condição de vigor se mantém constante. Indicando uma relativa estabilidade na condição geral das pastagens mato-grossenses para estes dados.

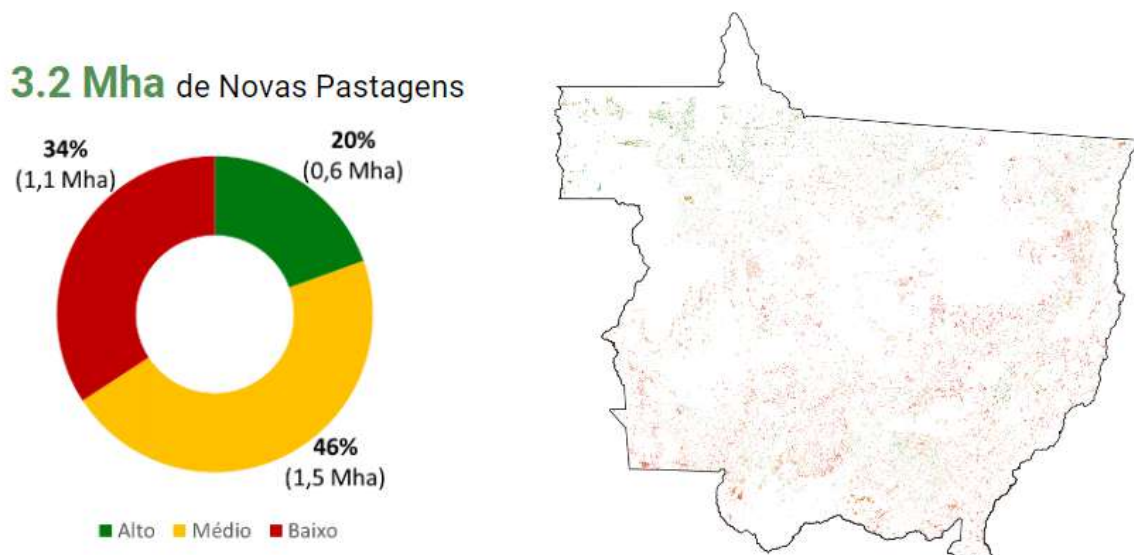


Figura 11: Condição de Vigor em 2022 de novas pastagens formadas entre os anos de 2015 e 2022.

2.8 Mha Pastagens Convertidas

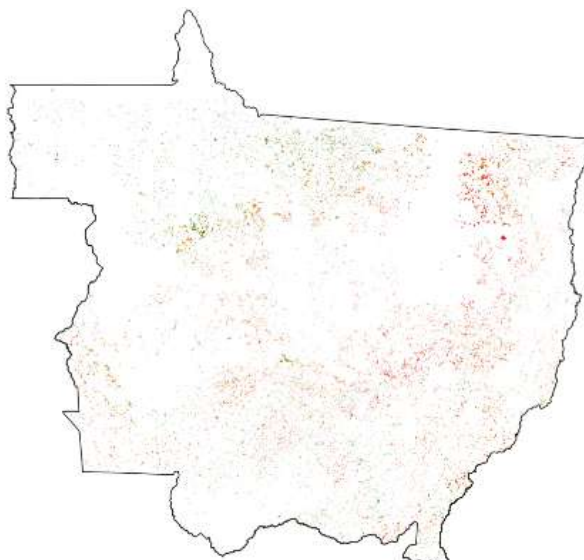
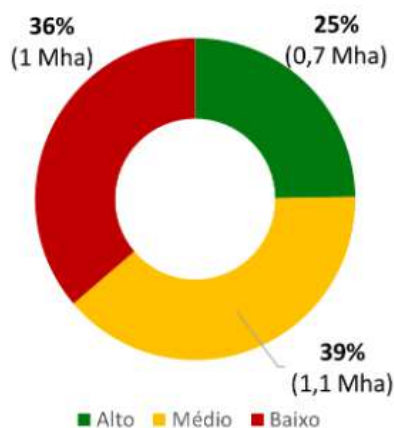


Figura 12: Condição de Vigor em 2015 de pastagens que foram convertidas para outros tipos de uso ou cobertura entre os anos de 2015 e 2022.

c) *Análise das transições ano a ano da condição das pastagens e Balanço das Metas 2015 - 2022*

A análise de mudança na condição das pastagens ano a ano estima que o total de pastagens que foram efetivamente recuperadas no Mato Grosso de 2015 a 2022 chega em torno de 2,3 milhões de hectares (tabela 1), entretanto, esse número sozinho não reflete uma melhora na condição geral das pastagens no Estado.

A dinâmica de perda e ganho de vigor das pastagens ao longo dos anos é muito complexa e, ao se analisar a diferença (em hectares) entre o total de áreas de pastagem que foram convertidas, melhoradas ou recuperadas, e o total das pastagens que degradaram ao longo dos anos, é possível observar um balanço negativo (tabela 2), o que indica que no geral as **pastagens mato-grossenses ainda estão perdendo de vigor**. Vale notar que o ano de 2021 demonstrou uma inversão nessa dinâmica, apresentando um balanço positivo na série, entretanto, em 2022 tem-se novamente números negativos, apresentando uma piora na condição das pastagens.

