



SENSORIAMENTO REMOTO EM ÁREAS ÚMIDAS CONTINENTAIS

Alisson André Ribeiro
Pedro Ivo Nezzo Calado
Máyra Golin Rodrigues
Rafael Costa Mariano
Antonio Conceição Paranhos Filho



AMPLLA
EDITORA



ARATER
CONSULTORIA E PROJETOS



SENSORIAMENTO REMOTO EM ÁREAS ÚMIDAS CONTINENTAIS

Alisson André Ribeiro
Pedro Ivo Nezzo Calado
Máyra Golin Rodrigues
Rafael Costa Mariano
Antonio Conceição Paranhos Filho



AMPLA
EDITORA



2026 - Amplla Editora

Copyright da Edição © Amplla Editora

Copyright do Texto © Os autores

Editor Chefe: Leonardo Tavares

Design da Capa: Amplla Editora

Revisão: Os autores

Sensoriamento remoto em áreas úmidas continentais está licenciado sob CC BY-NC 4.0.



Essa licença permite que outros remixem, adaptem e desenvolvam seu trabalho para fins não comerciais e, embora os novos trabalhos devam ser creditados e não possam ser usados para fins comerciais, os usuários não precisam licenciar esses trabalhos derivados sob os mesmos termos. O conteúdo da obra e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores e não representam a posição oficial da Amplla Editora. O download e o compartilhamento da obra são permitidos, desde que os autores sejam reconhecidos. Todos os direitos desta edição foram cedidos à Amplla Editora.

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

S478

Sensoriamento remoto em áreas úmidas continentais / Alisson André Ribeiro, Pedro Ivo Nezzo Calado, Máyla Golin Rodrigues, et al.; Prefácio de Normandes Matos da Silva. – Campina Grande/PB: Amplla, 2026.

Outros autores: Rafael Costa Mariano, Antonio Conceição Paranhos Filho.

Livro em PDF

ISBN 978-65-5381-383-0

DOI 10.51859/amplla.sra830.1126-0

1. Sensoriamento remoto. 2. Áreas úmidas continentais. 3. Monitoramento ambiental. I. Ribeiro, Alisson André. II. Calado, Pedro Ivo Nezzo. III. Rodrigues, Máyla Golin. IV. Silva, Normandes Matos da (Prefácio). V. Título.

CDD 621.3678

Índice para catálogo sistemático

I. Sensoriamento remoto

CONSELHO EDITORIAL

Adilson Tadeu Basquerote – Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Alexander Josef Sá Tobias da Costa – Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará
Aryane de Azevedo Pinheiro – Universidade Federal do Ceará
Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará
Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Bruno Ferreira – Universidade Federal da Bahia
Caio Augusto Martins Aires – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe
Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista
Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande
Carlos Augusto Trojaneir – Prefeitura de Venâncio Aires
Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas
Caroline Barbosa Vieira – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
Christiano Henrique Rezende – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará
Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Dandara Scarlet Sousa Gomes Bacelar – Universidade Federal do Piauí
Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande
Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba
Denilson Paulo Souza dos Santos – Universidade Estadual Paulista
Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais
Dinara das Graças Carvalho Costa – Universidade Estadual da Paraíba
Diogo Lopes de Oliveira – Universidade Federal de Campina Grande
Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano
Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará
Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador
Fábio Ronaldo da Silva – Universidade do Estado da Bahia
Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Fredson Pereira da Silva – Universidade Estadual do Ceará
Gabriel Gomes de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará
Givanildo de Oliveira Santos – Instituto Brasileiro de Educação e Cultura
Glécia Morgana da Silva Marinho – Pontifícia Universidad Católica Argentina Santa Maria de Buenos Aires (UCA)
Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Hugo José Coelho Corrêa de Azevedo – Fundação Oswaldo Cruz
Igor Lima Soares – Universidade Federal do Ceará
Isabel Fontgalland – Universidade Federal de Campina Grande
Isane Vera Karsburg – Universidade do Estado de Mato Grosso
Israel Gondres Torné – Universidade do Estado do Amazonas
Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará
Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas
João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina
João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas
João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo
Joilson Silva de Sousa – Universidade Regional do Cariri
José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife
Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará

Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis
Katia Fernanda Alves Moreira – Universidade Federal de Rondônia
Laís Portugal Rios da Costa Pereira – Universidade Federal de São Carlos
Laíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador
Lara Luiza Oliveira Amaral – Universidade Estadual de Campinas
Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará
Lisiane Silva das Neves – Universidade Federal do Rio Grande
Lucas Araújo Ferreira – Universidade Federal do Pará
Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará
Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário
Luciana de Jesus Botelho Sodrê dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão
Luís Miguel Silva Vieira – Universidade da Madeira
Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central
Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande
Marcelo Alves Pereira Eufrazio – Centro Universitário Unifacisa
Marcelo Henrique Torres de Medeiros – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará
Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz
Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia
Maria Carolina da Silva Costa – Universidade Federal do Piauí
Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Marina Magalhães de Moraes – Universidade Federal do Amazonas
Mário César de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia
Michele Antunes – Universidade Feevale
Michele Aparecida Cerqueira Rodrigues – Logos University International
Miguel Ysrrael Ramírez-Sánchez – Universidade Autónoma do Estado do México
Milena Roberta Freire da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais
Natan Galves Santana – Universidade Paranaense
Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso
Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Paula Milena Melo Casais – Universidade Federal da Bahia
Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão
Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos
Ramôn da Silva Santos – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Reângela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará
Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras
Regina Márcia Soares Cavalcante – Universidade Federal do Piauí
Renan Gustavo Pacheco Soares – Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns
Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Ricardo Leoni Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará
Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande
Rubia Katia Azevedo Montenegro – Universidade Estadual Vale do Acaraú
Sabrynna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais
Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará
Selma Maria da Silva Andrade – Universidade Norte do Paraná
Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia
Silvana Carloto Andres – Universidade Federal de Santa Maria
Silvio de Almeida Junior – Universidade de Franca
Tatiana Paschoalette R. Bachur – Universidade Estadual do Ceará | Centro Universitário Christus
Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Thiago Sebastião Reis Contarato – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Tiago Silveira Machado – Universidade de Pernambuco
Valvenarg Pereira da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso
Vinícius Queiroz Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba
Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras
Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology
Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande
Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima
William Roslindo Paranhos – Universidade Federal de Santa Catarina
Yáscara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz
Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande

SOBRE OS AUTORES

ALISSON ANDRÉ RIBEIRO

Engenheiro Ambiental - Dr. em Tecnologias Ambientais - Recursos Hídricos
LabGis - Laboratório de Geotecnologias para Aplicações Ambientais - FAENG –
UFMS

PEDRO IVO NEZZO CALADO

Engenheiro Ambiental - MSc em Recursos Naturais - Doutorando em Tecnologias
Ambientais - Recursos Hídricos
LabGis - Laboratório de Geotecnologias para Aplicações Ambientais - FAENG –
UFMS

MÁYRA GOLIN RODRIGUES

Engenheira Civil - MSc em Recursos Naturais
ARATER Consultoria Ambiental

RAFAEL COSTA MARIANO

Engenheiro Florestal - Pós Graduação em Perícias e Meio Ambiente e em Gestão e
Manejo Ambiental em Sistemas
ARATER Consultoria Ambiental

ANTONIO CONCEIÇÃO PARANHOS FILHO

Geólogo - Dr. em Geologia Ambiental - Livre Docente
LabGis - Laboratório de Geotecnologias para Aplicações Ambientais - FAENG –
UFMS

PREFÁCIO

Os autores Alisson André Ribeiro, Pedro Ivo Nezzo Calado, Máyra Golin Rodrigues, Rafael Costa Mariano e Antonio Conceição Paranhos Filho reúnem diversas formações acadêmicas e experiências singulares, para explicar, em linguagem didática, intricados temas pertinentes à Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia Florestal, Geologia, Recursos Hídricos, Ciências Ambientais e Geotecnologias. Parte dessa equipe está vinculada ao Laboratório de Geotecnologias para Aplicações Ambientais da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Outros autores trazem a experiência adquirida na consultoria e nos trabalhos ambientais desenvolvidos em campo. Juntos, propuseram-se a uma empreitada tão necessária quanto desafiadora: ensinar o leitor a reconhecer, nas imagens de sensores remotos, as evidências que demonstram a presença das áreas úmidas continentais. Para organizar esse belo mosaico de cores, texturas, formas, datas e respostas espectrais, foi preciso unir conhecimento científico, experiência profissional e muitas horas de observação da paisagem. Nada mais justo, portanto, que uma equipe com saberes tão complementares assumisse esse desafio.

Saber que as áreas úmidas ocupam uma posição singular na paisagem não é novidade. Também não é novidade reconhecer que sua delimitação nem sempre é uma tarefa simples. Vistas do espaço, elas podem ser confundidas com campos, pastagens, solos escuros, áreas agrícolas, corpos aquosos ou mesmo cicatrizes deixadas pelo fogo. Uma tonalidade que parece indicar umidade pode, em outro contexto, corresponder a uma lavoura irrigada. Uma mancha escura pode representar um banhado, mas também pode revelar uma área recentemente queimada. Como distinguir essas coberturas? Como ensinar um algoritmo a reconhecer diferenças que, algumas vezes, desafiam até mesmo o olhar humano? O primeiro passo é

compreender que uma imagem orbital não é apenas uma fotografia da superfície terrestre. Ela é um registro físico da maneira como cada alvo interage com a energia eletromagnética.

O código para decifrar essa paisagem está nas respostas espectrais, mas sua leitura exige atenção. Cada pixel guarda uma pequena parcela da história daquele lugar. Entretanto, um pixel isolado raramente conta toda a verdade. É necessário observar a sua cor, textura, forma, posição no relevo e sua relação com os elementos que o cercam. Também é preciso considerar a estação do ano, a umidade do solo, a fenologia da vegetação, a ocorrência de chuvas, incêndios ou as atividades antrópicas. As imagens obtidas em diferentes datas funcionam como páginas sucessivas de um mesmo diário da natureza. Ao reuni-las, conseguimos perceber o que permanece, o que se transforma e o que desaparece ao longo do tempo.

A obra que chega às suas mãos oferece instrumentos para essa leitura. Os autores apresentam 16 chaves de interpretação da cobertura do solo, construídas principalmente a partir de imagens da família Landsat e complementadas com dados dos sensores Sentinel-2, CBERS-4A e outras fontes de informação espacial. São apresentadas respostas associadas a solos avermelhados expostos, formações florestais, cerrados, campos, pastagens, afloramentos, áreas queimadas, solos escuros, lagoas, rios e, finalmente, às áreas úmidas continentais. Essas classes não constituem apenas uma coleção de cores. Elas formam uma espécie de alfabeto da paisagem. Quando o leitor aprende a reconhecer suas letras, torna-se capaz de interpretar palavras, frases e, gradualmente, a narrativa espacial registrada nas imagens.

O guia também demonstra que não existe uma única composição colorida capaz de responder a todas as perguntas. As combinações entre as bandas do infravermelho próximo, infravermelho de ondas curtas, vermelho e verde revelam diferentes características da superfície. Em determinadas situações, uma composição realça a

vegetação; em outras, evidencia a umidade, o substrato ou as áreas atingidas pelo fogo. O índice de vegetação por diferença normalizada, conhecido como NDVI, acrescenta uma nova camada de informação. Os modelos digitais de elevação auxiliam na compreensão do relevo, enquanto as fotografias de campo aproximam aquilo que os sensores registram daquilo que nossos olhos reconhecem no terreno. As comparações entre Landsat, Sentinel-2, CBERS-4A e imagens de maior resolução mostram ainda que cada sensor possui possibilidades e limitações próprias. Assim como diferentes tipos de câmeras fotográficas, algumas revelam melhor os detalhes espaciais, enquanto outras oferecem maior riqueza espectral ou uma série histórica mais extensa.

Os autores não apresentam a tecnologia como substituta da experiência. Ao contrário, reforçam que a escolha adequada das imagens, o conhecimento da área estudada, o apoio de campo e a análise do contexto continuam sendo fundamentais. Produtos automatizados podem acelerar o processamento, calcular índices e classificar milhares de pixels em poucos minutos. Mas, cabe ao pesquisador avaliar se os resultados fazem sentido. Afinal, de que vale um mapa tecnicamente bem processado se suas classes não representam a realidade encontrada no terreno? A tecnologia amplia nossa capacidade de observar, mas a responsabilidade de interpretar permanece humana.

Este livro não se limita à identificação de uma classe de cobertura do solo. Ele oferece fundamentos para a fotointerpretação, para a seleção de áreas de treinamento e para a utilização mais criteriosa de classificadores supervisionados. As imagens da estação seca ajudam a aumentar o contraste entre determinadas fitofisionomias, enquanto as séries temporais permitem acompanhar regimes de inundação, ciclos agrícolas e cicatrizes de incêndios. Imagens obtidas por aeronaves remotamente pilotadas, registros panorâmicos, índices espectrais e aplicativos com dados de alta resolução aparecem como fontes

complementares. Pouco a pouco, as diferentes informações se encaixam, como peças de um quebra-cabeça, até que a paisagem se torne mais compreensível.

Enfim, os autores fortalecem a importância de se conhecer a “linguagem” das imagens para compreender a realidade ambiental que elas representam. Nessa caminhada, o conhecimento científico anda lado a lado com a experiência de campo, a memória da paisagem e a capacidade humana de observar. Os satélites nos oferecem uma visão privilegiada da Terra, mas é o olhar atento do intérprete que transforma imagens em informação e informação em conhecimento. Ao aprendermos a reconhecer as áreas úmidas continentais, também aprendemos a enxergar com maior cuidado os ambientes que, muitas vezes silenciosamente, permanecem inscritos entre a terra e a água.

Caro(a) leitor(a), tenha uma proveitosa e prazerosa leitura.

Normandes Matos da Silva

Universidade Federal de Rondonópolis

SUMÁRIO

Introdução	12
Imagens de Sensores Orbitais.....	12
Áreas de treinamento	12
Classe 1: Lat1	14
Classe 2: Lat2	16
Classe 3: For1.....	18
Classe 4: For2	20
Classe 5: Cv	22
Classe 6: Cel - azul celeste.....	23
Classe 7: Rif - Refletantes.....	25
Classe 8: Ver1 - Verde 1.....	27
Classe 9: Ver2 - Verde 2.....	28
Classe 10: Sujo - Campo "sujo"	30
Classe 11: Br - Área Queimada	31
Classe 12: Pv - Campos Verdes.....	35
Classe 13: Org - Solos "Orgânicos"	36
Classe 14: Lag	38
Classe 15: Fiu	38
Classe 16: Umi - Áreas úmidas.....	39
Recomendações Finais.....	47
Agradecimentos.....	48
Referências Bibliográficas	49

INTRODUÇÃO

Áreas úmidas continentais em imagens de sensores remotos são peculiares e podem ser confundidas com outros tipos de cobertura dos solos. Assim este guia aponta os principais aspectos na identificação desse tipo de cobertura do solo em imagens orbitais e sua distinção para outros tipos de cobertura.

Assim, o presente guia fornece subsídios para o reconhecimento de áreas úmidas continentais por fotointerpretação e para treinamento de áreas de interesse em classificadores automáticos, em especial os supervisionados.

IMAGENS DE SENSORES ORBITAIS

Devido à sua série histórica disponível (temos imagens Landsat desde os anos 1970's), além de sua radiometria consagrada e confiável, utilizaremos principalmente imagens Landsat nos exemplos a serem apresentados (sensores TM e OLI). Mas outras imagens de sensores remotos podem ser utilizadas pelos usuários deste guia, basta que para isso se usem as mesmas bandas e composições apresentadas nos exemplos demonstrados aqui. Apresentamos também alguns exemplos com imagens Sentinel-2, mas existem ainda outros sensores que podem ser explorados.

Além disso o apoio de campo, ou mesmo de outras fontes de dados complementares e o uso de séries temporais é importante. Exemplos disso também estão presentes nesse guia.

