

MATO GROSSO DO SUL

MAPEAMENTO USO E COBERTURA

PERÍODO: 2001 e 2021



Campo Grande
outubro/2021

SUMÁRIO

1.		
2.	METODOLOGIA.....	1
2.1.	Aquisição das imagens.....	1
2.2.	Pré-Processamento e Composição de Bandas.....	3
2.3.	Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)	5
2.4.	Classificação e Reclassificação do NDVI.....	5
2.5.	Classificação não-supervisionada.....	7
2.6.	Pós Classificação	7
2.7.	Edição vetorial.....	8
2.8.	Reagrupamento	8
3.	RESULTADOS	11
4.	REFERÊNCIAS	14

2. METODOLOGIA

O procedimento metodológico adotado buscou uma representação com alto nível de fidedignidade quanto à cobertura vegetal e uso do solo na região. A interpretação das imagens de satélite e a avaliação das áreas naturais foram estabelecidas pelo processo híbrido, que consiste na classificação não-supervisionada e a associação e validação das classes no modo manual.

As imagens do satélite Landsat 5 sensor TM para o ano de 2001 e Landsat 8 sensor OLI. As cenas do Landsat, 8 apresentam resultados espectrais e geométricos satisfatórios, devido à ortorretificação das imagens, assim a correção geométrica para o Landsat 5 foi assumido com base para o esse trabalho. Ainda, as imagens possibilitam procedimentos de classificação e pós-classificação consolidados em diversos artigos, trabalhos e livros.

O acervo temporal, com pouca cobertura de nuvens, foi um desafio para homogeneizar as cenas, mesmo assim, possibilitou a constituição do mosaico do estado de Mato Grosso do Sul, agrupando 26 cenas, referentes ao período de seca.

2.1. Aquisição das imagens

As imagens utilizadas para o trabalho, foram do programa LANDSAT, que fornece imagens desde a década de 70, satélite equipado com sensores de média resolução espacial e possibilita a representação dos alvos da superfície na escala de 1:150.000, considerando a menor área mapeável de 900m².

O satélite Landsat-5 equipado com o sensor TM, possui sete bandas, sendo cada banda representa uma faixa do espectro eletromagnético captado pelo satélite, revisitavam o solo a mesma área a cada 16 dias, ficou em operação 29 anos de 1982 até 2013, motivo pelo qual utilizado para composição do mosaico do ano 2001.

O Landsat-8 está equipado com dois sensores: *Operational Land Imager* (OLI) e o *Thermal Infrared Sensor* (TIRS), que fornecem cobertura sazonal da massa terrestre global em diferentes resoluções espaciais: 30 metros para as bandas de 1 a 7 e 9 (Coastal aerosol, blue, green, red, near infrared - NIR, SWIR 1, SWIR 2 e cirrus); 15 metros para a banda 8 (pancromática) e 100 metros para as bandas termais (TIRS 1 e 2) (USGS, s.d.).

Diferente do que acontece com as imagens geradas pelos satélites mais antigos da série Landsat, as cenas do Landsat 8 já possuem ajuste geométrico, sendo disponibilizadas para *download* ortorretificadas. Portanto, **as mesmas não prescindem** o georreferenciamento para a utilização dos dados, enfatizando a agilidade e simplicidade no uso (DUARTE *et al.*, 2015).

Outros fatores que viabilizam o uso das cenas consistem na precisão do posicionamento e na concatenação satisfatória entre as cenas. A cobertura em todo o território brasileiro e a gratuidade da mesma contribuem significativamente para análises relevantes do território (KALAF, 2013).

Para composição dos mosaicos do estado de Mato Grosso do Sul, foram selecionadas 26 cenas do satélite Landsat 5 e 26 cenas do Landsat 8, adquiridas de forma gratuita junto ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

O critério para a escolha das cenas levou em consideração cobertura mínima de nuvens correspondente ao período de seca (junho a agosto) dos anos de 2001 e 2021; do total de cenas adquiridas, 52 cenas.

Os quadros apresentados nas figuras 1 e 2 apresentam as respectivas datas de passagem das cenas selecionadas para o trabalho

datas de aquisição das imagens Órbita/Ponto ano 2001						
	72	73	74	75	76	77
227	04/06/2001	04/06/2001	04/06/2001	04/06/2001	*	*
226	13/06/2001	13/06/2001	13/06/2001	13/06/2001	*	*
225	09/08/2001	09/08/2001	09/08/2001	09/08/2001	09/08/2001	*
224	06/09/2001	06/09/2001	06/09/2001	06/09/2001	06/09/2001	06/09/2001
223	*	11/08/2001	11/08/2001	11/08/2001	12/09/2001	*
222	*	03/07/2001	03/07/2001	03/07/2001	*	*