A análise de transição destaca também que boa parte das **áreas de baixo e médio vigor** (degradadas ou em processo de degradação) vêm de **novas áreas que foram convertidas em pastagem** (32,38%) (figura 10). Tem-se também que, a conversão de áreas de pastagens para Outros usos* é observada com maior intensidade nas pastagens de baixo e médio vigor, 39% e 36%, respectivamente, e estas representaram um total de mais de **2,8 milhões de hectares** (tabela 3) entre 2015 e 2022.

*A análise de transição realizada não contempla para quais classes de uso e cobertura as novas áreas de pastagem vieram ou para quais classes as pastagens foram convertidas.

O balanço entre perda e ganho de áreas de pastagens, para o período analisado, ainda é positivo, representando um ganho de cerca de 461 mil hectares em pastagens entre 2015 e 2022. Entre 2019 e 2022 é observado uma inversão dessa dinâmica, com as taxas de conversão começando a superar as novas áreas de pastagens (tabela 3), o que é explicado pela máxima histórica dos preços da soja grão, que saiu de R\$102,75 em junho de 2020 para R\$183,02 em abril de 2021 ([aumento de 78,12%](#)), o que estimulou a conversão das pastagens para lavouras. Todavia, de 2021 a 2022, vemos novamente um balanço positivo, com o total de novas áreas de pastagem superando as conversões das áreas de pastagem para outros usos.

Tabela 1: Balanço de Metas PCI - 2015 a 2022.

Eixo	Meta	Indicador	Fonte de dados	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total	2015-2022
PRODUZIR	Recuperar 2,5 milhões de hectares de pastagem de baixa produtividade até 2030	Hectares recuperados por ano	LAPIG	359,323	373,987	285,585	300,639	245,967	244,037	543,104	2,352,643	933.477

Tabela 2: Balanço da condição das áreas totais de pastagens ano a ano (hectare).

Descrição	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total	2015-2022
Áreas de pastagens (ha) recuperadas, melhoradas ou convertidas	976,001	1,205,266	1,047,575	1,149,415	1,047,453	1,122,093	1,508,790	8,056,593	4,482,824
Área de pastagens (ha) que degradam ao longo dos anos	906,636	1,342,320	1,591,941	1,461,114	1,902,882	913,623	1,828,565	9,947,081	6,076,774
Balanço final	69.365	-137.054	-544.366	-311.699	-855.429	208.470	-319,775	-1,890,488	-1,593,950

Tabela 3: Balanço entre novas áreas de pastagens e pastagens que foram convertidas para outros usos.

Descrição	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
Novas pastagens vindas de outros usos	605,515	596,587	610,711	560,482	569,384	251,108	559,795	3,231,200
Áreas de pastagens convertidas para outros usos	163,783	398,600	454,996	557,151	597,348	706,425	413,940	2,769,861
Perda/Ganho	441,732	197,987	155,715	3,331	-27,963	-455,316	145,856	461,339

6. Análises geográficas diversas

a) Análise da área total de pastagem por Município e Diferença Percentual de Área de Pastagem entre 2015 e 2022

Ao observarmos a série temporal de área da pastagem na figura 13, nota-se que não houve um aumento substancial no total da área de pastagem no Estado, entretanto mudanças no quantitativo total de área de pastagem a nível municipal ocorreram, e em alguns casos houveram perdas e aumentos consideráveis.

A figura 13 busca ilustrar a área total de pastagem por município entre os anos de 2015 e 2021, tendo os municípios de Cáceres (617 mil ha), Juara (544 mil ha), Vila Bela da Santíssima Trindade (484 mil ha), Colniza (395 mil ha) e Alta Floresta (363 mil ha) como detentores das maiores áreas de pastagem, e se mantendo os maiores nos dois anos comparados. Porém, em relação à proporção da área total do município ocupada por pastagem, os municípios de Figueirópolis D'Oeste (79,3%), Jauru (76,1%), São José dos Quatro Marcos (73,2%), São José do Povo (71,91%) e Indiavaí (71,9%) se destacam.

A respeito dos municípios que tiveram os maiores aumentos na área total de pastagem, destacam-se Cáceres (103,2 mil ha), Colniza (96,4 mil ha), Poconé (58,7 mil ha), Aripuanã (50,2 mil ha) e Nova Bandeirantes (39,6 mil ha). Vale apontar também os municípios que tiveram as maiores perdas de área de pastagem, sendo eles São José do Xingu (-75.1 mil ha), Água Boa (-41.8 mil ha), Juara (-36.2 mil ha), Tabaporã (-34.7 mil ha) e Paranatinga (-29.7 mil ha).