ÁREAS DE TREINAMENTO

Embora o foco aqui sejam as áreas úmidas continentais, além dessas, as respostas espectrais de outros tipos de cobertura dos solos serão úteis na diferenciação entre essas e as áreas úmidas. Além disso, compreender os tipos de cobertura do solo que contornam as áreas úmidas é importante para contextualizá-las e, assim, melhor identificá-las.

Parte do material de cobertura dos solos aqui apresentado foi originalmente desenvolvido por Paranhos Filho (2000), mas outras referências complementares podem e devem ser consultadas como material de apoio na tomada de decisões (como Paranhos Filho *et al.*, 2006 ou Paranhos Filho *et al.*, 2021, sendo que esse último tem o referencial teórico para aplicações ambientais de geotecnologias). Também podem ser úteis ainda dois outros tutoriais: um de identificação de áreas de incêndios florestais: Viana *et al.* (2023), as quais podem ser confundidas com área úmidas; além de um outro tutorial para a geração de cartas de cobertura

vegetal utilizando NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada): Dualibi *et al.* (2022). Os dados bibliográficos completos desses trabalhos e os *links* para acesso encontram-se nas referências bibliográficas.

Recomenda-se o uso de imagens da estação seca, pois isso aumenta o contraste, a diferença, entre as fitofisionomias presentes na imagem. Mas o uso de imagens de diferentes datas e estações do ano é informação complementar importante para avaliação de regime de cheias ou na identificação de áreas agrícolas ou ainda de incêndios.

Deve-se ainda ser considerado que cada imagem de satélite é única, embora tenham muito em comum, cada cena capturada está sujeita a interferências, como a atmosférica, por exemplo. Além disso a fenologia da cobertura vegetal varia muito ao longo do ano, principalmente em função da precipitação e das características da estação de cada ano. Assim é importante tomar tempo da escolha de imagens adequadas e considerar que cada cena é diferente uma das outras. Isso explica porque produtos automatizáveis como o georreferenciamentos da imagem ou o NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada) e outros já podem ser obtidos prontos. Mas produtos mais refinados, com mais detalhes, em especial sobre a cobertura do solo da imagem ainda exigem atenção e esmero do usuário.

Nesse guia são apresentadas principalmente as composições falsa-cor (FCC) em RGB (composição de três canais: vermelho, verde e azul), baseadas no sensor TM em: 4 (NIR - infravermelho próximo), 5 (SWIR 1 - infravermelho médio) e 3 (RED - vermelho) ou ainda 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 7 (SWIR 2 - infravermelho distante), mas a experiência do usuário pode modelar isso em outras composições falsa-cor e mesmo utilizando essas bandas espectrais de outros sensores (mais informações na Tabela 1).

Tabela 1: comparativo das principais bandas espectrais dos sensores remotos utilizados nesse guia.

Banda TM - Landsat	Banda OLI - Landsat	Banda MSI - Sentinel 2	Intervalo Espectral	Resolução Espacial*
2	3	3	Verde - GREEN	30m Landsat 10m Sentinel 2
3	4	4	Vermelho - RED	30m Landsat 10m Sentinel 2
4	5	8	Infravermelho Próximo - NIR	30m Landsat 10m Sentinel 2
5	6	11	Infravermelho Médio - SWIR 1	30m Landsat 20m Sentinel 2
7	7	12	Infravermelho Distante - SWIR 2	30m Landsat 20m Sentinel 2

* através de realce espacial (também conhecido como fusão de bandas), utilizando-se a banda pancromática dos sensores ETM+ (Landsat 7) e OLI (Landsat 8 e 9), é possível se obter imagens Landsat com 15 metros de resolução espacial.

Assim são apresentadas ainda nesse capítulo 16 chaves de interpretação, para a identificação da cobertura do solo de áreas no Cerrado, baseadas na Família Landsat, sensores Landsat TM, OLI e OLI-2, além de exemplos com o sensor MSI do Sentinel-2, chaves essas obtidas com apoio de levantamento de campo e que podem ser utilizadas tanto em fotointerpretação (classificação manual), como no treinamento de classificadores automáticos.

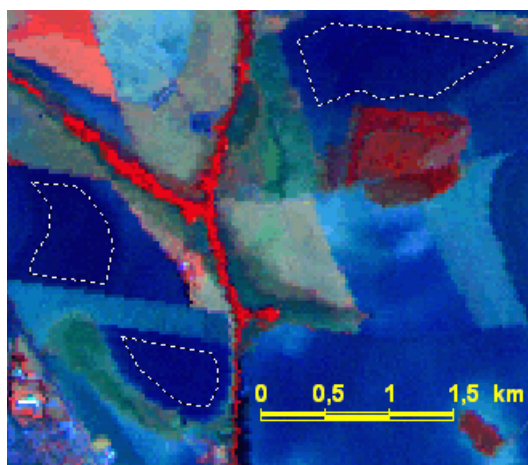
No tocante a elaboração de produtos sobre o Uso da Terra, o Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (IBGE, 2013) é referência interessante para consulta de quem pretende se aprofundar no tema. Os trabalhos iniciais do IBGE tiveram como referencial teórico o mapeamento do uso do solo durante o projeto CORINE (“Coordination on Environment”) europeu e iniciado do final dos anos 1980 (CORINE, 2022; nessa referência, com a atualização para 2025, veja as referências bibliográficas completas, no final desse guia, no capítulo com a bibliografia).

A classes são apresentadas a seguir, principalmente com o uso de Landsat TM RGB 457 (OLI e OLI-2 em RGB 567), possuem menor interferência atmosférica, mas não permitem a identificação de todas as classes de áreas de treinamento, por exemplo, áreas de solos escuros (com um horizonte superficial orgânico), comuns em área úmidas e fundos de vale, serão melhor identificadas usando-se TM RGB 453 (OLI e OLI-2 em RGB 564). O uso de outras combinações falsa-cor e séries temporais, como explicado à frente, também é importante na individualização de áreas úmidas. Em alguns casos, o uso de imagens multitemporais, séries históricas, auxiliam na identificação e individualização de algumas classes.

CLASSE 1: LAT1

Apresenta-se aqui a primeira resposta em composições falsa-cor para terrenos avermelhados arados, ou com o solo exposto. Não somente para latossolos ou solos laterizados, mas para solos de coloração avermelhada no visível e em controle de campo, são comuns em zonas agrícolas, a textura da imagem e a parcelização das áreas ajuda a compreendê-la como área agrícola (ver Figuras 1, 2, 5 e 6).

A resposta espectral é parecida com a Lat2, apresentada a seguir, mas no uso de classificadores automáticos é importante treinar o sistema com essas duas classes.



“A”: Exemplos das áreas de treinamento Lat1 (em tracejado claro na figura). Nesse caso um solo arado. Imagem Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), setembro de 1996 (INPE, 1996), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS (Paranhos Filho, 2000).

“B”: Outros exemplos das áreas de treinamento Lat1 (em tracejado claro na figura). Nesse caso um solo arado, onde pode se identificar ainda o terraceamento. Imagem Landsat 9 OLI-2, FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a TM: R4 G5 B3), em 11 de setembro de 2024 (USGS, 2024c), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS.

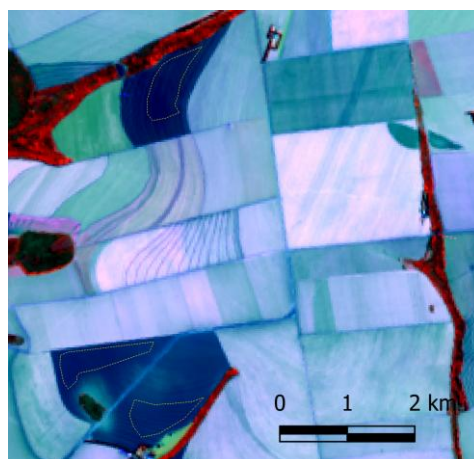
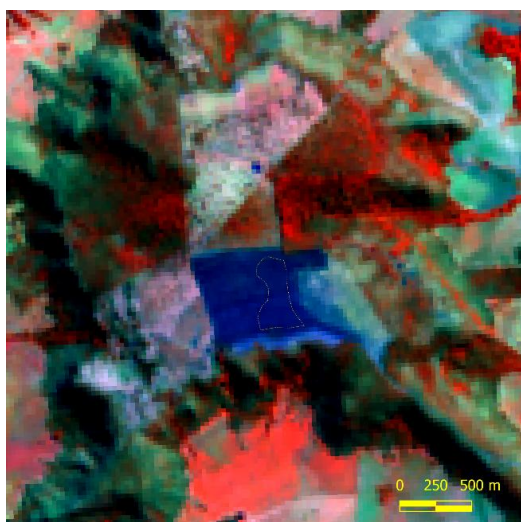
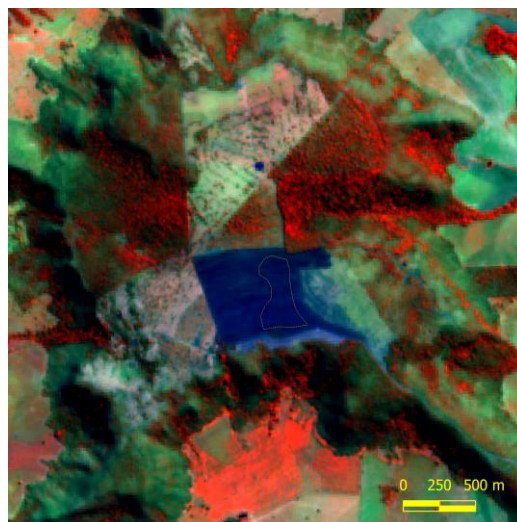


Figura 1: Exemplos das áreas de treinamento Lat1.



“A”: Landsat 9: área de treinamento Lat1 (em tracejado claro na figura). Nesse caso um solo arado. Imagem Landsat 9 OLI-2, FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente em TM: R4 G5 B3), 04 de setembro de 2025 (USGS, 2025c), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS.

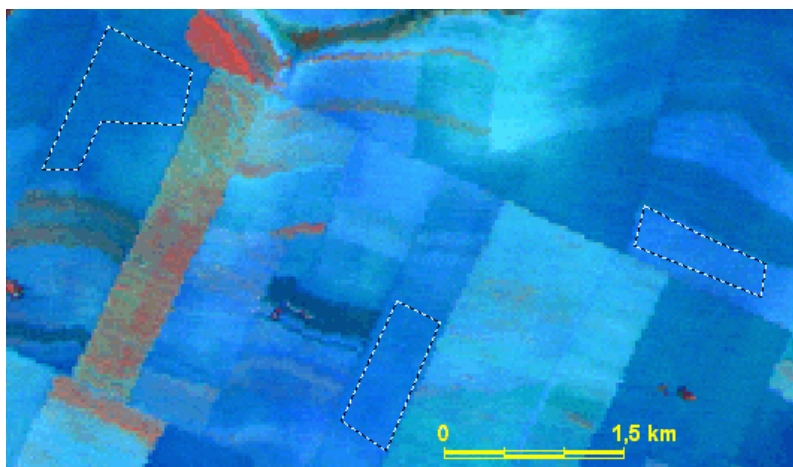


“B”: Sentinel 2: área de treinamento Lat1 (em tracejado claro na figura). Nesse caso um solo arado. Imagem Sentinel-2, FCC-RGB 8 (NIR), 11 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a TM: R4 G5 B3), 04 de setembro de 2025 (Copernicus, 2025a), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS.

Figura 2: Comparação entre imagens da mesma área, na mesma data, dos sensores Landsat (em “A”) e Sentinel (em “B”). Exemplos das áreas de treinamento Lat1.

CLASSE 2: LAT2

Segundo tipo de solos expostos avermelhados, análogos à Lat1, mas com resposta espectral diferente, típico a se considerar no caso do uso de classificadores automáticos, embora seja o mesmo tipo de classe de cobertura dos solos da classe "Lat1", possui uma resposta espectral diferente (azul mais claro nas composições de imagens em FCC TM RGB 453 - 4 (NIR – infravermelho próximo), 5 (SWIR 1 – infravermelho médio) e 3 (RED - vermelho) ou 457 - 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 7 (SWIR 2 - infravermelho distante). Ver Figuras 3, 4,5 e 6.



“A”: Exemplo de áreas de treinamento Lat2 (em tracejado claro na figura). Nesse caso um solo arado. Imagem Landsat TM, em FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), setembro de 1996 (INPE, 1996), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS (Paranhos Filho, 2000).

“B”: Exemplo de áreas de treinamento Lat2 (em tracejado claro na figura). Nesse caso um solo arado. Imagem Landsat 8 OLI em FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a TM R4 G5 B3), 11 de agosto de 2025 (USGS, 2025a), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS.

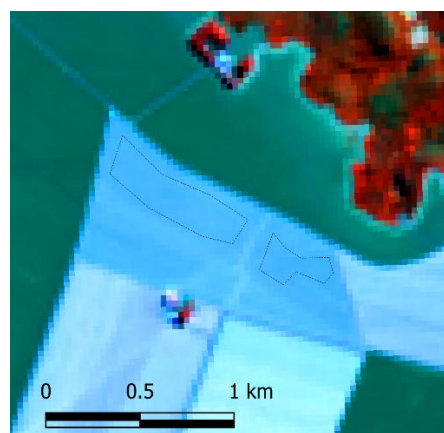
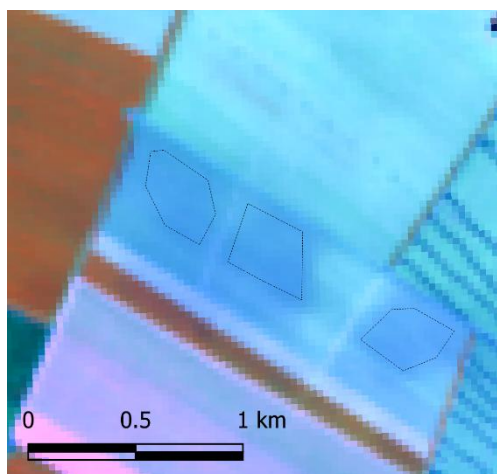
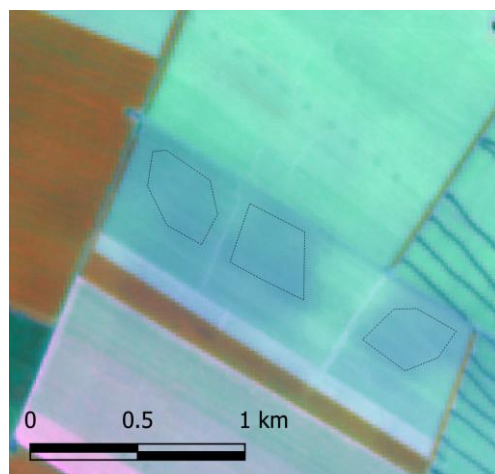


Figura 3: Exemplos das áreas de treinamento Lat2.



“A”: Landsat 9: área de treinamento Lat2 (em tracejado claro na figura). Nesse caso um solo arado. Imagem Landsat 9 OLI-2, FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a TM R4 G5 B3), 04 de setembro de 2025 (USGS, 2025c), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS.



“B”: Sentinel 2: área de treinamento Lat2 (em tracejado claro na figura). Nesse caso um solo arado. Imagem Sentinel-2, FCC-RGB 8 (NIR), 11 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a TM R4 G5 B3), 04 de setembro de 2025 (Copernicus, 2025a), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS.

Figura 4: Comparação entre imagens da mesma área, na mesma data, dos sensores Landsat (em “A”) e Sentinel (em “B”). Exemplos das áreas de treinamento Lat2.