Figura 1 – Datas de passagem das imagens de satélite do Landsat 5

datas de aquisição das imagens Órbita/Ponto ano 2021						
	72	73	74	75	76	77
227	01/10/2021	01/10/2021	01/10/2021	01/10/2021	*	*
226	23/08/2021	23/08/2021	23/08/2021	23/08/2021	*	*
225	01/09/2021	01/09/2021	01/09/2021	01/09/2021	01/09/2021	*
224	24/07/2021	24/07/2021	24/07/2021	24/07/2021	24/07/2021	24/07/2021
223	*	18/08/2021	18/08/2021	18/08/2021	18/08/2021	*
222	*	12/09/2021	12/09/2021	12/09/2021	*	*

Figura 2 – Datas de passagem das imagens de satélite do Landsat 8

2.2. Pré-Processamento e Composição de Bandas

A partir da escolha da cena, foi realizado o download das 7 bandas. As imagens do satélite Landsat são orientadas ao norte verdadeiro e necessitam ser reprojetadas para o hemisfério sul. Com as imagens posicionadas corretamente, foi possível executar o empilhamento de bandas (1 a 7) para cada uma das 52 cenas e posteriormente realizar o mosaico das imagens (Figura 3 e Figura 4)

Foi adotada a composição colorida falsa cor, bandas (6/5/2 – R/G/B) para Landsat 8 e (5/4/3 – R/G/B) para Landsat 5, por apresentar grande diferenciação da água e vegetação. A banda (infravermelho termal) apresenta sensibilidade para detectar fenômenos relativos aos contrastes térmicos da água, sendo possível analisar a lâmina d' água de inundação presente na vegetação e no solo exposto (ROSA *et al.*, 2011).

A radiação refletida sobre a atmosfera tem uma determinada distribuição sobre cada item na natureza, a maneira pela qual é refletida, emitida e absorvida nos possibilita uma diferenciação entre os itens e obter informação sobre seus formatos, tamanhos e até sobre algumas de suas características físicas e químicas (MIRANDA *et al.*, 1996). A composição de bandas falsa cor permitiu uma melhor diferenciação frente as diferentes respostas de refletância.

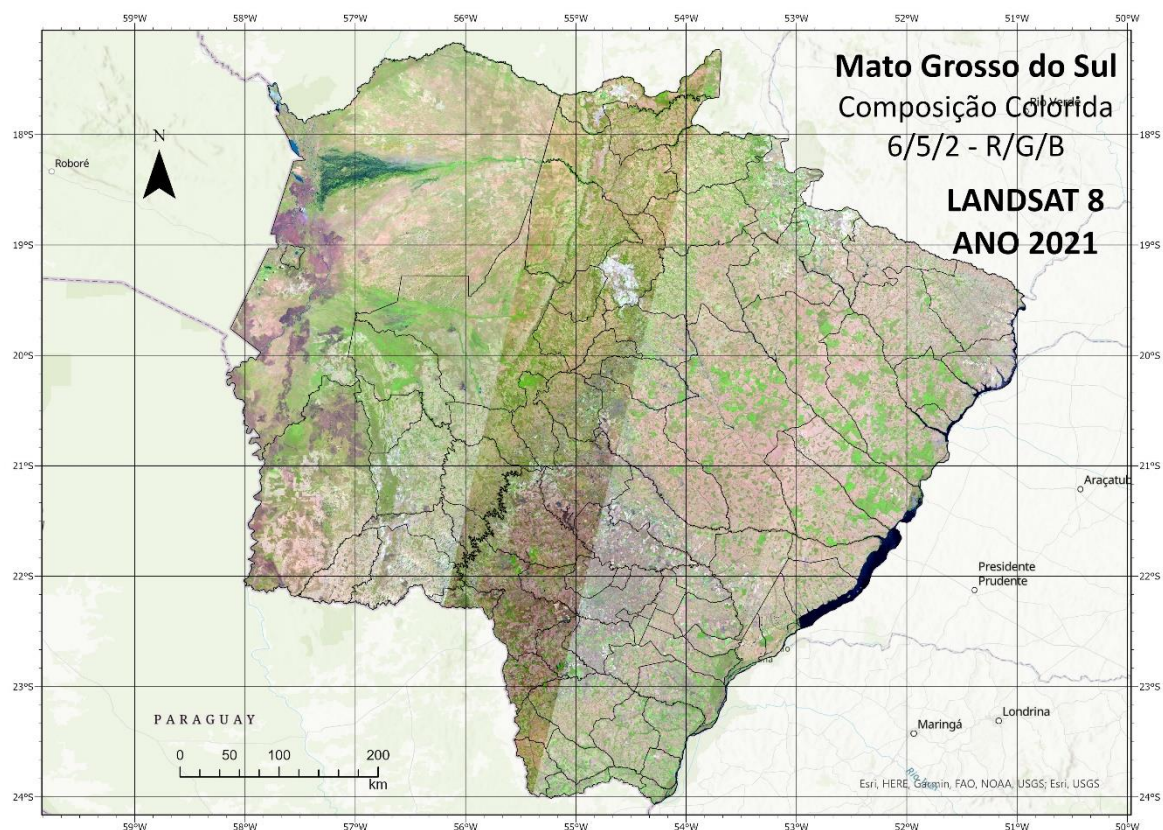


Figura 3 - Mosaico de cenas do satélite Landsat 8, composição (R/G/B –6/5/2), do MS, 2021.