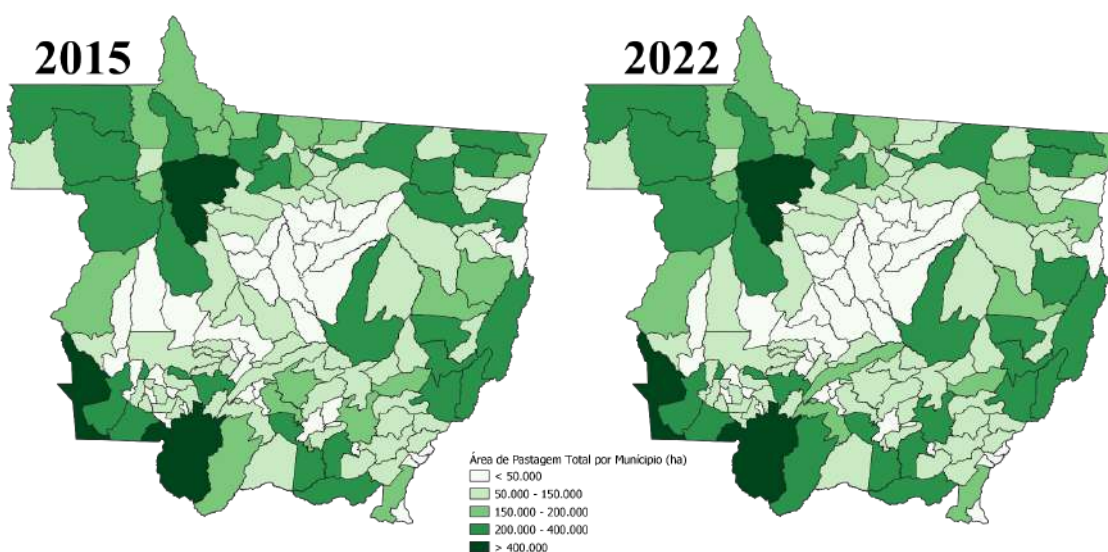


Figura 13: Mapas representando a área pastagem total mapeada por município do estado do Mato Grosso nos anos de 2015 e 2022.

Com base na figura 14, é possível inferir que boa parte das perdas percentuais de área de pastagem estão concentradas especificamente na porção centro-leste do estado do Mato Grosso, enquanto os ganhos percentuais de área se encontram mais distribuídos pelo estado. Os municípios que apresentaram as maiores perdas percentuais de área de pastagem entre 2015 e 2021 foram Diamantino (-37,3%), Lucas do Rio Verde (-31,4%), Tabaporã (-29,7%), Ribeirãozinho (-29,5%) e São José do Xingu (-27,6%). Quanto aqueles que apresentaram os maiores ganhos percentuais em área de pastagem se destacam Campos de Júlio (58,2%), Feliz Natal (51,8%), Novo Santo Antônio (44,2%), Nova Ubiratã (35,6%) e Colniza (32,3%).