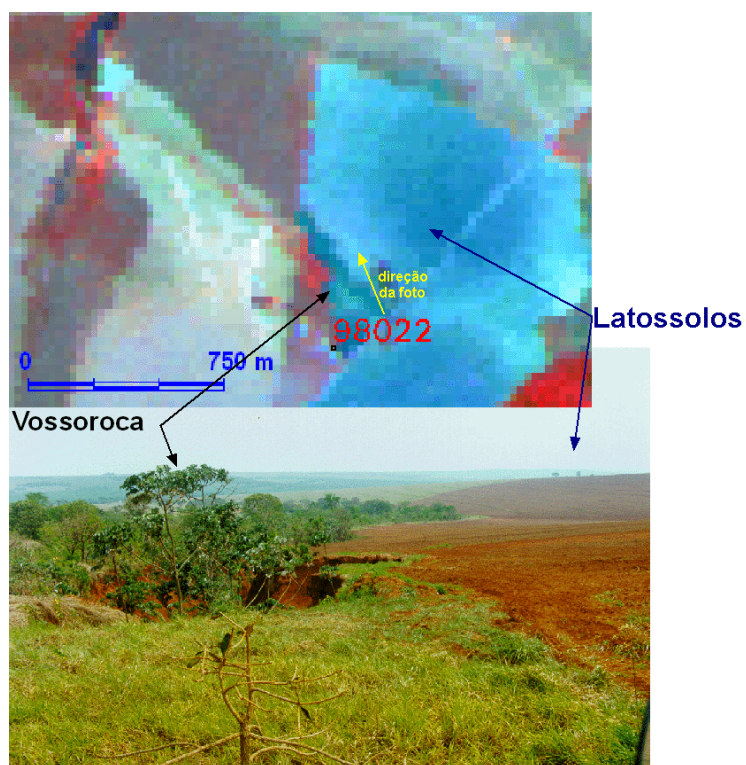


Figura 5: Exemplo de controle de campo mostrando as classes Lat em campo. A imagem reflete o mesmo local da fotografia. Imagem Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS. (Fotografia de campo de setembro de 1998) (Paranhos Filho, 2000).



Figura 6: Exemplo de controle de campo mostrando as classes Lat em campo. Área de lavoura próxima à Rochedo (29 de junho de 2026; estação úmida ainda).

As diferenças que aparecem nas tonalidades das respostas em azul nas composições falsa-cor mostradas nos exemplos tanto para a classe Lat1, como para Lat2, se referem a diferenças nos teores de umidade do solo e na sua textura (relação areia/argila). Deve-se sempre considerar a estação do ano de obtenção da imagem para a identificação desse tipo de cobertura do solo.

CLASSE 3: FOR1

Primeiro tipo de mata como cobertura dos solos. Nas composições FCC TM - RGB 453 e 457, quanto maior a intensidade de vermelho, maior a quantidade de fitomassa presente. Essa classe de área de treinamento normalmente corresponde a matas ciliares e matas de galeria e algumas matas “sempre verdes” (ver as figuras 7, 8, 9, 10, 13 e 14).

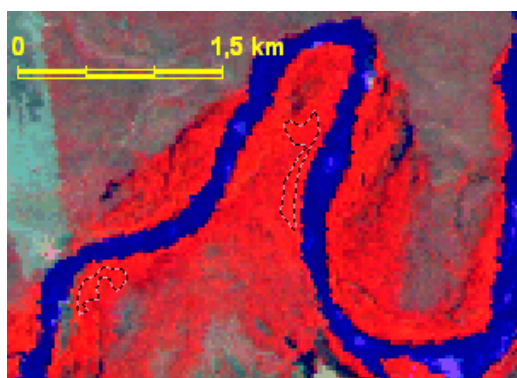
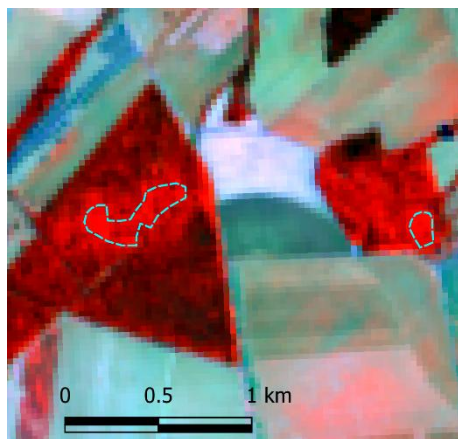
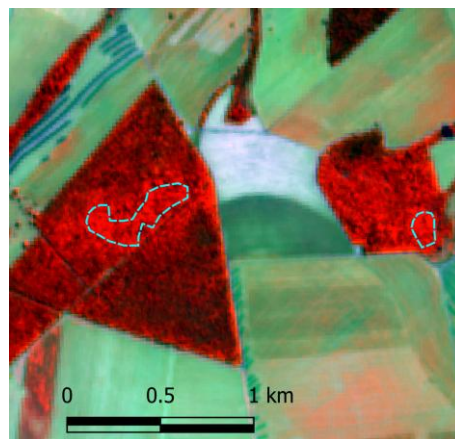


Figura 7: Classe For1 (em tracejado claro na figura). Uma mata ciliar, em vermelho-vivo na Imagem Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), setembro de 1996 (INPE, 1996). Rio Taquari, próximo à Coxim, MS (Paranhos Filho, 2000).

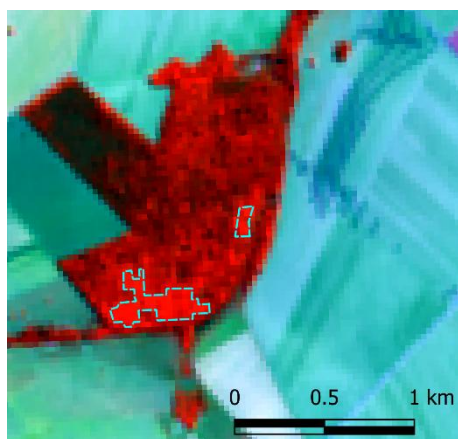


"A": Landsat 9: área de treinamento For1 (em tracejado claro na figura). Imagem Landsat 9 OLI-2, FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (TM R4 G5 B3), 04 de setembro de 2025 (USGS, 2025c), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS.

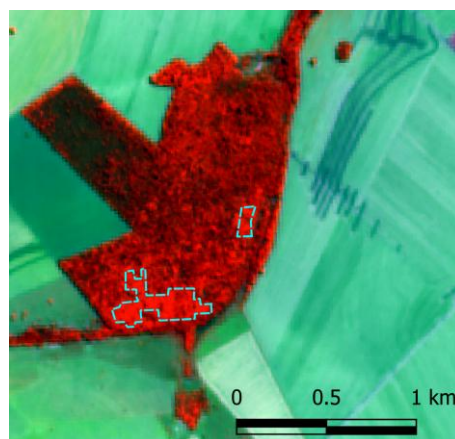


"B": Sentinel 2: área de treinamento For1 (em tracejado claro na figura). Imagem Sentinel-2, FCC-RGB 8 (NIR), 11 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a TM R4 G5 B3), 04 de setembro de 2025 (Copernicus, 2025a), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS.

Figura 8: Comparação entre imagens da mesma área, na mesma data, dos sensores Landsat (em "A") e Sentinel (em "B"). Exemplos das áreas de treinamento For1.



"A": Landsat 9: área de treinamento For1 (em tracejado claro na figura). Imagem Landsat 9 OLI-2, FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (TM R4 G5 B3), 04 de setembro de 2025 (USGS, 2025c), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS.



"B": Sentinel 2: área de treinamento For1 (em tracejado claro na figura). Imagem Sentinel-2, FCC-RGB 8 (NIR), 11 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a TM R4 G5 B3), 04 de setembro de 2025 (Copernicus, 2025a), em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS.

Figura 9: Comparação entre imagens da mesma área, na mesma data, dos sensores Landsat (em "A") e Sentinel (em "B"). Exemplos das áreas de treinamento For1.

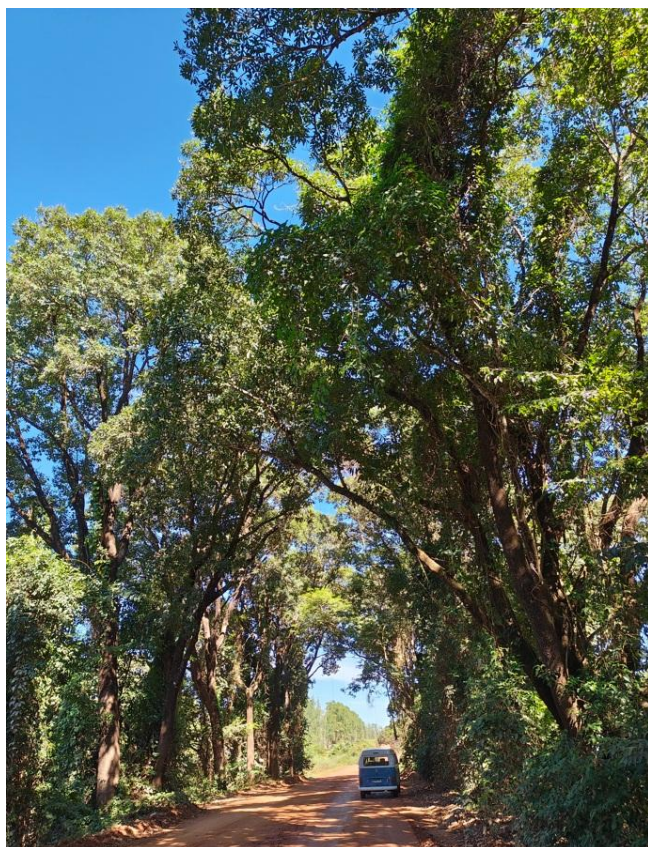


Figura 10: Em uma mata ciliar indivíduos arbóreos podem ultrapassar os 20m de altura. Região do Rio Negro, MS, em 29/04/2026 (estação úmida).

CLASSE 4: FOR2

Segundo tipo de classe para matas (ver figuras 11, 12, 13 e 14), trata-se de áreas de "cerradão" e outras matas menos densas que as ciliares da classe "For1". Deve-se cuidar com o contraste utilizado na imagem na identificação dessa classe.

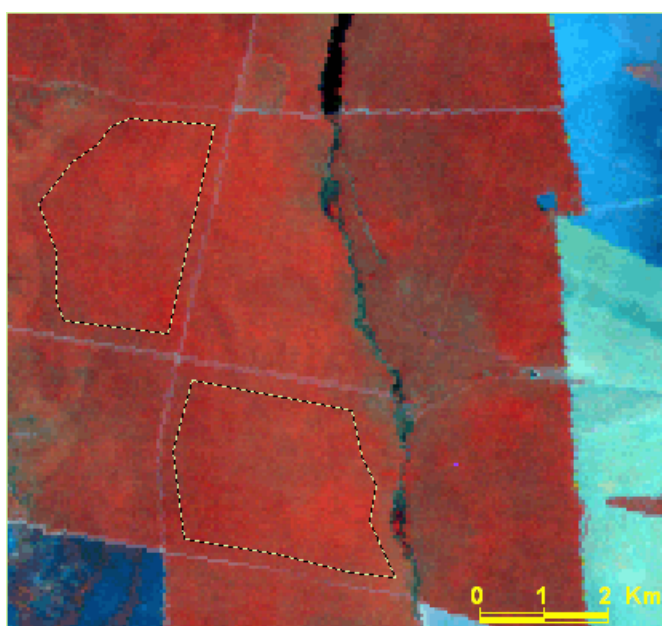
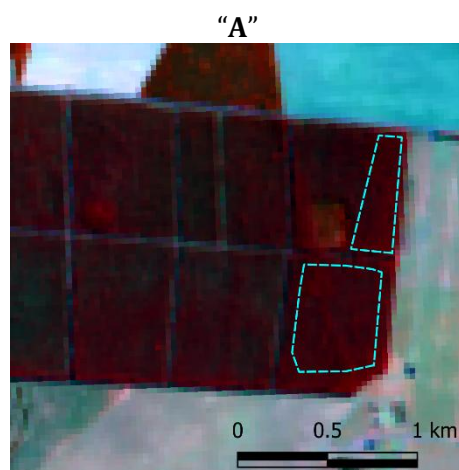
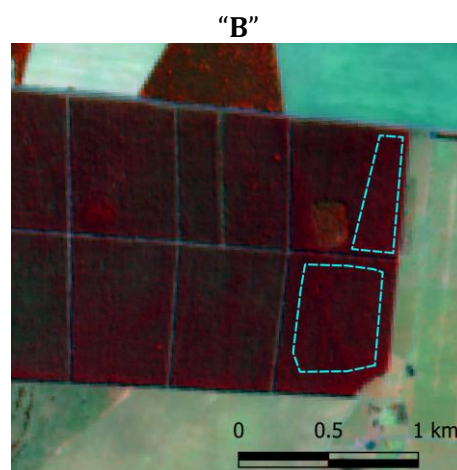


Figura 11: Área de treinamento da classe For2 (em tracejado claro na figura). Áreas de mata, em vermelho homogêneo em uma imagem Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996), em uma região próxima à Coxim, MS (Paranhos Filho, 2000).



(USGS, 2025c).



(Copernicus, 2025a).

Figura 12: Imagens da mesma área, na mesma data (04/09/2025), dos sensores Landsat 9 OLI-2 (FCC-R5 G6 B4 em “A”) e Sentinel-2 (FCC-R8 G11 B4 em “B”). Exemplos das áreas de treinamento For2. Nesse caso, se assemelham com áreas de florestamento.

Sugere-se o uso de matas ciliares densas para dar a referência para a classe FOR1 e assim as matas de vermelho menos intenso, mas densas e homogêneas serão da classe FOR 2 (nas figuras 8 e 9, no entorno das áreas indicadas como For1, há também áreas das classes For2 e Cv, essa última explicada a seguir, como próxima classe de cobertura dos solos).

Outro parâmetro que pode auxiliar na individualização e distinção entre as classes For 1 e For 2, e mesmo com a classe Pv, que é apresentada à frente, é a utilização de NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada), realizado por uma razão das bandas espectrais do vermelho e infravermelho próximo.

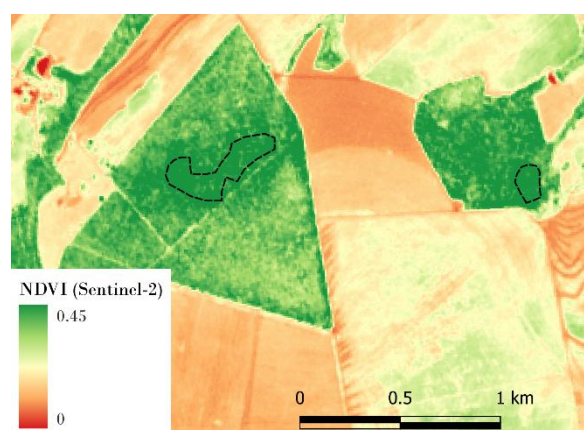
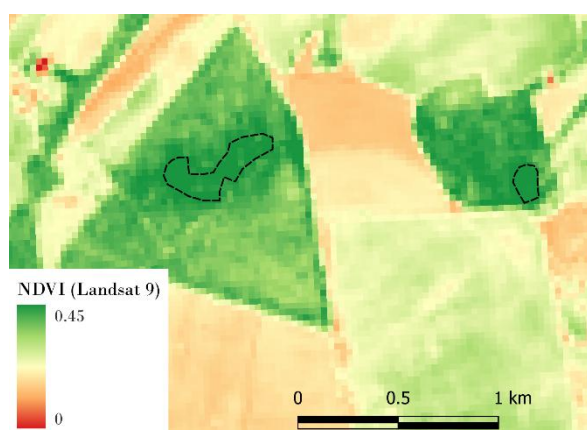


Figura 13: Exemplos das áreas de treinamento For1, em verde mais intenso e contínuo. Imagens de NDVI da mesma área da Figura 8 (de mesma data: 04/09/2025), gerada com as bandas do vermelho e infravermelho próximo dos sensores Landsat 9 OLI-2 (USGS, 2025c) e Sentinel-2 (Copernicus, 2025a).