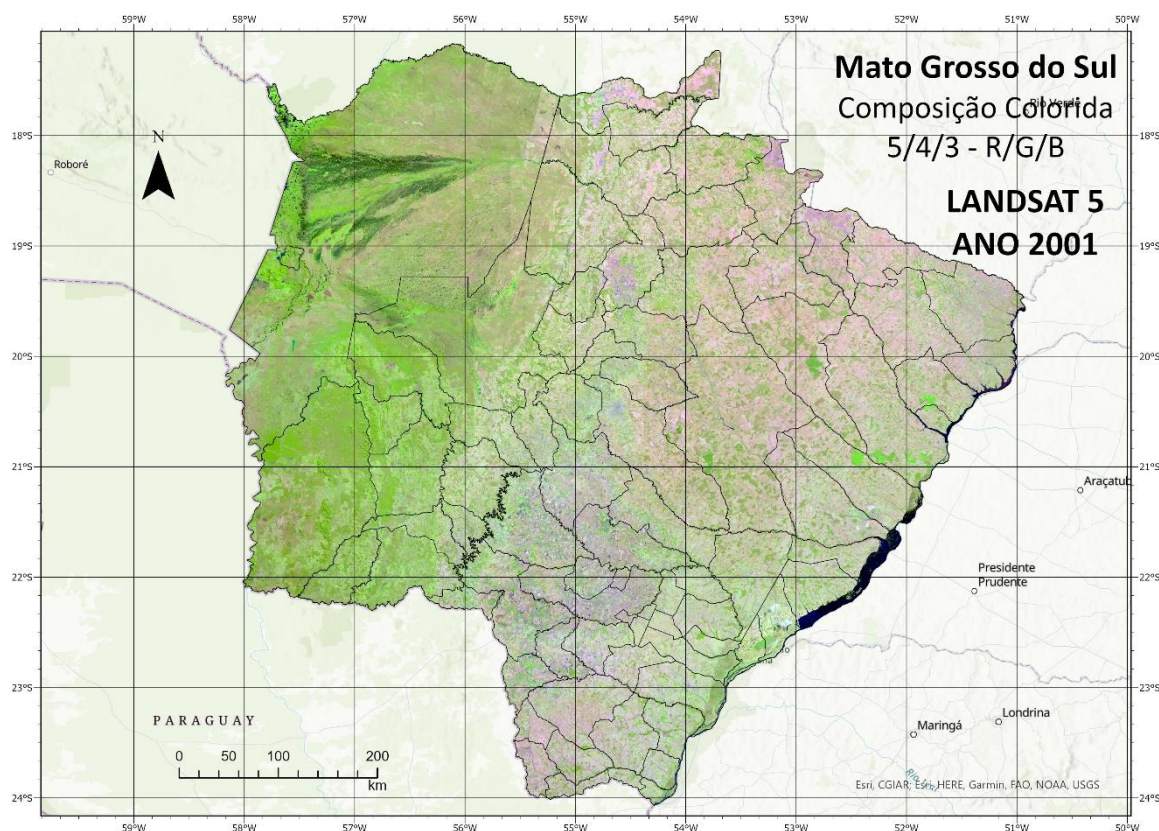


Figura 4 - Mosaico de cenas do satélite Landsat 5, composição (R/G/B – 5/4/3), do MS, 2021.

2.3. Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)

Existe uma variedade de índices de vegetação que foram desenvolvidos para auxiliar o monitoramento da cobertura vegetal. A maioria destes índices são baseados em diferentes interações entre o tipo de vegetação e a sua correspondente assinatura espectral nas zonas referentes aos comprimentos de onda vermelho e infravermelho (VICENS *et al.*, 1998).

O NDVI encontra-se relacionado à densidade de vegetação e é obtido pela equação 1 (EASTMAN, 1995):

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (1)$$

Onde:

NIR: valores de reflectância na banda do infravermelho próximo;

R: valores de reflectância na banda do vermelho.

Este índice varia de -1 a 1, sendo que os valores mais elevados estão associados à uma maior densidade da cobertura vegetal (VICENS *et al.*, 1998).

A partir da imagem classificada, pode-se extrair os valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão para cada uma das classes temáticas. Para cada intervalo, a reclassificação da imagem NDVI possibilita um maior refinamento da classificação temática da cobertura vegetal.

2.4. Classificação e Reclassificação do NDVI

Para melhor interpretar o agrupamento do NDVI, serviu para identificar padrões espaciais da superfície, foi agrupado em 10 intervalos, inicialmente, cena a cena, onde observou-se uma divergência entre os resultados obtidos. Desse modo optou-se por utilizar a classificação a partir de mosaicos, agrupando-os em treze, seis e nove cenas.

Essa classificação apresentou melhor resultado em comparação a abordagem cena-a-cena (Figura 5 e 6).

Após realizada a classificação efetuou-se a reclassificação dos mosaicos em 4 classes. A imagem resultante da geração do NDVI possibilitou a visualização do aspecto de toda a área e a distribuição espacial dos usos no MS, distinguindo entre uso antrópico (cores mais quentes) vermelho e uso natural (cores mais frias) verde.