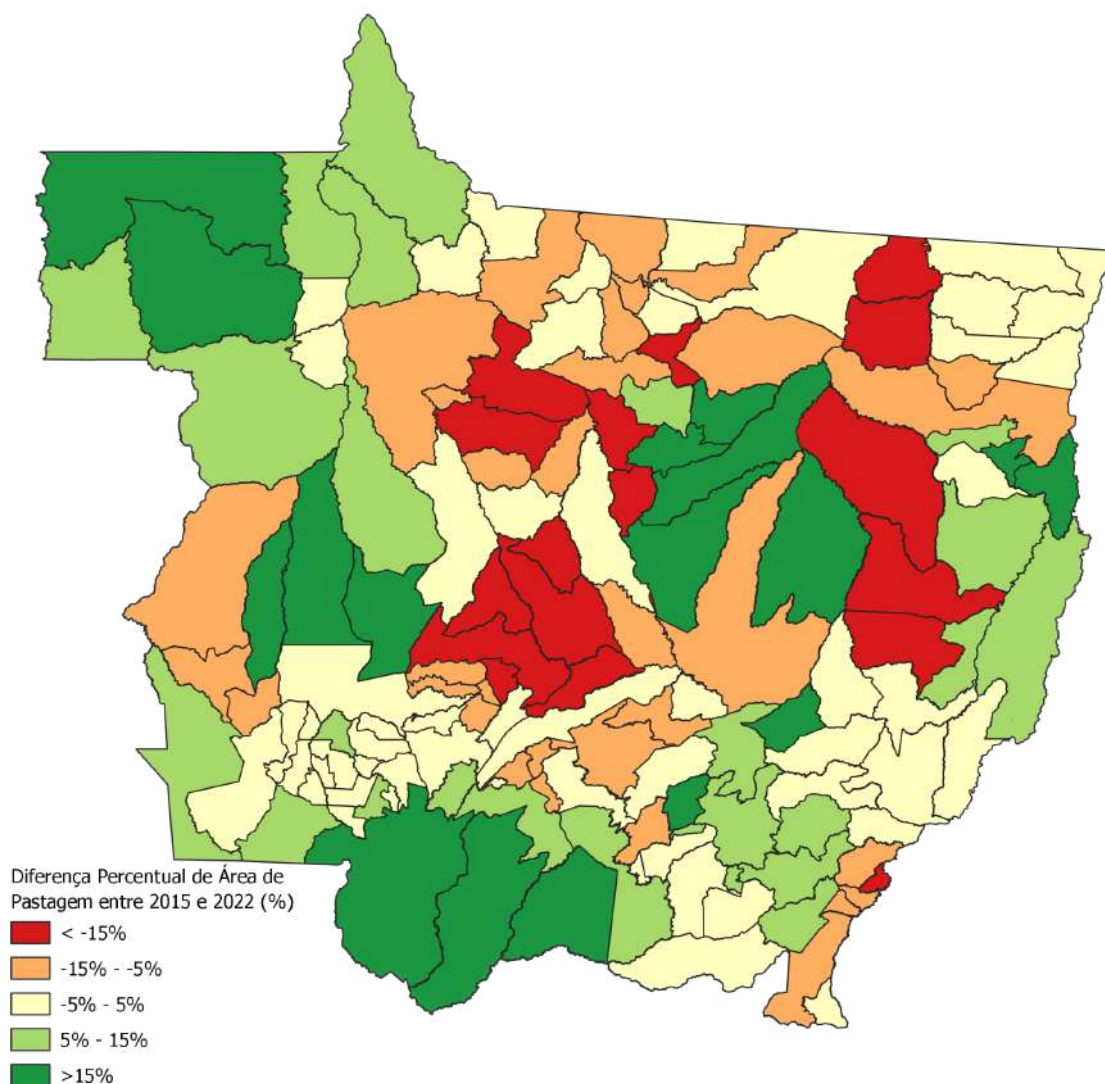


Figura 14: Mapa representando a Diferença Percentual de Área Total de Pastagem mapeada por município do estado do Mato Grosso entre os anos de 2015 e 2022.

b) *Análise de condição das pastagens para o Mato Grosso e municípios-alvo*

A série histórica de condição das pastagens com base no CVP mostra um aumento nas áreas com degradação intermediária e severa nos últimos anos (tabela 4), a dinâmica dessas mudanças pode ser melhor compreendida por meio da análise de transição ano a ano apresentada anteriormente (figura 10). Abaixo são apresentados os resultados do mapeamento da condição do vigor das pastagens ano a ano, com visualização das mudanças no valor total bruto das áreas de pastagem por classe de vigor (baixo, médio ou alto), para o estado do Mato Grosso (tabela 4) e para os municípios de Barra do Garças e Cotriguaçu (tabela 5). A tabela completa para os municípios mato-grossenses estão disponíveis na [pasta do Google Drive](#).

Tabela 4: Histórico das áreas de pastagens no **Mato Grosso** por condição de vigor.

Ano	Baixo	Médio	Alto	Total
2015	5,338,114.18	5,363,139.83	5,900,882.90	16,604,151.91
2016	5,429,029.68	5,533,627.25	6,080,572.80	17,045,245.73
2017	5,531,506.23	5,672,383.12	6,035,773.49	17,241,679.84
2018	5,812,868.72	5,803,846.41	5,778,377.83	17,397,110.97
2019	5,966,338.00	5,900,187.81	5,533,248.14	17,401,792.94
2020	6,403,897.96	5,898,443.29	5,071,727.08	17,376,088.33
2021	6,234,584.39	5,778,548.17	4,904,741.12	16,919,894.68
2022	5,763,370.97	6,748,741.31	4,550,210.98	17,062,323.25

Tabela 5: Área de pastagem por condição de vigor para os municípios de Barra do Garças e Cotriguaçu para os anos de 2015 a 2022.

Ano	Baixo	Médio	Alto	Total
Barra do Garças				
2015	197,843.04	77,286.74	11,744.08	286,873.86
2016	193,677.86	87,589.24	13,517.90	294,785.01
2017	196,908.22	87,971.57	12,419.44	297,299.22
2018	208,453.87	80,460.22	10,342.07	299,256.16
2019	212,619.57	75,939.16	9,373.60	297,932.32
2020	229,953.70	59,387.07	6,455.23	295,796.00
2021	221,456.76	57,621.16	6,136.55	285,214.46
2022	153.298,24	109.392,80	23.432,34	286.123,37
Cotriguaçu				
2015	806.13	20,911.34	130,055.11	151,772.58
2016	864.74	21,381.23	134,565.91	156,811.88
2017	707.18	22,453.78	137,349.33	160,510.29
2018	786.92	23,640.59	139,184.45	163,611.96
2019	1,005.25	26,780.51	137,831.22	165,616.98
2020	1,414.53	31,057.50	135,390.31	167,862.34
2021	1,483.14	31,614.61	134,125.68	167,223.42
2022	5,521.54	55,714.21	105,971.76	167,207.51

c) *Estimativa da Taxa de Lotação Bovina por município no Mato Grosso em 2015 e 2021*

A taxa de lotação bovina (figura 15) foi estimada para toda a extensão do estado do Mato Grosso, com o uso do Mapeamento das Pastagens mato-grossenses para os anos de 2015 e 2021 (gerados no escopo deste projeto), e a base vetorial municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para cálculo da lotação, foram considerados

a composição do rebanho, conforme o Censos Agropecuário de 2006 (IBGE), e o total de bovinos de acordo com os dados da Produção Pecuária Municipal (PPM / IBGE) para os anos de 2015 e 2021.

No mapa abaixo observa-se que, no período de 2015 a 2021, houve uma intensificação geral da produção no Estado, com aumento considerável nas taxas de lotação e no total de cabeças do rebanho mato-grossense (figura 16). Não é observado, entretanto, um padrão específico na dinâmica de movimentação do rebanho.