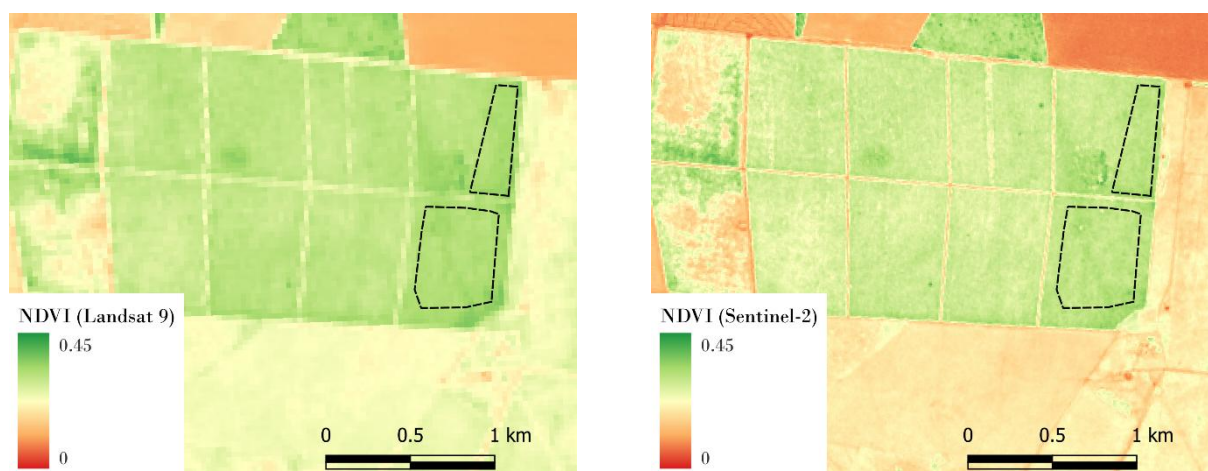


Figura 14: Exemplos das áreas de treinamento For2. Imagens de NDVI da mesma área da Figura 12 (de mesma data: 04/09/2025), gerada com as bandas do vermelho e infravermelho próximo dos sensores Landsat 9 OLI-2 (USGS, 2025c) e Sentinel-2 (Copernicus, 2025a).

CLASSE 5: CV

Vegetação Arbustiva-Arbórea - Esta classe de treinamento representa áreas de cerrado (ver figuras 15 e 16). Nas imagens, as áreas de treinamento de Cv têm uma resposta espectral mais como uma textura do que como uma cor única e uniforme sobre a imagem.

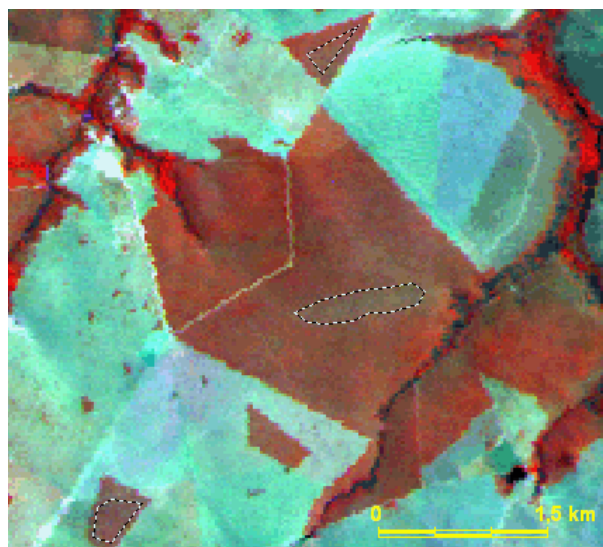
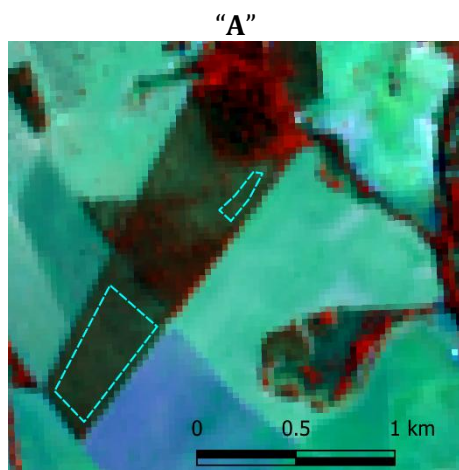
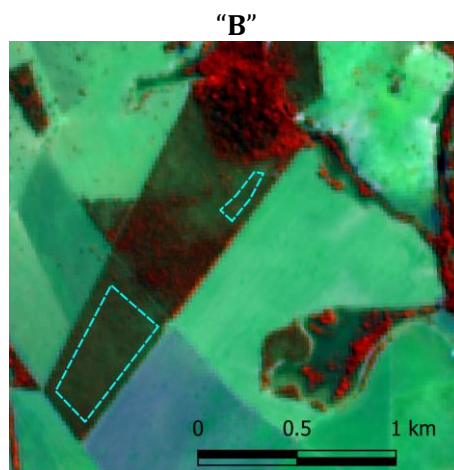


Figura 15: Exemplo de área de treinamento Cv - uma área de cerrado (em tracejado) em uma imagem Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996) (Paranhos Filho, 2000).



(USGS, 2025c).



(Copernicus, 2025a).

Figura 16: Exemplos das áreas de treinamento Cv. Imagens da mesma área, na mesma data (04/09/2025), dos sensores Landsat (em “A” - FCC-R5 G6 B4) e Sentinel (em “B” - FCC-R8 G11 B4).

CLASSE 6: CEL - AZUL CELESTE

Corresponde à área de campo baixo e seco, mas sem o substrato dominar a resposta espectral da imagem (Figura 17, 18, 19 e 20). Em imagens Landsat desta classe de treinamento (nas composições TM 457 ou 453), quanto mais a cor de resposta na FCC tender ao branco mais baixa será a vegetação e mais visível será o substrato.

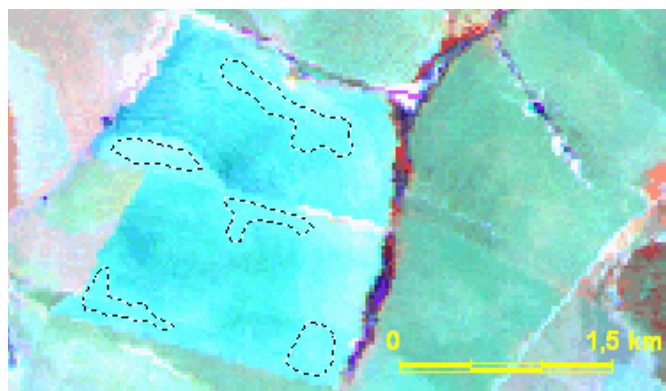


Figura 17: Exemplo de área de treinamento Cel (em tracejado), Landsat TM, em FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996) (Paranhos Filho, 2000).

Figura 18: Outro exemplo de área de treinamento Cel (em tracejado), Landsat OLI-2, em FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED), de 04 setembro de 2025 (USGS, 2025c).

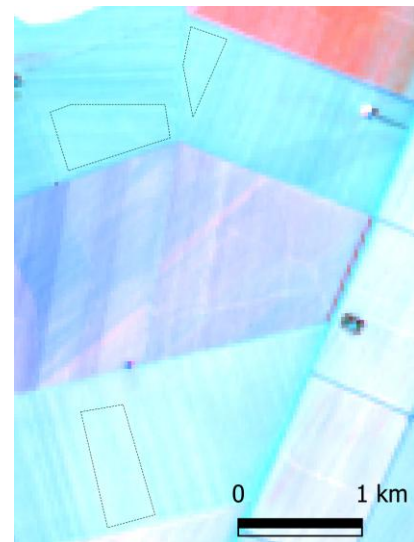


Figura 19: Pastagem que representa área de treinamento para a classe "Cel". Região de São Gabriel D'Oeste, setembro de 1998 (estação seca; Paranhos Filho, 2000).

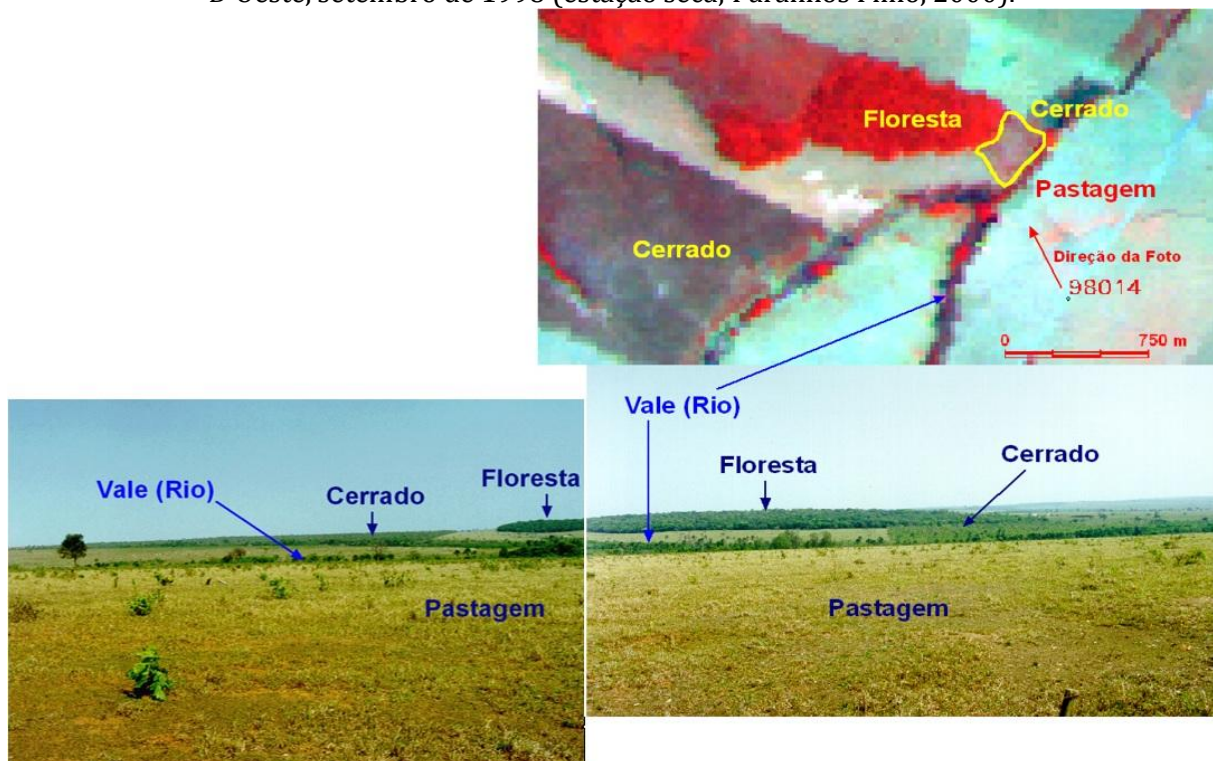


Figura 20: Áreas de treinamento em imagem e no campo (setembro de 1998, estação seca), para as classes "for" (matas), "cv" (cerrado) e "cel" (pastagem seca e baixa no primeiro plano da foto), as diferenças de altura e porte das diferentes fitofisionomias é mais facilmente observável nessa comparação. Imagem Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996). Em uma região próxima à São Gabriel D'Oeste, MS (Paranhos Filho, 2000).

Campos e pastagens podem refletir uma única tipologia de cobertura ou uso dos solos, mas no uso de classificadores automáticos é importante treinar o sistema com todas as classes presentes nesse guia.

CLASSE 7: RIF - REFLETANTES

Áreas com alta refletância em todas as bandas, por isso aparecem em cor branca nas composições FCC-RGB. Em geral são campos ou pastagens muito baixos, onde o substrato arenoso exposto domina a resposta espectral. Podem ainda equivaler a afloramentos de rocha e de solo arenoso (ver Figuras 21, 22, 23 e 24).

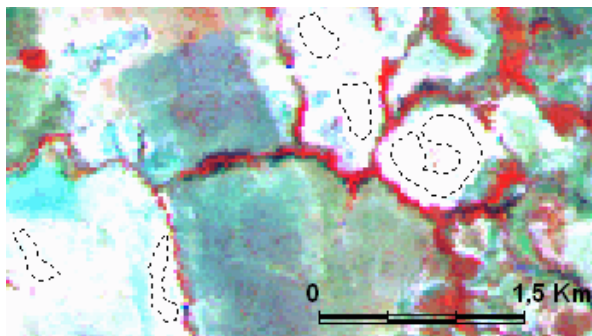


Figura 21: Exemplo de área de treinamento Rif (em tracejado), Landsat TM, em FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996). Em geral são campos ou pastagens muito baixos, onde o substrato arenoso domina a resposta espectral. Podem ainda equivaler a afloramentos de rocha e solo arenoso (Paranhos Filho, 2000).



Figura 22: Em primeiro plano áreas de afloramento do substrato, que irão aparecer nas imagens como a classe “Rif” (região da Serra da Bodoquena, foto de 17 de abril de 2026, estação úmida).

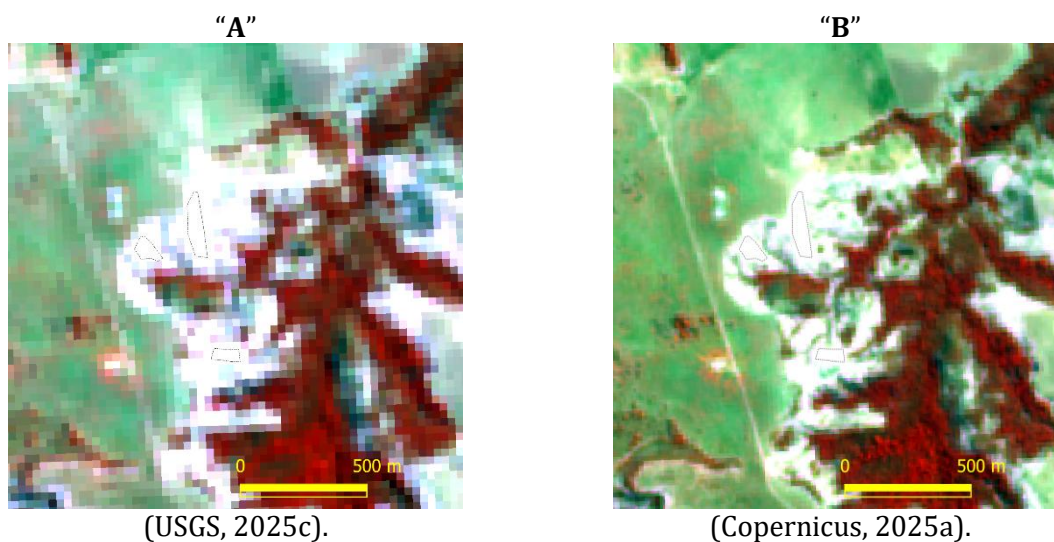


Figura 23: Exemplos das áreas de treinamento Cv. Imagens da mesma área, na mesma data (04/09/2025), dos sensores Landsat (em "A" - FCC-R5 G6 B4 em "A") e Sentinel (em "B" - FCC-R8 G11 B4).