É importante observar que as respostas de água e as áreas como o solo preparado para agricultura ou em áreas com presença de água ficaram agrupadas causando falsa interpretação, no entanto é possível em um procedimento preliminar observar o comportamento dos maciços arbóreos, frente as áreas com ausência de cobertura vegetal. O NDVI é fundamental para análise prévia da classificação e compreender a resposta espectral.

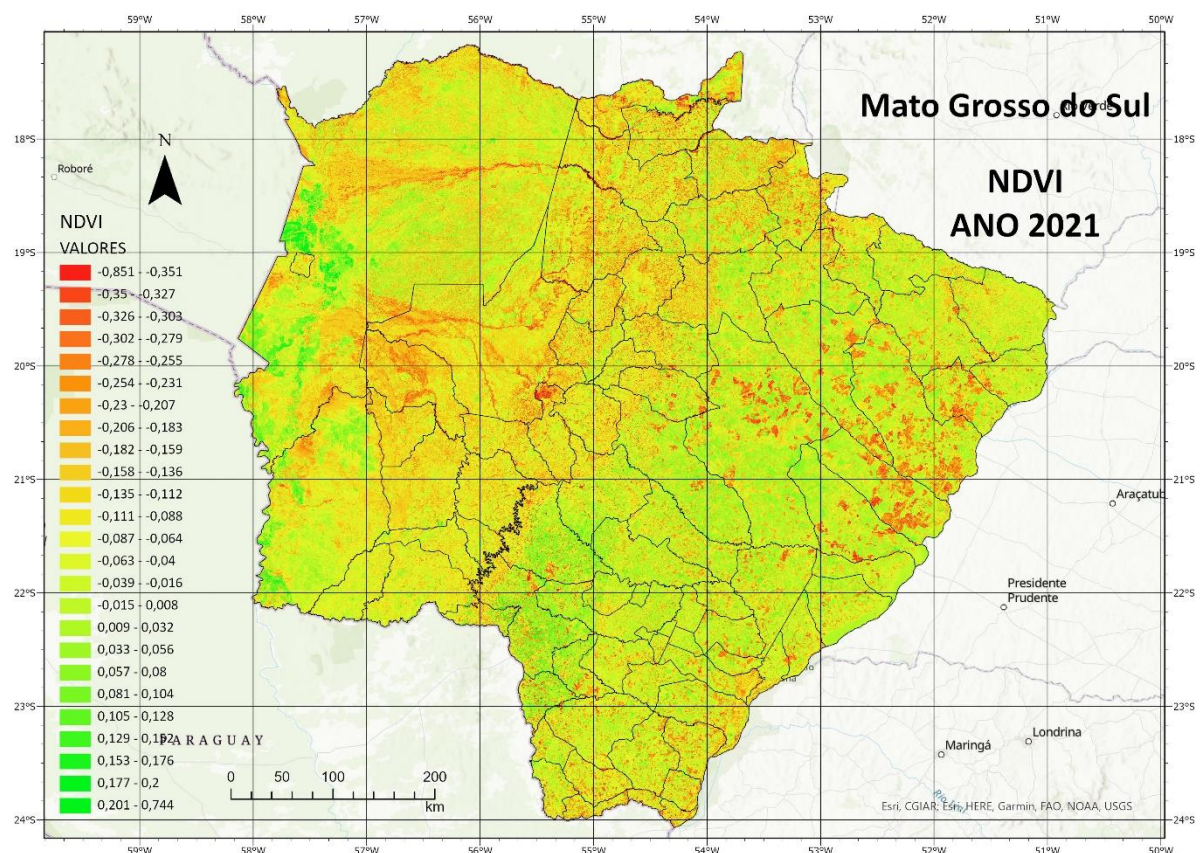


Figura 5 - Índice de Vegetação de Diferença Normalizada 2021.