Na figura 15, pode-se notar uma maior taxa de lotação nas regiões centro-oeste e norte do Estado no ano de 2021, com destaque para os municípios de Lucas do Rio Verde, Sorriso e Ipiranga do Norte, que destoam no mapa apesar de apresentarem menores áreas de pastagem (figura 14). O aumento na produção total destes municípios e a consequente alta taxa de lotação pode ser associada à presença de grandes confinamentos na região, como o Confinamento JBS em Lucas do Rio Verde.

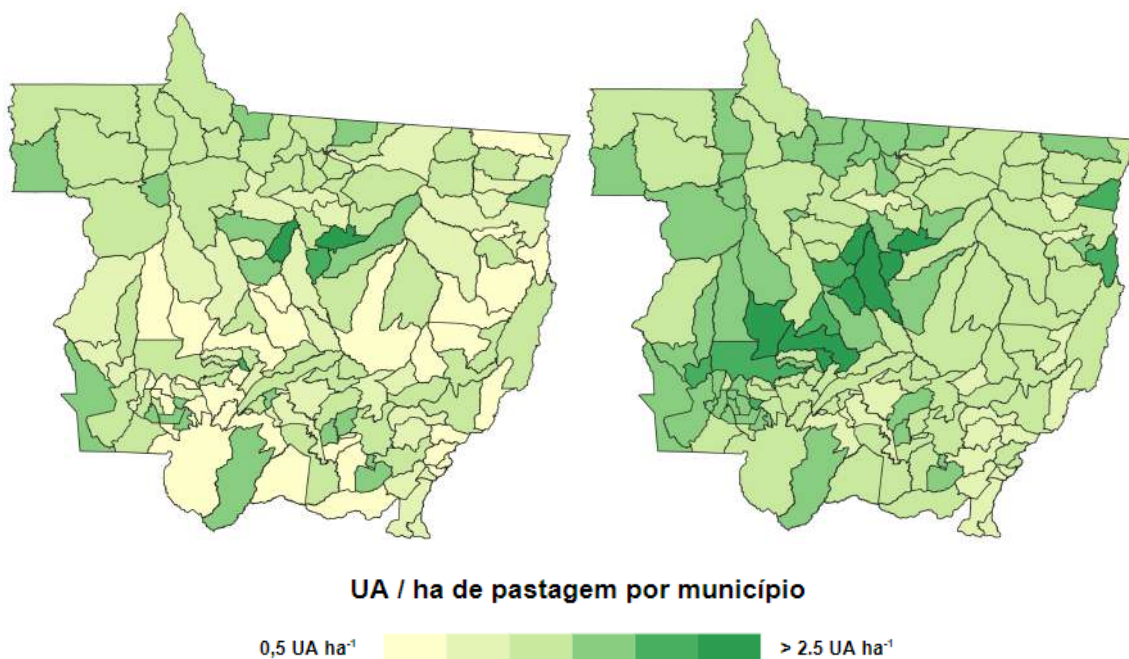


Figura 15: Taxa de lotação por município mato-grossense em Unidade Animal por hectare (UA ha⁻¹), em 2015 e 2021 (da esquerda para direita, respectivamente).