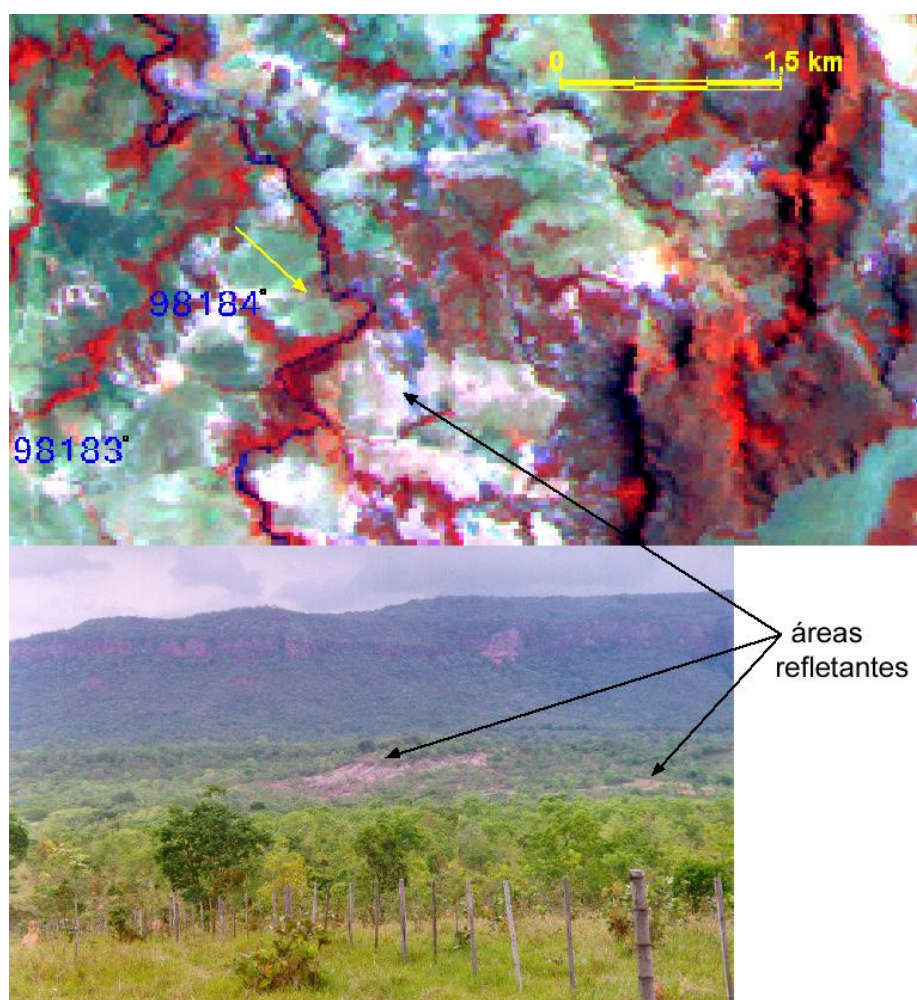


Figura 24: Comparação entre a imagem Landsat TM, composição FCC RGB 457 (NIR, SWIR1, SWIR2), de setembro de 1996 (INPE, 1996) e o mesmo local em campo (outubro de 1998; Paranhos Filho, 2000). Nesse caso, representam áreas de afloramento do substrato.

CLASSE 8: VER1 - VERDE 1

Um dos tipos de pastagens ou campos baixos, com resposta em verde claro (para as composições RGB TM FCC 453 e 457) (Figuras 25, 26, 27, 28 e 29).

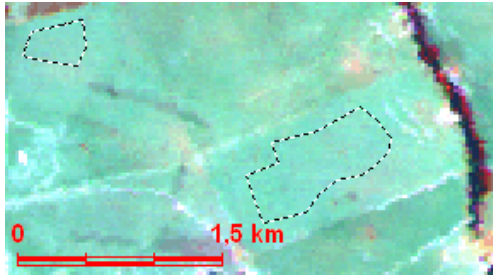


Figura 25: Exemplo de área de treinamento Ver1 (em tracejado), Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996). Em geral são campos ou pastagens (Paranhos Filho, 2000).

Figura 26: Outro exemplo de área de treinamento Ver1 (em tracejado), Landsat 9 OLI-2, em FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED)), de 04 setembro de 2025 (USGS, 2025c).

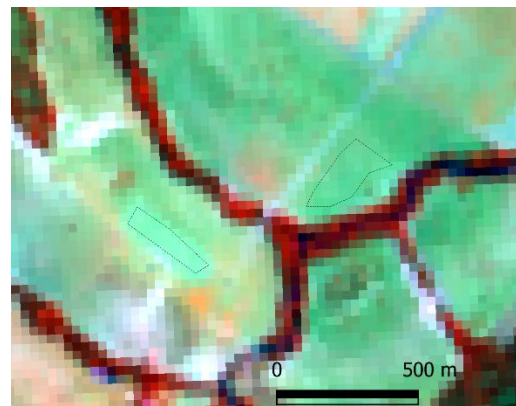


Figura 27: Uma área de pastagens ao norte de São Gabriel D'Oeste, MS (neste caso Brachiaria), que representa a classe de treinamento Ver1, setembro de 1996 (Paranhos Filho, 2000).



Figura 28: Pastagens, que também representam a classe de treinamento Ver1, setembro de 1996 (Pantanal do Taquari, Paranhos Filho, 2000).



Figura 29: No centro da foto pastagens na estação úmida (29/04/2026), que também representam a classe de treinamento Ver1, na região de Rochedo, MS.

CLASSE 9: VER2 - VERDE 2

Outro tipo de campo, com resposta espectral em verde escuro (para os FCC TM RGB 453 e 457). São campos e pastagens secos mais "altos" (mais de 40 cm de altura) que os da classe Ver1, podendo ocorrer a presença de arbustos secos (Figuras 30, 31, 32 e 33). É a mesma resposta para plantações de trigo secas, prontas para a colheita. Caberá ao fotointerprete analisar o contexto de onde está ocorrendo essa cobertura do solo para a sua análise, a posição do alvo investigado no relevo, por exemplo, ajuda a não confundir essa classe com a de áreas úmidas.

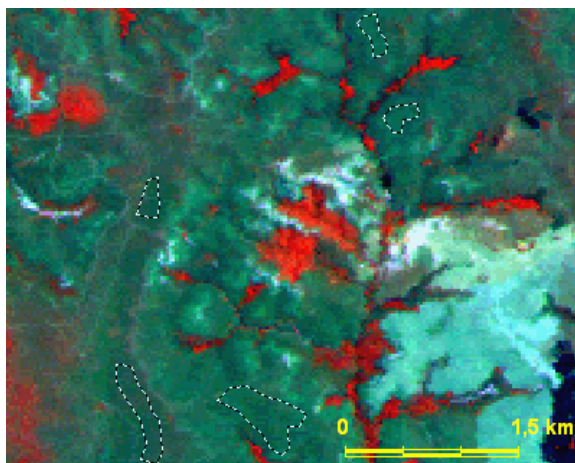


Figura 30: Exemplo de área de treinamento Ver2 (em tracejado), Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996). Em geral são campos ou pastagens (Paranhos Filho, 2000).

Figura 31: Outro exemplo de área de treinamento Ver2 (em tracejado), Landsat 9 OLI-2, em FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED)), de 04 setembro de 2025 (USGS, 2025c).

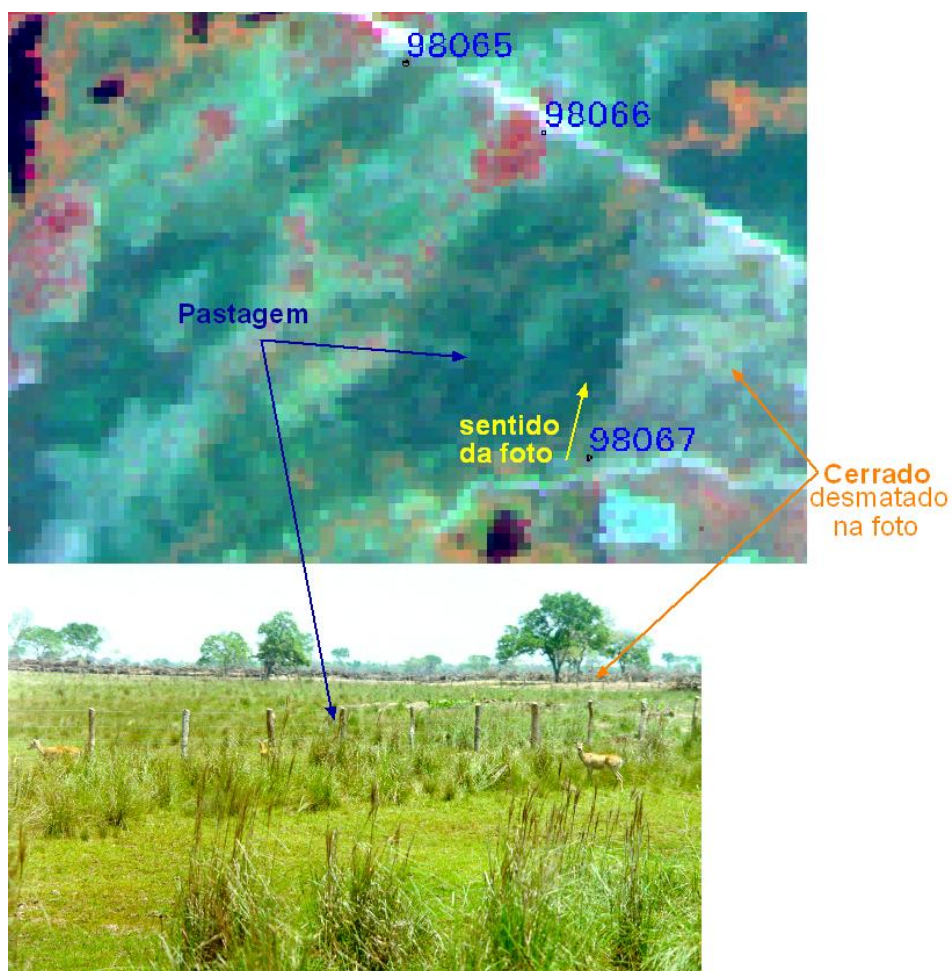
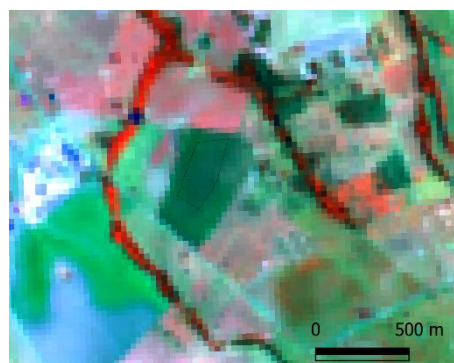


Figura 32: Área de treinamento com a classe Ver2 (em tracejado sobre a imagem), Landsat TM, FCC- RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996). Em geral são campos ou pastagens (Paranhos Filho, 2000).



Figura 33: No primeiro plano da fotografia, outra área da classe Ver2, pastagem “seca”, com cerca de 40cm de altura. Ao fundo ao pé da serra, um exemplo de área da classe “for2” (matas) (setembro de 1998; Paranhos Filho, 2000).

CLASSE 10: SUJO - CAMPO "SUJO"

Áreas de treinamento com campo "sujo", ou seja, campos e pastagens com vegetação arbustiva esparsa, isolada ou espécies pioneiras e “invasoras” de pequeno porte. Pode ainda refletir uma área sem o manejo adequado ou em recuperação (Figuras 34, 35, 36 e 37). Nas imagens, as áreas de treinamento de “Sujo” também têm uma resposta mais como uma textura do que como uma cor única e uniforme. Durante a fotointerpretação das imagens deve-se sempre analisar o contexto em que o alvo se encontra e, se for o caso, buscar informações complementares.

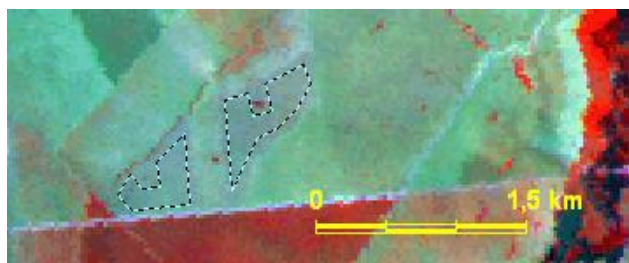


Figura 34: Exemplo de área de treinamento “sujo” (em tracejado), Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996). Em geral são campos ou pastagens com vegetação arbóreo-arbustiva ou árvores isoladas, ou ainda invasoras ou áreas em recuperação (Paranhos Filho, 2000).

Figura 35: Outro exemplo de área de treinamento Sujo (em tracejado), Landsat 9 OLI-2, em FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED), de 04 setembro de 2025 (USGS, 2025c).

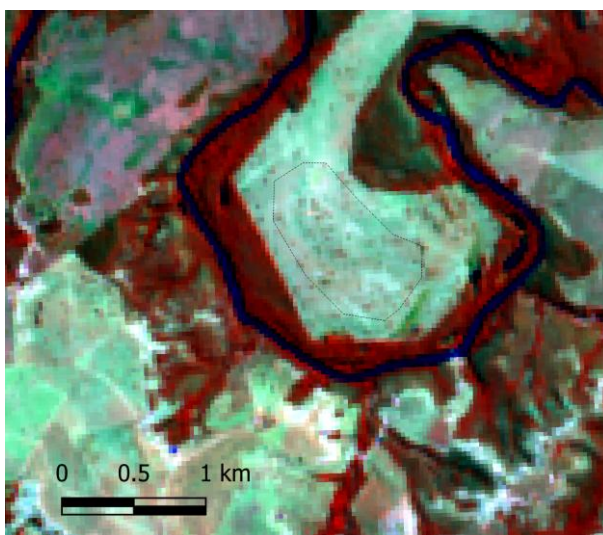


Figura 36: No primeiro plano da fotografia, um exemplo da classe “sujo”. Ao fundo ao pé do morro, um exemplo de área da classe “for2” (matas) (estação seca; setembro de 1998; Paranhos Filho, 2000).



Figura 37: No primeiro plano da fotografia, um exemplo da classe “sujo”. Ao fundo classe “cv” (um cerrado), região de Rio Verde do Mato Grosso, MS (estação seca; setembro de 1998; Paranhos Filho, 2000).

CLASSE 11: BR - ÁREA QUEIMADA

Classe de cobertura do solo para área de treinamento de área de incêndios ou queimadas (ver as figuras 38, 39, 40 e 41).

Esse tipo de área pode ser confundido com área úmidas. No item da classe “Umi”, área úmidas, à frente, são apresentados ainda mais critérios diagnósticos e de identificação desse tipo de classe.

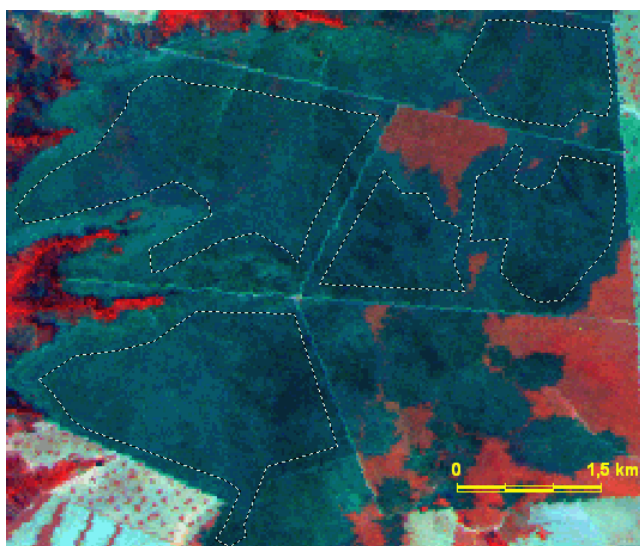


Figura 38: Exemplo de área de treinamento "Br" (em tracejado), corresponde a áreas de incêndios ou queimadas. Imagem Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996) (Paranhos Filho, 2000).

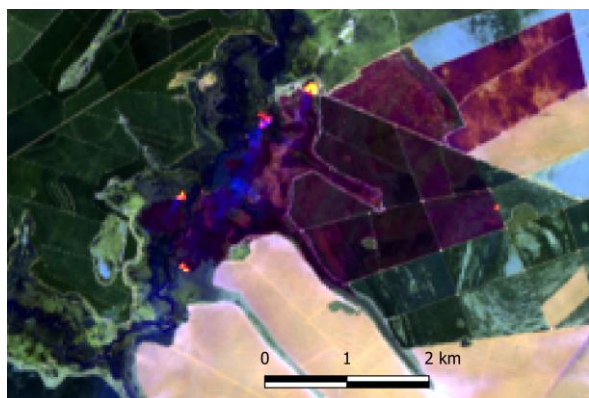


Imagem Landsat 8 OLI em FCC-RGB 7 (SWIR 2), 6 (SWIR 1) e 3 (GREEN) (TM 5: R7, G5, B2), de 11/09/2024 (USGS, 2024c).