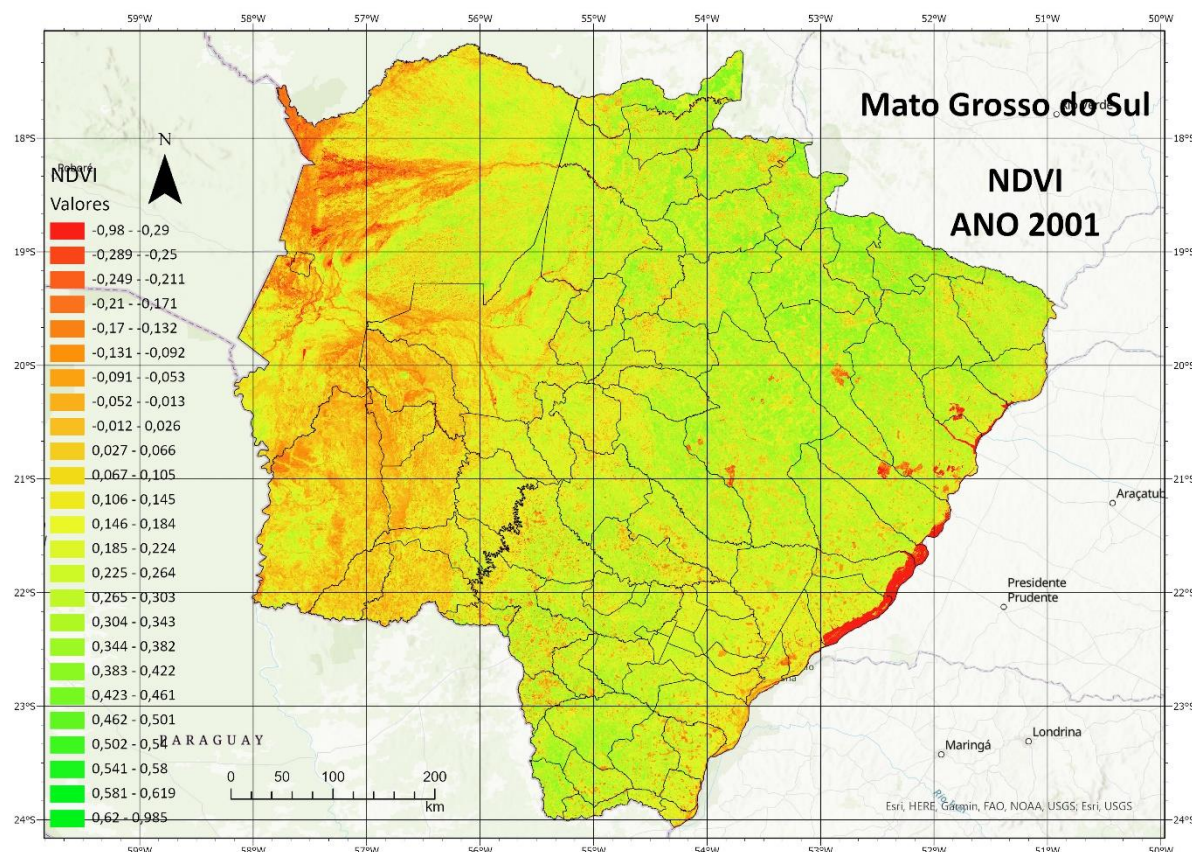


Figura 6 - Índice de Vegetação de Diferença Normalizada 2001.

2.5. Classificação não-supervisionada

A classificação não-supervisionada é executada através de métodos de *clustering*, partindo do princípio de que um algoritmo computacional é capaz de identificar as classes dentro de um conjunto de dados (GONÇALVES, 2008). Foram realizados testes para a definição das classes. Então foi a imagem foi classificada em 7, 10, 14, 20 e 50 classes, sendo a que apresentou um melhor resultado foi o processamento em 10 classes com máximo de 20 interações.

Para eliminar ruídos do processamento foi necessária aplicação de filtros, capazes de equalizar os resultados e aqui foram denominados de pós-classificação.

2.6. Pós Classificação

Após a execução da classificação, o mapa obtido apresentou ruídos e segmentos pequenos. O mosaico foi filtrado utilizando o método *Nearest*

Neighborhood (3x3), com o objetivo eliminar os pixels com valores incoerentes e dispersos nas classes consideradas, em seguida a aplicação da função *Clump* com vizinhos conectados a 4, para agrupar os pixels cujos níveis digitais são iguais.

Por fim foi utilizada a função *Eliminate* para agrupamentos de pelo menos 4 pixels, com a finalidade remover os pequenos polígonos, unindo-os a polígonos maiores (RAMOS-NETO *et al.*, 2004 *apud* MOREIRA, 2005).

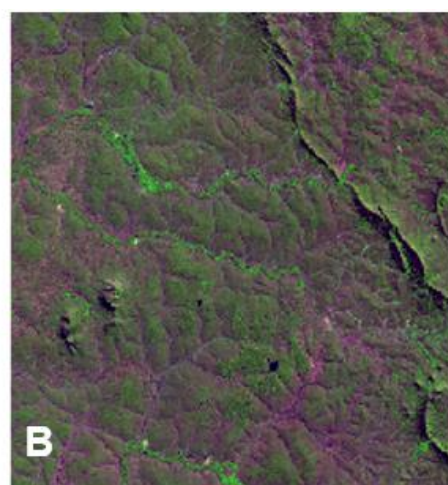
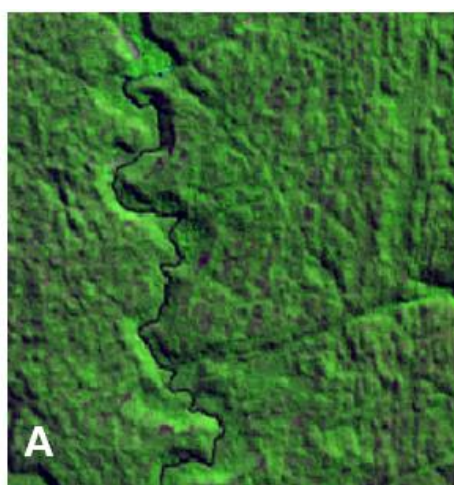
2.7. Edição vetorial

A edição vetorial foi realizada em duas etapas. A primeira etapa consistiu na associação de 10 classes em uso antrópico e área natural. Na segunda etapa (validação) foi realizada a validação das classes carta a carta, com a fisionomia vegetal.