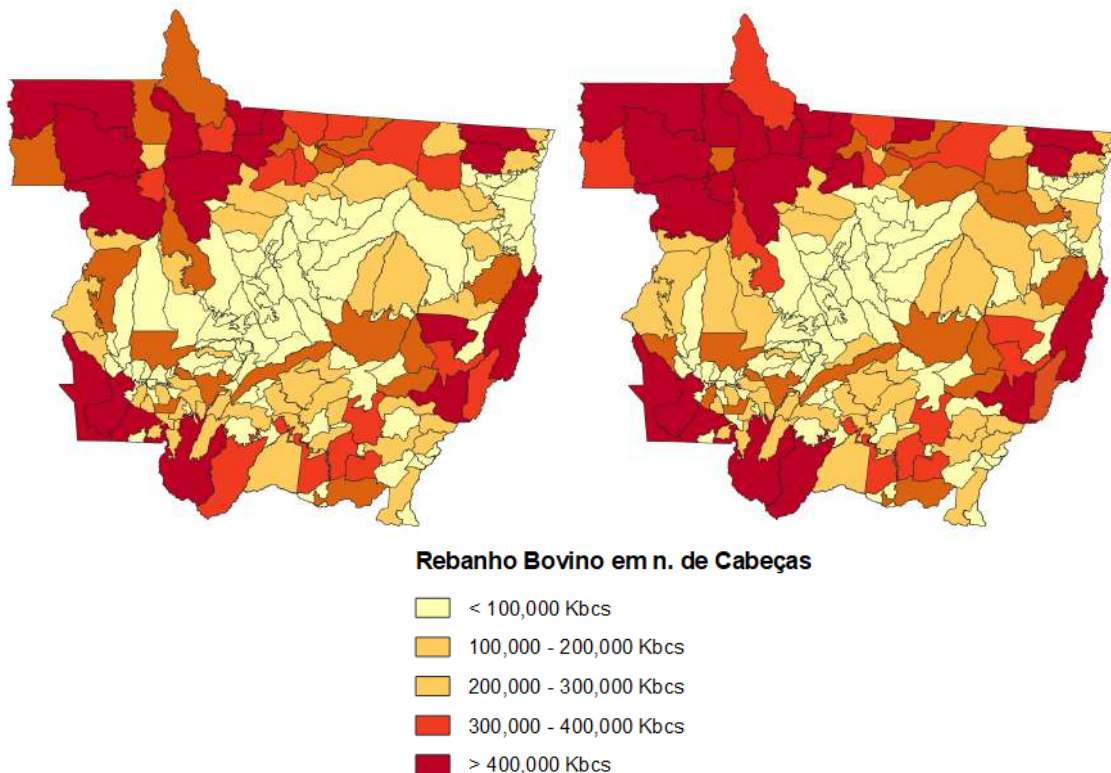


Figura 16: Rebanho bovino por município mato-grossense (número de cabeças) em 2015 e 2021 (da esquerda para direita, respectivamente).

d) Condição das pastagens por tamanho de propriedade (CAR)

Para o ano de 2021 foi analisada a condição geral das pastagens pelo tamanho das propriedades inscritas no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR). Para a análise foi utilizada a base do CAR atualizada para 2021, especificamente para os imóveis com cadastro ativo; e o mapeamento de condição das pastagens aqui apresentados, também para o ano de 2021.

As propriedades foram classificadas em três níveis de tamanho, com base no módulo rural (MR) equivalente a 100 hectares: a) pequena propriedade, de até 4 MR (até 400 ha); b) média propriedade, de 4 a 15 MR (400 a 1500 ha) e; c) grande propriedade, com mais de 15 MR (> 1500 ha).

É possível observar na figura 18 que há uma maior concentração de pequenas propriedades na região do Portal da Amazônia, região inserida na fronteira agrícola e alvo de desmatamento. A análise demonstrou que pequenas e grandes propriedades apresentam, proporcionalmente, mais áreas de baixo vigor (degradadas) (tabela 5), à primeira pode ser relacionada à baixa transferência/uso de tecnologia em propriedades pequenas, e a segunda à dificuldade de manejo de grandes áreas de pastagens.

Propriedades médias, por outro lado, apresentam maior percentual de áreas de alto e médio vigor, consideradas não degradadas ou de degradação moderada.