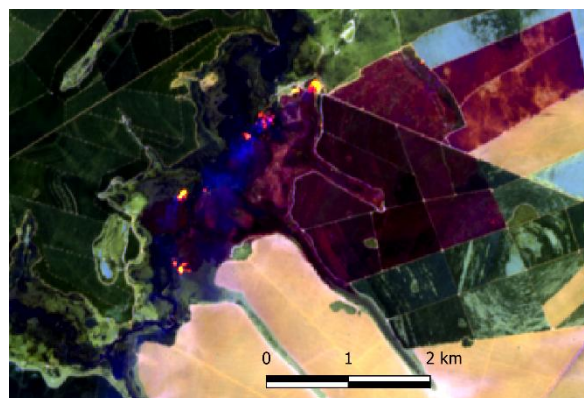
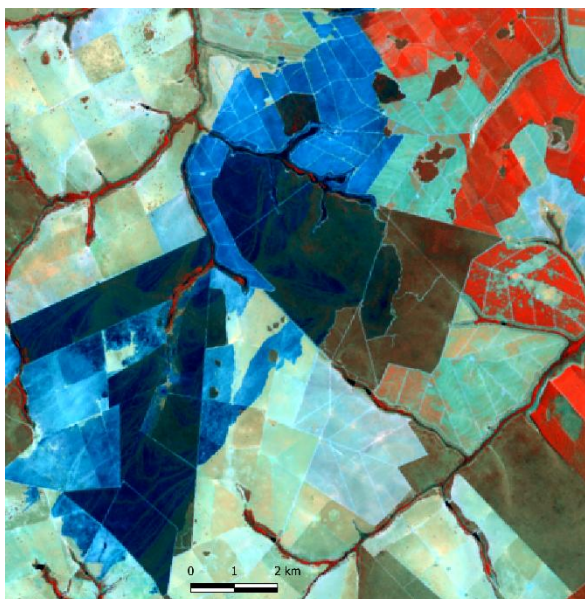


Imagem Sentinel-2 em FCC-RGB 12 (SWIR 2), 11 (SWIR 1) e 3 (GREEN) (equivalente a TM R7 G5 B2), de 11/09/2024 (Copernicus, 2024).

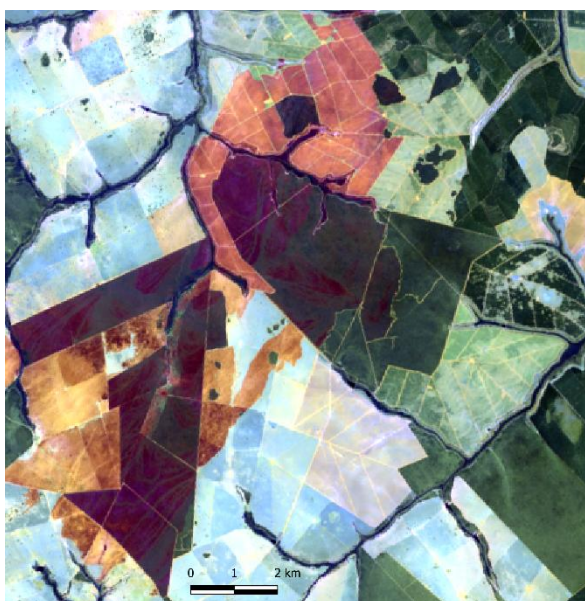
Figura 39: Área de incêndio florestal com frente de fogo ativa (são as manchas amarelas e laranjas que se destacam nas imagens, as diferenças entre essas imagens refletem a diferença no horário de passagem de cada sensor, mesmo que sejam de mesma data e mesma com posição falsa-cor. Em uma região próxima à Angélica, MS.



“A”: Imagem Falsa-Cor Landsat 8 OLI, FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 7 (SWIR 2) (TM 5: R4, G5, B7), de 11/09/2024 (USGS, 2024c).

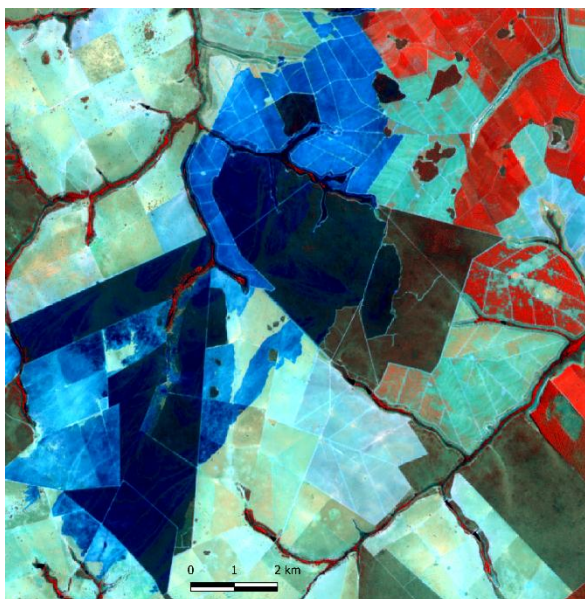


“B”: Imagem Falsa-Cor Landsat 8 OLI, FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (TM 5: R4, G5, B3), de 11/09/2024 (USGS, 2024c).



“C”: Imagem Falsa-Cor Landsat 8 OLI, FCC-RGB 7 (SWIR 2), 6 (SWIR 1) e 3 (GREEN) (TM 5: R7, G5, B2), de 11/09/2024 (USGS, 2024c).

Figura 40: Área de incêndio florestal em três composições falsa-cor diferentes com imagens Landsat 8. Em “A”, que usa somente o infravermelho, tem-se menor interferência atmosférica. Em “B” outra opção de composição. Em “C” é mais fácil perceber as áreas que foram queimadas (em tons de ocre/marrom). Em uma região próxima à Angélica, MS. Essa mesma área, na mesma data, amostrada pelo sensor Sentinel-2, está na próxima figura.



“A”: Sentinel 2: área de treinamento BR (em tracejado claro na figura). Imagem Sentinel-2, em FCC-RGB 8 (NIR), 11 (SWIR 1) e 12 (SWIR 2) (equivalente a TM R4 G5 B7), de 11 de setembro de 2024 (Copernicus, 2024).



“B”: Sentinel 2: área de treinamento BR (em tracejado claro na figura). Imagem Sentinel-2, em FCC-RGB 8 (NIR), 11 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a TM R4 G5 B3), de 11 de setembro de 2024 (Copernicus, 2024).



“C”: Sentinel 2: área de treinamento BR (em tracejado claro na figura). Imagem Sentinel-2, em FCC-RGB 12 (SWIR 2), 11 (SWIR 1) e 3 (GREEN) (equivalente a TM R7 G5 B2), de 11 de setembro de 2024 (Copernicus, 2024).

Figura 41: Área de incêndio florestal em três composições falsa-cor diferentes com imagens do sensor MSI, do Sentinel-2. Em “A”, que usa somente o infravermelho, tem-se menor interferência atmosférica. Em “B” outra opção de composição. Em “C” é mais fácil perceber as áreas que foram queimadas (em tons de ocre/marrom).

Em uma região próxima à Angélica, MS. Essa mesma área, na mesma data, amostrada pelo sensor Landsat, está na figura anterior.

Para auxiliar na melhor identificação dessa classe recomenda-se ainda consultar o guia de identificação de áreas de incêndios florestais de Viana *et al.* (2023 - os dados completos desse trabalho e o *link* de acesso encontram-se nas referências bibliográficas).

CLASSE 12: PV - CAMPOS VERDES

Em levantamento de campo, essa classe de área de treinamento possui uma vegetação de verde intenso, rico em clorofila e assim, por representar um campo mais "verde" (no visível), responde em alaranjado na composição Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED) (Figuras 42 e 43). Áreas agrícola possuem esse tipo de resposta no auge do plantio. Para evitar classificações equivocadas, a experiência do fotointérprete analisar o contexto de onde está ocorrendo essa cobertura do solo para a sua caracterização.

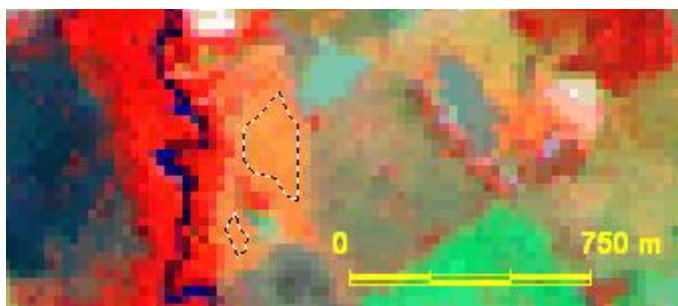
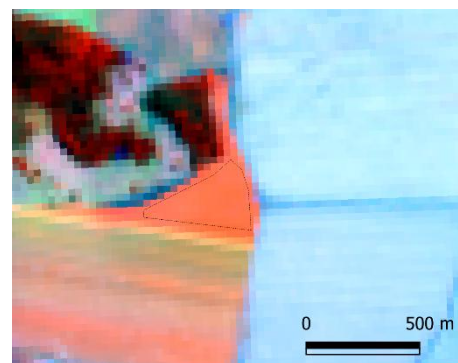


Figura 42: Exemplo de área de treinamento PV (em tracejado), Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996). Em geral são campos ou pastagens (Paranhos Filho, 2000).

Figura 43: Outro exemplo de área de treinamento Pv (em tracejado), Landsat OLI-2, em FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED), de 04 setembro de 2025 (USGS, 2025c).



Também para essa classe o uso de NDVI pode auxiliar na identificação dessa classe de cobertura do solo (Figuras 44 e 45).

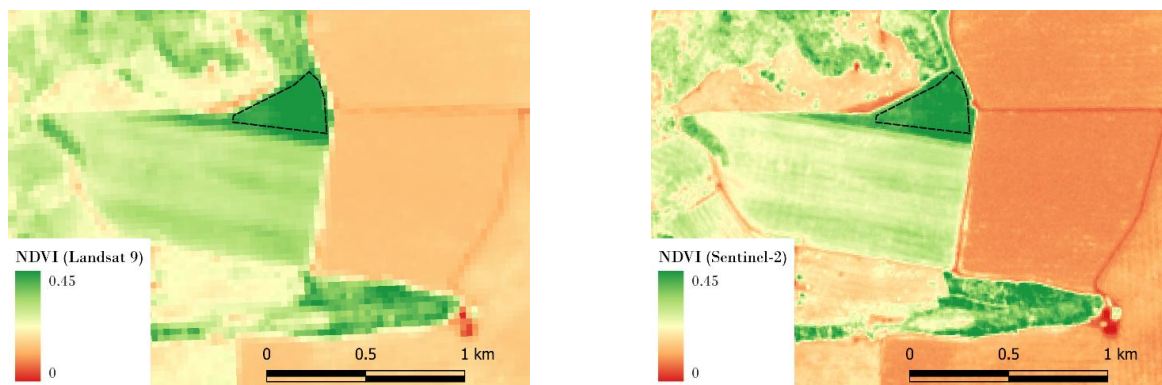
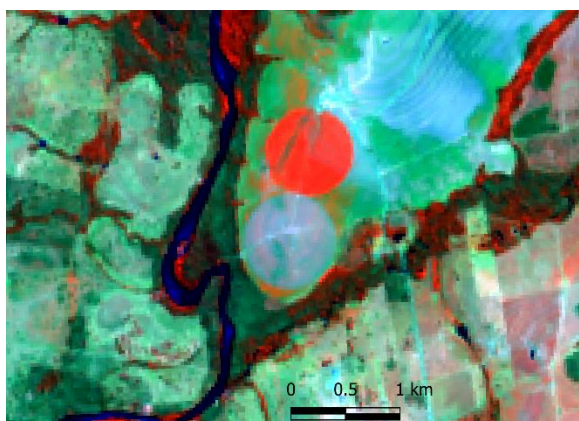
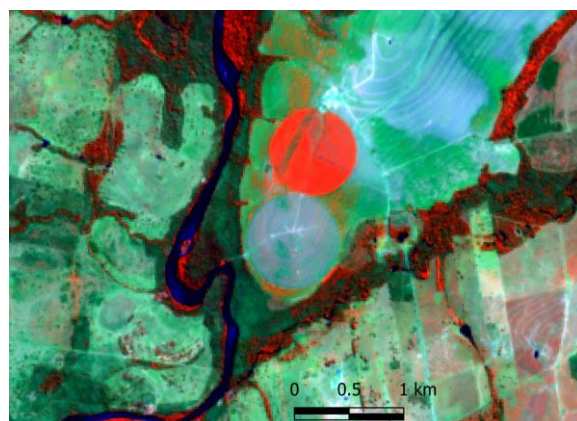


Figura 44: Exemplos das áreas de treinamento PV. Imagens de NDVI da mesma região da Figura 43 (de mesma data: 04/09/2025), geradas com as bandas do vermelho e infravermelho próximo dos sensores Landsat 9 OLI-2 (USGS, 2025c) e Sentinel-2 (Copernicus 2025a).



Landsat 9 OLI-2, em FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED), de 04/09/2025 (USGS, 2025c).



Sentinel-2 em FCC-RGB 8 (NIR), 11 (SWIR 1) e 4 (RED), de 04/09/2025 (Copernicus, 2025a).

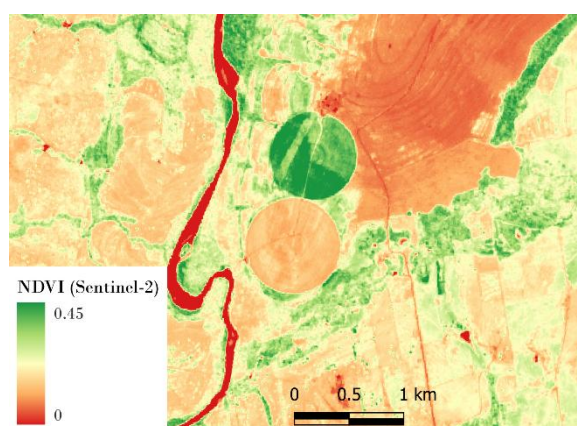
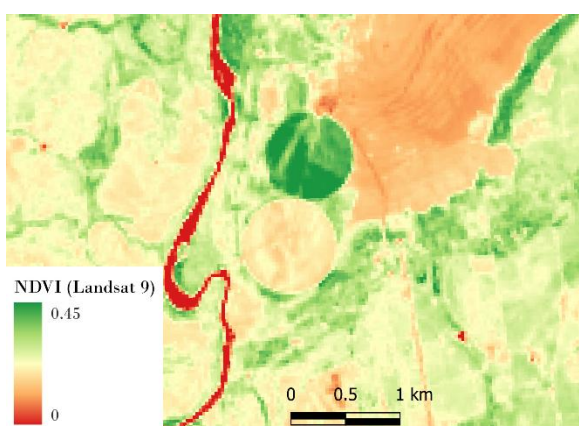


Figura 45: Exemplos de imagens de *pivots* de irrigação, os quais têm umidade durante o ano todo e assim sua vegetação pode estar rica em clorofila mesmo durante a estação seca (todas imagens são de mesma data: 04/09/2025), os NDVI foram gerados com as bandas do vermelho e infravermelho próximo dos sensores Landsat 9 OLI-2 e Sentinel-2 MSI.

CLASSE 13: ORG - SOLOS “ORGÂNICOS”

Essas áreas de treinamento apresentam a exposição de solos escuros, geralmente orgânicos, mas não só esses tipos de solos. Não raramente correspondem a área de plantio (ver Figuras 46, 47, 48 e 49). É importante notar que essa classe aparece somente em composições Landsat TM FCC RGB 453 ou equivalente (OLI/OLI-2 RGB 564).

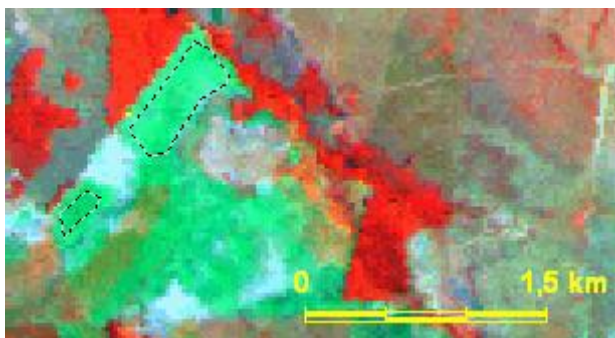


Figura 46: Exemplo de área de treinamento Org (em tracejado), Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996). Em geral são áreas de cultivo (Paranhos Filho, 2000).