2.8. Reagrupamento

A classificação original das fisionomias vegetais conforme estabelecido em conversa para atendimento mínimo das classes do IPCC apresentando 7 classes. Para o presente estudo, foram reagrupadas em:

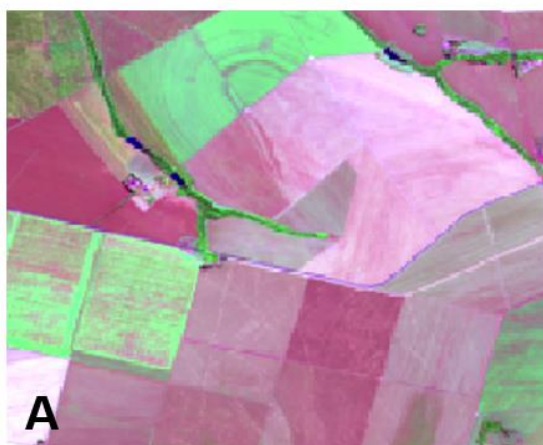
- i) Florestas;



ii) Pastagens;



iii) Agricultura;

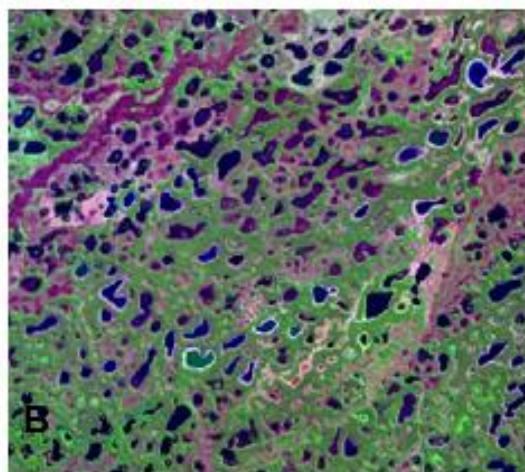
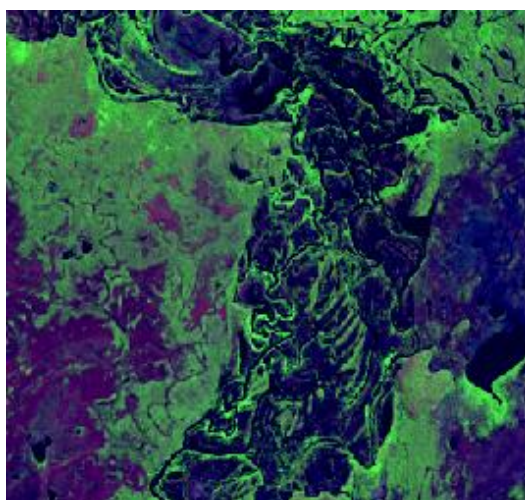


iv) Assentamento Urbanos;



v) Outros; e

vi) vi) Água e Áreas úmidas,



3. RESULTADOS

As classificações permitiram agrupar as respostas espectrais nas classes apresentadas conforme as figuras 7 e 8.