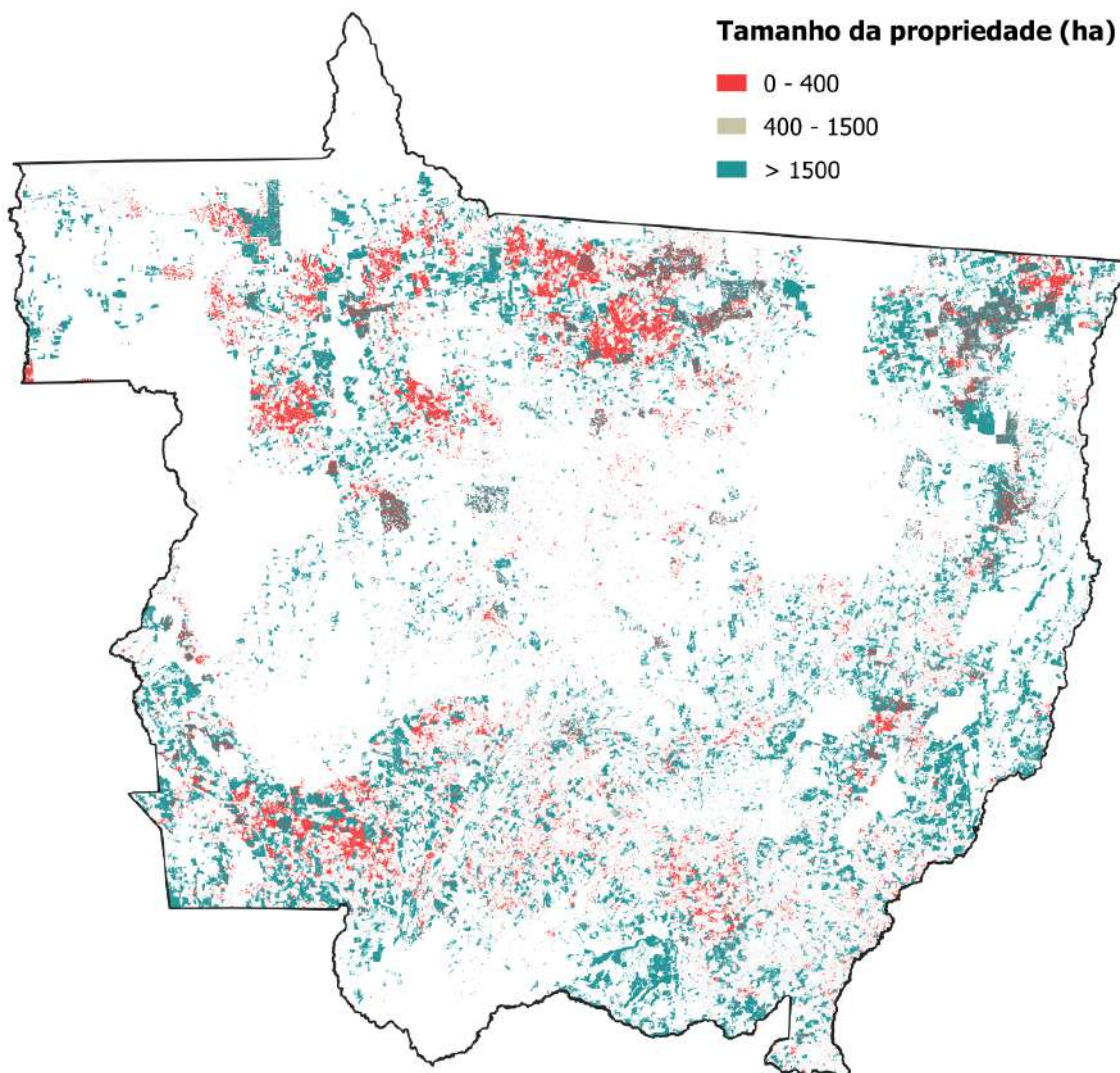


Figura 18: Distribuição das propriedades rurais (CAR) por tamanho (ha) no Mato Grosso.

Tabela 5: Percentual de vigor vegetativo das pastagens por tamanho de propriedade no Mato Grosso.

Tamanho (ha)	Alto vigor (%)	Médio vigor (%)	Baixo vigor (%)
0 - 400 ha	19,9%	38,2%	41,9%
400 - 1500 ha	36,0%	36,0%	28,0%
> 1500 ha	8,5%	42,9%	48,7%

e) *Mapa de áreas com necessidade de intervenção na Condição do Vigor*

Com o objetivo de ranquear áreas prioritárias para intervenção na Condição do

Vigor, foram analisados dados de **proporção municipal** de área ocupada por pastagens com Baixo ou Médio vigor (Figura 19a) e percentual de áreas de pastagem com Baixo ou Médio vigor (Figura 19b), indicativos de grandes porções de áreas potencialmente degradadas ou com algum processo de degradação em curso.

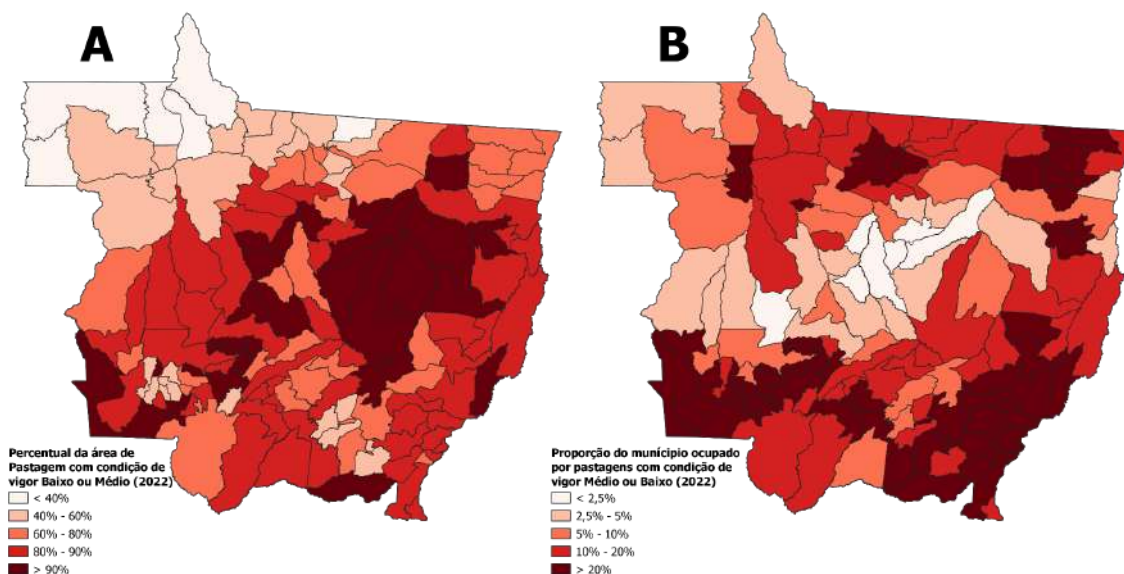


Figura 19: A) Mapa de Percentual de Área de Pastagem com condição de vigor Baixo ou Médio por município em 2022; e B) Mapa de Proporção do município ocupado por pastagens com condição de vigor Médio ou Baixo em 2022.

Com base nas informações citadas acima, foram definidas cinco classes de necessidade de intervenção na condição do vigor das pastagens:

- **Extrema:** Percentual de vigor Baixo ou Médio acima de 90% da área total de pastagem no município e proporção de área municipal ocupada por pastagens com condição de vigor Baixo ou Médio acima de 15%.
- **Alta:** Percentual de vigor Baixo ou Médio acima de 80% da área total de pastagem no município e proporção de área municipal ocupada por pastagens com condição de vigor Baixo ou Médio acima de 15%;
- **Média:** Percentual de vigor Baixo ou Médio acima de 60% da área total de pastagem no município e proporção de área municipal ocupada por pastagens com condição de vigor Baixo ou Médio acima de 10%;
- **Baixa:** Percentual de vigor Baixo ou Médio acima de 30% da área total de pastagem no município e proporção de área municipal ocupada por pastagens com condição de vigor Baixo ou Médio acima de 5%;

- **Baixíssima:** Outros;

A partir da figura 20, é possível observar a distribuição espacial dos municípios por classe de prioridade, de acordo com as regras estabelecidas acima. Os resultados obtidos apontam uma concentração de municípios com Extrema e Alta necessidade de intervenção nas porções sul e leste do estado do Mato Grosso, ambientes majoritariamente pertencentes aos biomas Amazônia (Sul) e Cerrado. Enquanto isso, as porções central e oeste do estado são em sua maioria áreas com forte presença da agricultura e poucas áreas de pastagem, tornando menor a necessidade de intervir nessas regiões por conta da proporção que essas últimas ocupam.