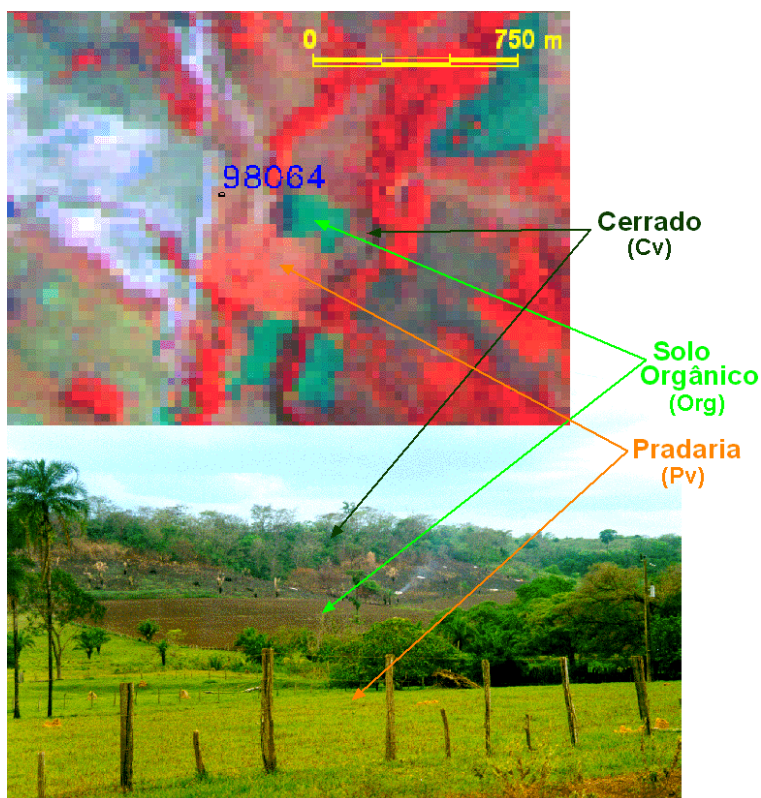


Figura 47: No centro da fotografia há um exemplo de área de solo escuro arado (classe de treinamento "org"). Já no primeiro plano aparece um exemplo da classe de treinamento "Pv" (setembro de 1998, estação seca; Paranhos Filho, 2000). A imagem é Landsat TM FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996). Em geral são áreas de cultivo.

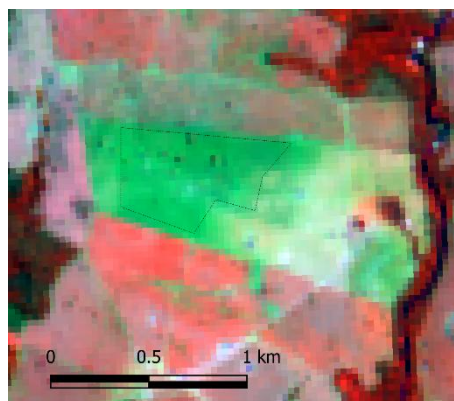


Figura 48: Outro exemplo de área de treinamento Org (em tracejado), Landsat OLI, em FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED), de 04 setembro de 2025 (USGS, 2025c).

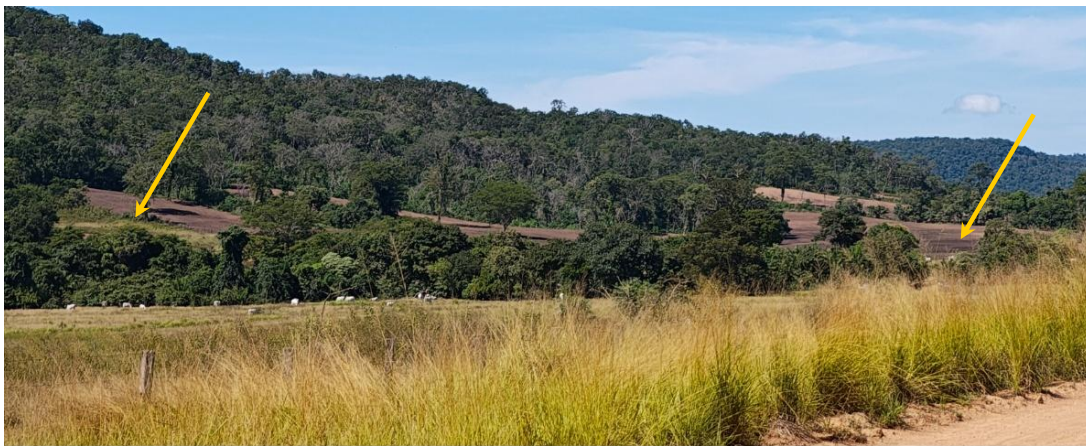


Figura 49: No centro da fotografia há um exemplo de áreas de solo escuro arado (classe de treinamento "org"). Durante a estação úmida (29/04/2026), na região de Rio Negro, MS.

CLASSE 14: LAG

Lagoas e corpos aquosos que não sejam rios (ver figuras 50 e 51). Meandros abandonados e lagoas marginais deveriam entrar nessa classe.

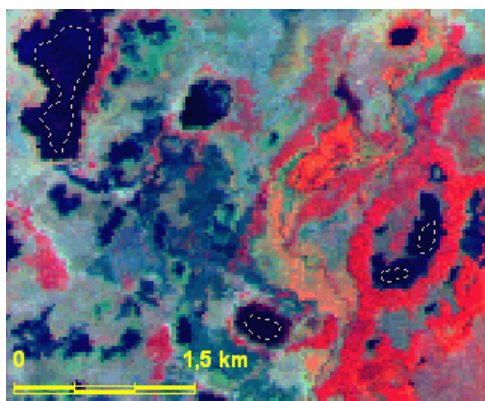
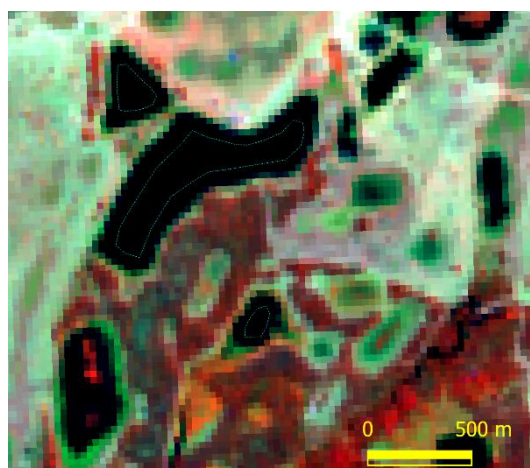


Figura 50: Exemplo de área de treinamento Lag (em tracejado), Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996).

Figura 51: Outro exemplo de área de treinamento Lag (em tracejado), Landsat 9 OLI-2, em FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED), de 04 setembro de 2025 (USGS, 2025c).



CLASSE 15: FIU

Rios e cursos d'água (ver Figuras 52, 53 e 54).

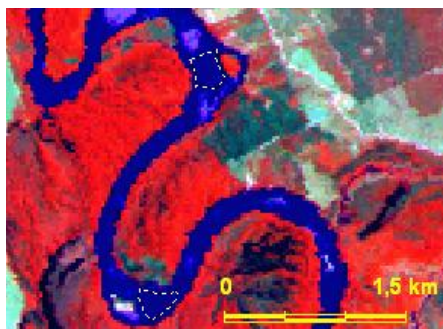


Figura 52: Exemplo de área de treinamento Fiu para rios (em tracejado), Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), Rio Taquari, de setembro de 1996 (INPE, 1996).

Figura 53: Outro exemplo de área de treinamento Org (em tracejado), Landsat 9 OLI-2, em FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED), Rio Taquari, de 04 setembro de 2025 (USGS, 2025c).

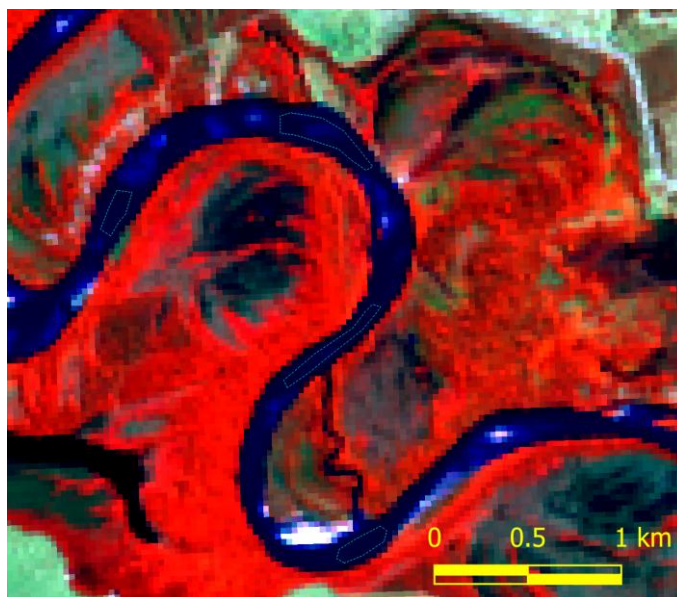


Figura 54: Rio Coxim, exemplo da classe de treinamento Fiu. Suas matas ciliares são exemplos para a classe “For1” (setembro de 1998, Paranhos Filho, 2000).

CLASSE 16: UMI - ÁREAS ÚMIDAS

A exemplo de banhados, brejos e pântanos - Figura 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63 e 64), áreas úmidas continentais.

O uso de FCC TM RGB 752 (SWIR 2, SWIR 1, verde), além das composições FCC TM RGB 453 e 457 é útil na distinção entre áreas úmidas e áreas de incêndios. O uso de séries temporais também é diagnóstico. Pois as cicatrizes de incêndios são temporárias, as áreas úmidas persistem no tempo.

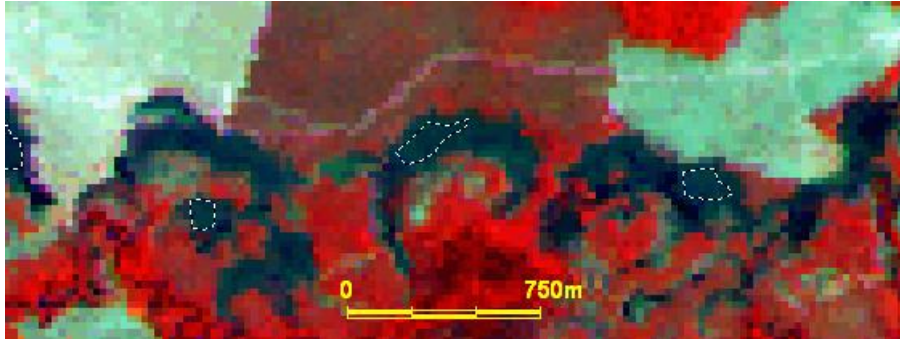
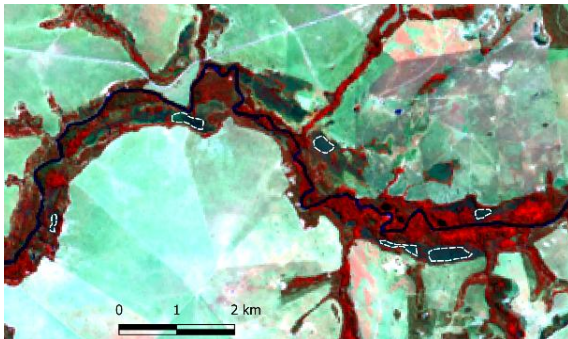
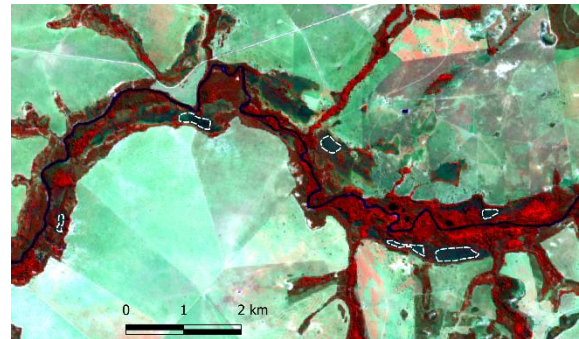


Figura 55: Exemplo de área de treinamento Umi (em tracejado), Landsat TM, FCC-RGB 4 (NIR), 5 (SWIR 1) e 3 (RED), de setembro de 1996 (INPE, 1996).



“A”: Imagem Landsat 9 OLI-2 em FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (TM 5: R4, G5, B3), de 04/09/2025 (USGS, 2025c).



“B”: Imagem Sentinel-2 em FCC-RGB 8 (NIR), 11 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a TM R7 G5 B2), de 04/09/2025 (Copernicus, 2025a).

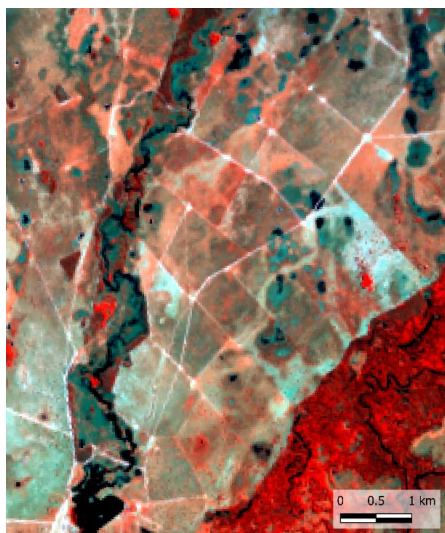
Figura 56: Exemplos das áreas de treinamento Umi. Imagens da mesma área, na mesma data (04/09/2025), dos sensores Landsat (em “A”) e Sentinel (em “B”).



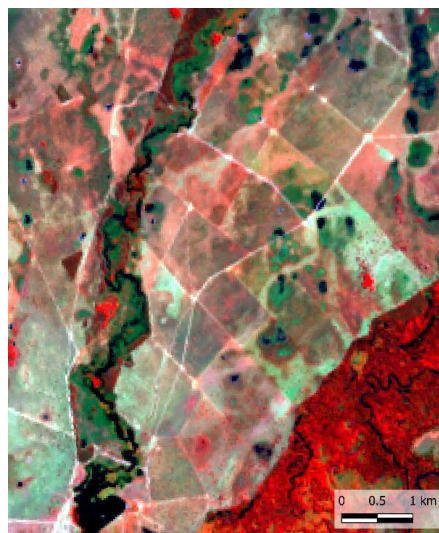
Figura 57: Exemplo em levantamento de campo da classe de treinamento “umi”. Pantanal do Taquari (setembro de 1998; Paranhos Filho, 2000).



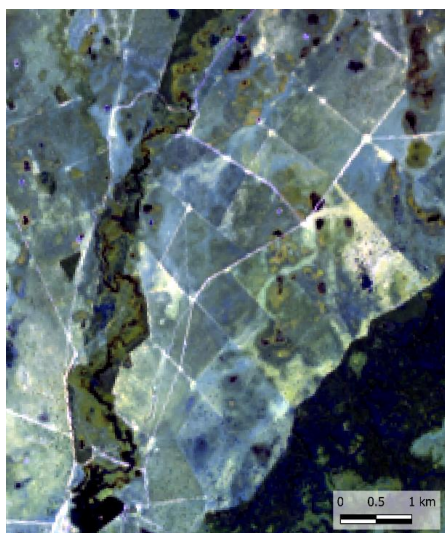
Figura 58: No centro da fotografia, em um fundo de vale, há um exemplo de área úmida (classe de treinamento "umi"). Durante a estação úmida (29/04/2026), na região de São Gabriel do Oeste, MS. Créditos da fotografia para Yasmin Ramos Zavelinski.



"A": Imagem Falsa-Cor Landsat 9 OLI-2, FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 7 (SWIR 2) (TM 5:R4, G5, B7), de 04/09/2025 (USGS, 2025c).