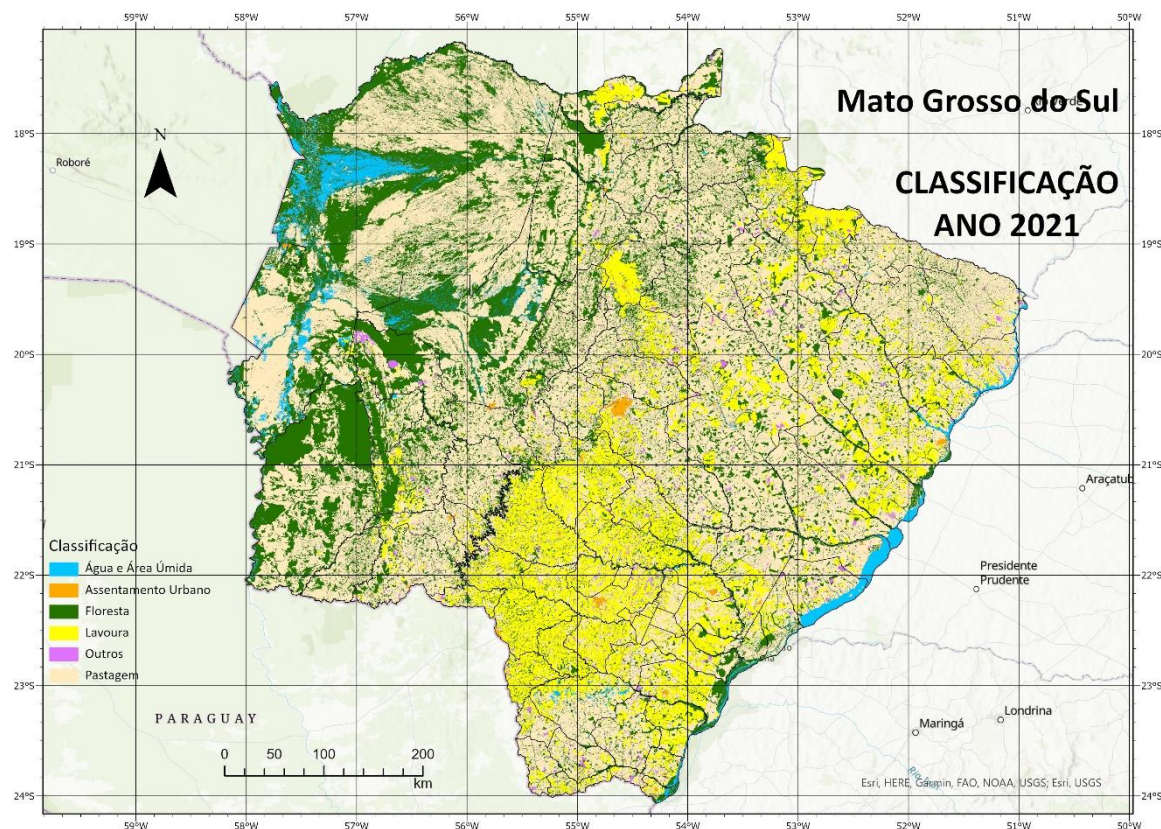


Figura 7 – Classificação final do ano de 2021.

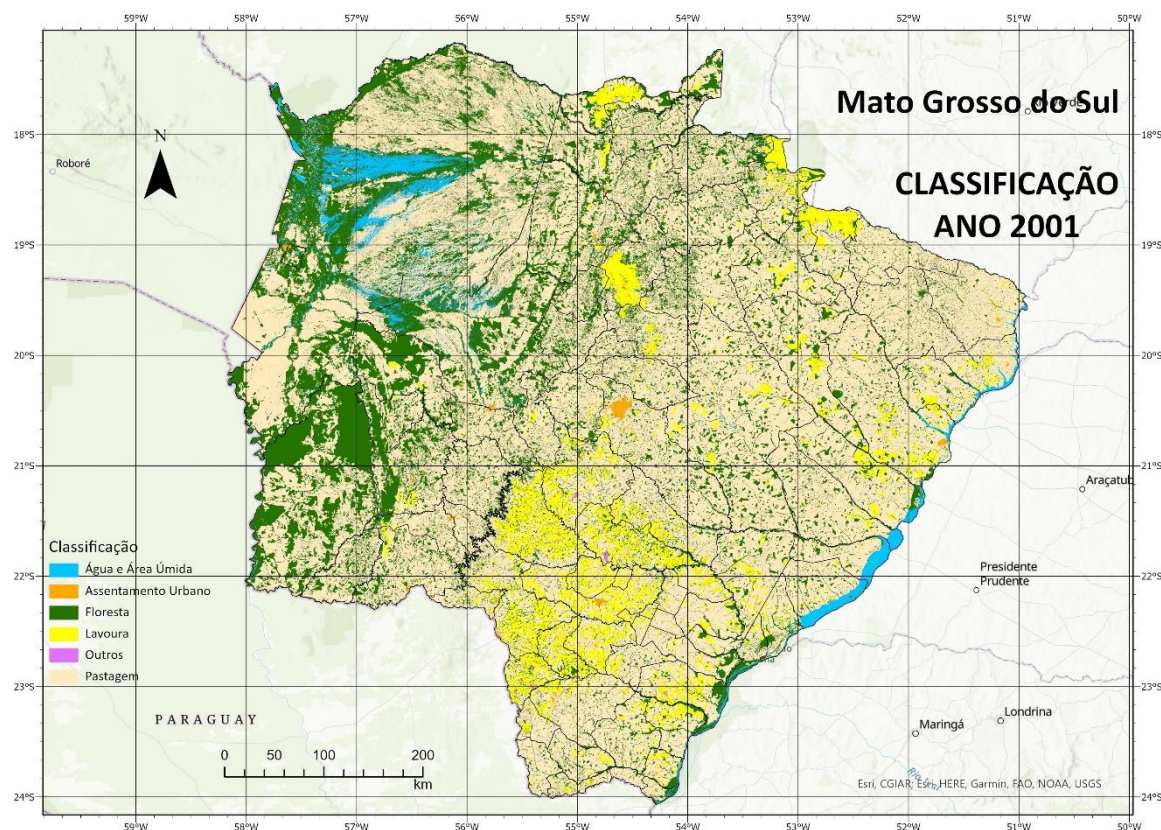


Figura 8 – Classificação final do ano de 2001.

A estrutura dos arquivos que compõem o Sistema de Informações Geográficas – SIG que permitiu a classificação estão organizados em arquivos vetoriais e arquivos raster, todos os arquivos foram agrupados e separados por municípios, para permitir o acesso aos arquivos será apresentado a estrutura organizacional das informações:

A pasta está intitulada “municípios”

A pasta contém 3 pastas:

- 1 – **Figuras**, estão todas imagens presentes neste documento.
- 2 – **Landsat**, estão todos os arquivos raster (imagens), com subpastas;
- 3 – **Texto**, está o documento presente;
- 4 – **Vetores**, estão todos os arquivos vetoriais com subpastas.