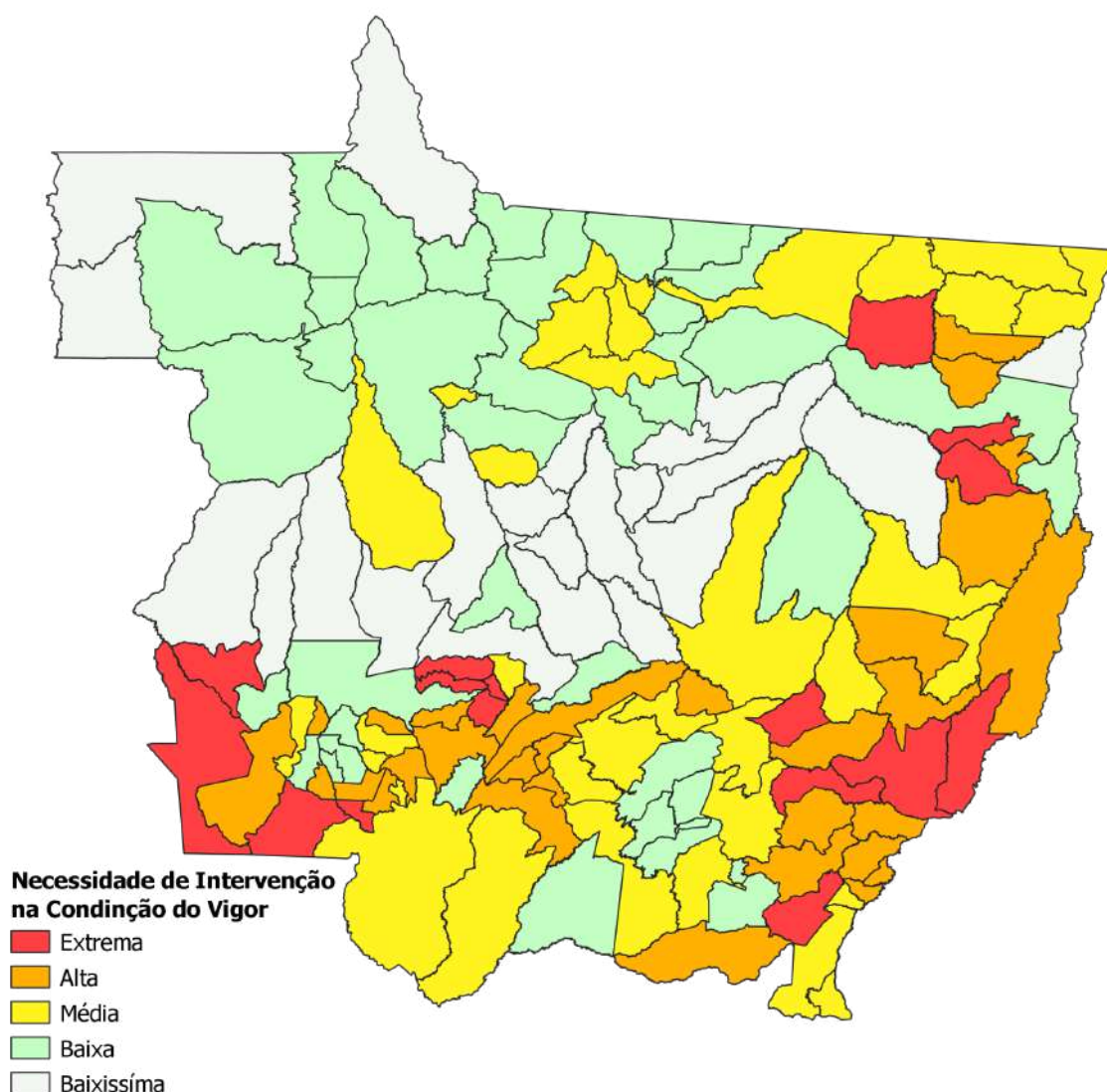


Figura 20: Mapa apontando áreas com necessidade de intervenção na condição do vigor por conta de baixos valores de vigor e proporção de área ocupada por áreas de pastagem.

A pasta no *Google Drive* com os arquivos *raster* (.tiff), *shapefiles* (.shp), planilhas (.xlsx) com série temporal de 2015 a 2022 das áreas de pastagem e condição das pastagens no estado do Mato Grosso, análise de transição ano a ano, dados de campo, fotos e imagens de drone, e análises geográficas diversas, estão disponíveis no link abaixo:

[Drive com mapas de pastagem e condição das pastagens, planilhas, dados de campo e figuras](#)