Na pasta **Landsat**, nela contém duas pastas, “2001” e “2021” as duas pastas com subpastas iguais com as seguintes pastas:

- 1 – **imagens originais**, estão todas as imagens originais do Landsat 5 (2001) e Landsat 8 (2021)
- 2 – **empilhamento de bandas**, estão todas as cenas com composição das 7 bandas.
- 3 – **sirgas**, estão todas as cenas empilhadas e corrigidas geometricamente para o elipsoide de referência SIRGAS/2000;
- 4 – **mosaico**, está o mosaico do estado do MS de todas as 26 cenas;
- 5 – **ndvi**, está o ndvi em mosaico do estado do MS;
- 6 – **classificação**, está o mosaico da imagem classificada do estado do MS.

Na pasta **Vetores**, da mesma forma, contém duas pastas “2001” e “2021” as duas pastas com as respectivas subpastas:

- 1 – **ajuste**, estão os arquivos utilizados para ajustar os polígonos, resultado da classificação supervisionada
- 2 – **classificação final**, está o mosaico de todo estado do MS com as classes finalizadas.
- 3 – **classificação municípios**, estão os arquivos da **classificação finalizada** recortada nos limites municipais.

Todos os arquivos vetoriais estão em formato shapefile os arquivos raster estão em formato **.tiff (original)**, **.img** (mosaicos) e **.jp2** (mosaico final).

4. REFERÊNCIAS

Cohen, J.A. (1960) Coefficient of Agreement for Nominal Scales. **Journal of Educational and Psychological Measurement**, 20, 37-46.

DUARTE, G. S.; COSTA, G. E.; OLIVEIRA, A. P.; BARROS, R. S.; CRUZ, C. B. M. O uso da geometria do Landsat 8 como base para georreferenciamento semiautomático visando estudos espaço-temporais In. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2015, João Pessoa. **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. 2015. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1026.pdf>> Acesso em 19 mai. 2017.

EASTMAN, J.R. **Introduction to Remote Sensing and Image Processing. Idrisi for Windows User's Guide**. Cap 3, Clark University, Worcester, 17p. 1995.

EVELYN L. PRUIT, **History of remote sensing Aerial Photography**, 1960.

GONCALVES, M.; NETTO, M.; ZULLO, J.; COSTA, J. A. F. Classificação não-supervisionada de imagens de sensores remotos utilizando redes neurais auto-organizáveis e métodos de agrupamentos hierárquicos. **Revista Brasileira de Cartografia** (RBC), 60/1: 17-29, 2008.

KALAF, R.; BRASILEIRO, R.; CARDOSO, P. V.; CRUZ, C. B. M. Landsat 8: avanços para mapeamento em mesoescala. In. 4º Congresso Brasileiro de Geoprocessamento, 2013, Rio de Janeiro. **Anais do 4º Congresso Brasileiro de Geoprocessamento**. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbg/trabalhos/90/51/resumo-geotec-roberta-raissa-1_1374611841.pdf> Acesso em 17 mai. 2017.

LANDIS, R.; KOCH, G. G. **The measurement of observer agreement for categorical data**. Biometrics, v.33, n.1, p.159-174, Mar. 1977. Measurement. Vol XX, n.1, p. 37-46, 1960.

MIRANDA C.; MASSA J. L.; MARQUES, C. C. A. **Analysis of the occurrence of american cutaneous leishmaniasis in Brazil by remote sensing satellite imagery**, 1996.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, M. B. N; MACHADO, C. P; GONÇALVES, D. A; SANTOS, N. S; MENEZES, B. A. C; MACHADO, S. J. M; FERREIRA, R. G. Análise temporal do uso do solo nos municípios do entorno do Parque Nacional das Emas com a utilização de imagens Landsat e CBERS-2, Goiânia, Brasil. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. 2005.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). **Landsat Data Continuity Mission: Continuously Observing Your World**. 2013.

ROSA L.; ALVES M. C.; SANCHES, L. **Uso de composições de bandas do satélite Landsat 5 TM para caracterizar a dinâmica da variação de áreas alagadas no Pantanal mato-grossense**, 2011.

ROSA, M.R., F.S. ROSA, N. CRUSCO, E.R. ROSA, J. FREITAS, F. PATERNOST, V. MAZIN. **Monitoramento das Alterações da Cobertura Vegetal e Uso do Solo na Bacia do Alto Paraguai**. Brasília: WWF-Brasil, Ecoa, Conservation International, Avina, SOS Pantana, 2009.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS. **What are the band designations for the Landsat satellites?** Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>> Acesso em 17 mai. 2017.

VICENS, R. S.; CRUZ, C.B. M.; Rizzini, C. M. Utilização de Técnicas de Sensoriamento Remoto na Análise da Cobertura Vegetal da Reserva Florestal de Linhares, 1998, Espírito Santo. In: Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 1998. **Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. 1998.