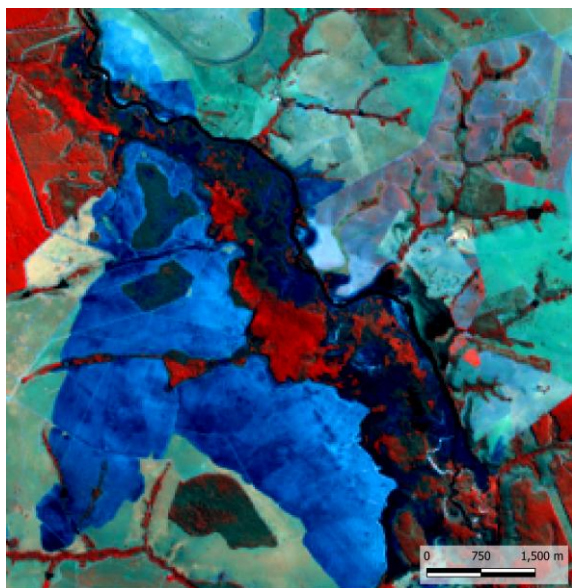


"B": Imagem Falsa-Cor Landsat 9 OLI-2, FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (TM 5:R4, G5, B3), 04/09/2025 (USGS, 2025c).

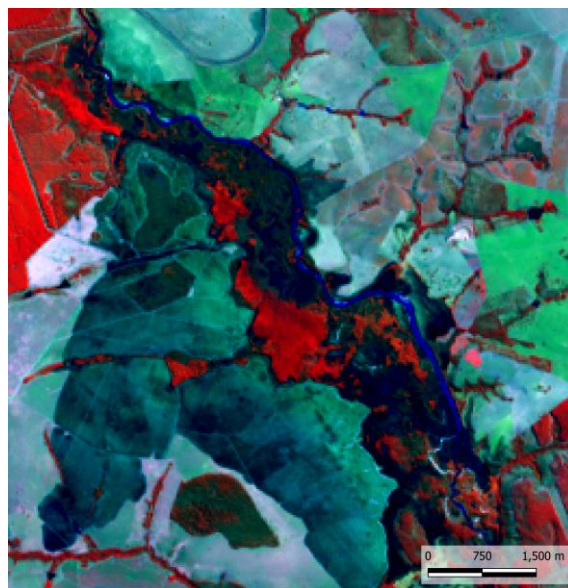


"C": Imagem Falsa-Cor Landsat 9 OLI-2, FCC-RGB 7 (SWIR 2), 6 (SWIR 1) e 3 (GREEN) (TM 5:R7, G5, B2), de 04/09/2025 (USGS, 2025c).

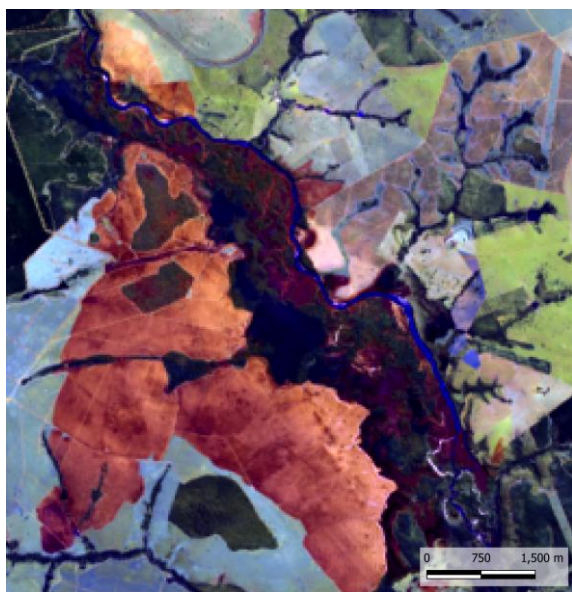
Figura 59: Área úmida acompanhando um rio na parte oeste do recorte da imagem (ou lado esquerdo da captura de tela). Em três diferentes composições falsa-cor com imagens Landsat 9.



“A”: Imagem Falsa-Cor Landsat 8 OLI, FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 7 (SWIR 2) (TM 5:R4, G5, B7), de 24/08/2024 (USGS, 2024a).

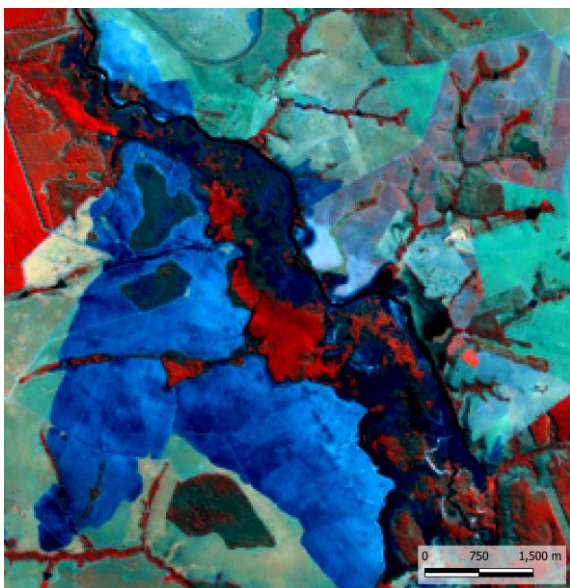


“B”: Imagem Falsa-Cor Landsat 8 OLI, FCC-RGB 5 (NIR), 6 (SWIR 1) e 4 (RED) (TM 5:R4, G5, B3), de 24/08/2024 (USGS, 2024a).

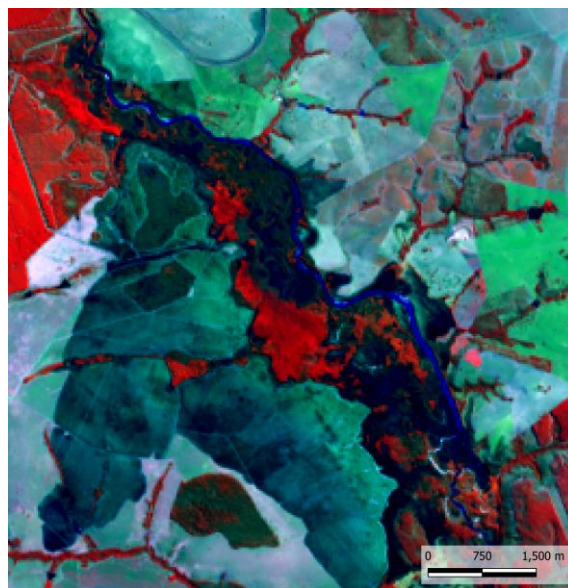


“C”: Imagem Falsa-Cor Landsat 8 OLI, FCC-RGB 7 (SWIR 2), 6 (SWIR 1) e 3 (GREEN) (TM 5: R7, G5, B2), de 24/08/2024 (USGS, 2024a).

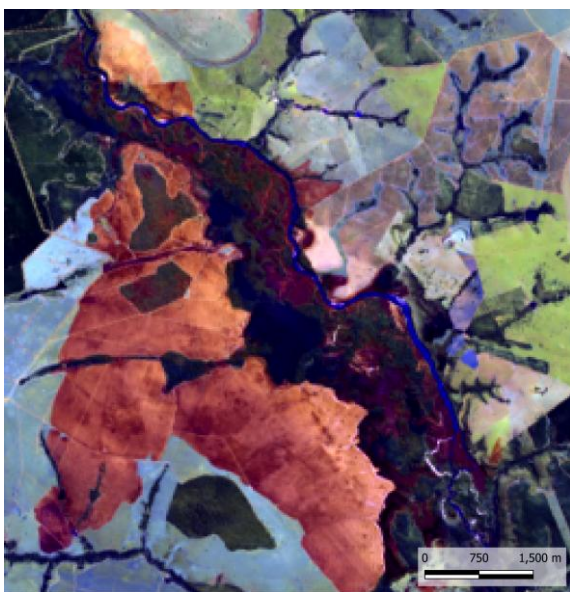
Figura 60: Área de incêndio florestal sobre área úmida. Em três composições falsa-cor diferentes com imagens Landsat 8. Em “A”, que usa somente o infravermelho, tem-se menor interferência atmosférica. Em “B” outra opção de composição. Em “C” é mais fácil perceber as áreas que foram queimadas (em tons de ocre/marrom), nessa composição pode-se observar que o incêndio afetou a área úmida e ainda assim pode-se perceber os limites da área queimada. Pode-se ainda observa que o fogo afetou os dois lados do rio.



“A”: Imagem Sentinel-2, em FCC-RGB 8 (NIR), 11 (SWIR 1) e 12 (SWIR 2) (equivalente a TM R4 G5 B7), de 24/08/2024 (Copernicus, 2024).



“B”: Imagem Sentinel-2, em FCC-RGB 8 (NIR), 11 (SWIR 1) e 4 (RED) (equivalente a TM R4 G5 B3), de 24/08/2024 (Copernicus, 2024).



“C”: Imagem Sentinel-2, em FCC-RGB 12 (SWIR 2), 11 (SWIR 1) e 3 (GREEN) (equivalente a TM R7 G5 B2), de 24/08/2024 (Copernicus, 2024).

Figura 61: Mesma área de incêndio florestal sobre área úmida da Figura 60, mas com imagens Sentinel 2, sensor MSI.

Também para essa classe, Umi, o uso de NDVI pode auxiliar na sua identificação e individualização, pois a umidade/água presente nessas áreas faz com que tenham um baixo valor de NDVI, além disso a sua baixa declividade, por geralmente serem áreas planas, podem ser visualizadas em modelos digitais de elevação.

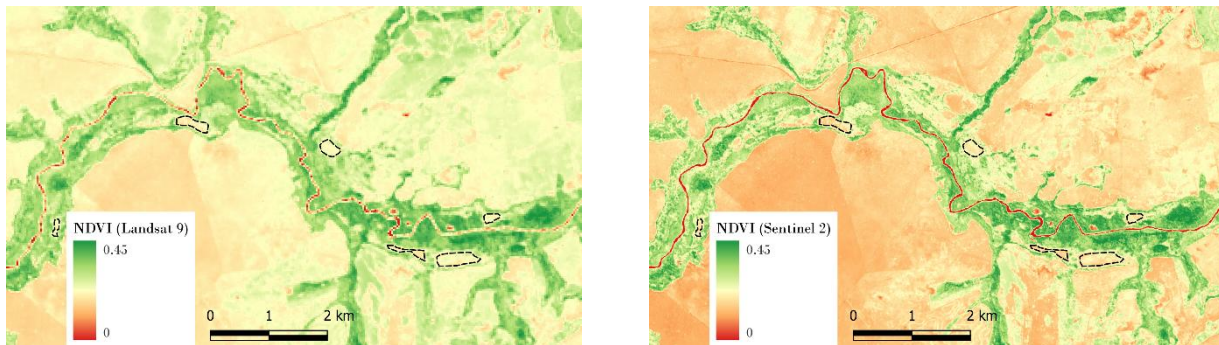


Figura 61: Exemplos das áreas de treinamento Umi, demarcadas em tracejado e com baixos valores de NDVI devido à presença de umidade e água. Imagens de NDVI da mesma área da Figura 52 (de mesma data: 04/09/2025), geradas com as bandas do vermelho e infravermelho próximo dos sensores Landsat 9 OLI-2 (USGS, 2025c) e Sentinel-2 (Copernicus, 2025a).

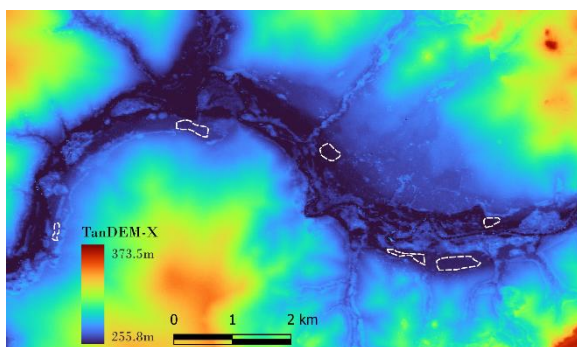
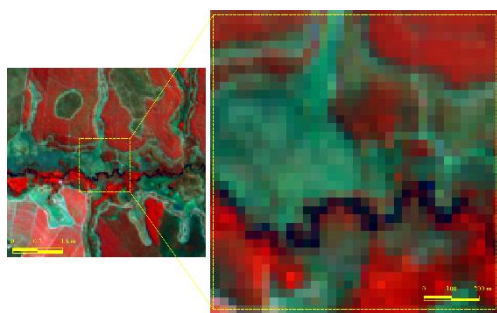
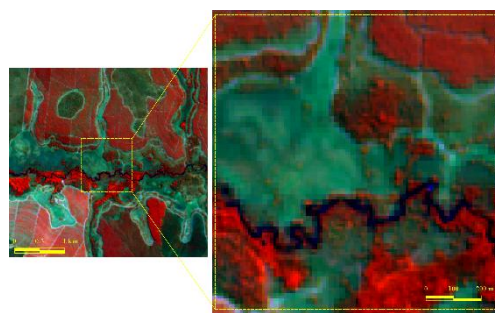


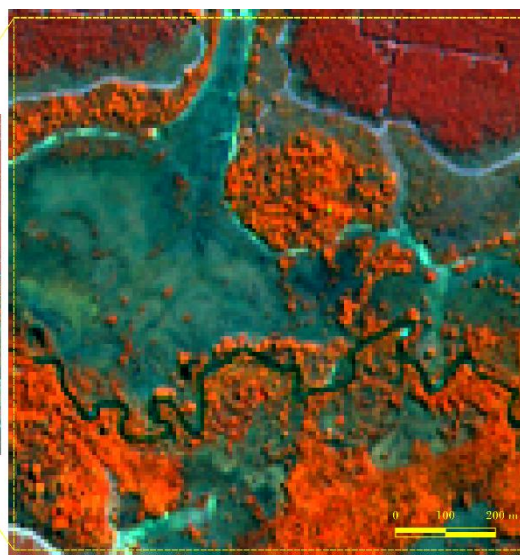
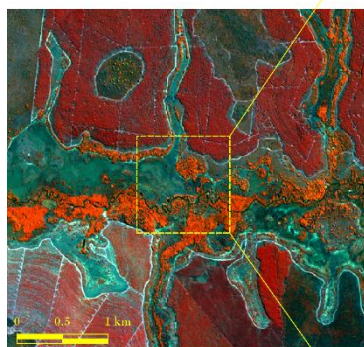
Figura 62: Modelo digital de elevação da mesma área das figuras 52 e 56 (TanDEM-X, com resolução espacial de 12m; DLR, 2022).



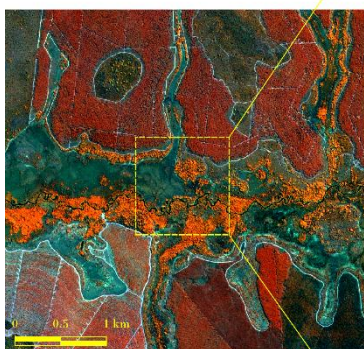
“A”: Imagem Landsat 9 OLI-2, FCC-RGB 5, 6 e 4, de 06/09/2025 (USGS, 2025d).



“B”: Imagem Sentinel-2, FCC-RGB 8, 11 e 4, de 06/09/2025 (Copernicus, 2025b).



“C”: CBERS4 WPM em composição falsa-cor R4 (NIR) G2 (green) B3 (red) (INPE, 2025).



“D”: Imagem CBERS4 sensor WPM, FCC R4 G2 B3, com realce espacial (*pansharp*; INPE, 2025).

Figura 63: Exemplos de “zoom” sobre a mesma área úmida, com diferentes sensores, mostrando o papel da resolução espacial. Embora as imagens WPM tenham mais resolução espacial, possuem menor resolução espectral, as composições falsa-cor apresentadas em “C” (8m) e “D” (2m) não possuem o canal do SWIR-2, mas possuem melhor resolução espacial.



Figura 64: mesmo *zoom* das imagens da figura 56 com uma Imagem do Google Earth, com resolução espacial submétrica, nas bandas do visível (Google, 2026)

RECOMENDAÇÕES FINAIS

Como dito na introdução, áreas úmidas em imagens de sensoriamento remoto são peculiares e sua identificação merece atenção. Deve-se lembrar e considerar ainda que há vários tipos de áreas úmidas, portanto com diferentes respostas espectrais.

Na determinação final da área como de interesse, quando possível, o uso de imagens de RPAs (drone, VANT), preferencialmente multiespectrais é também de grande valia na diferenciação dos tipos de áreas úmidas, pois facilita a identificação de palmeiras e correlatos nesse tipo de imagem. Imagens aéreas panorâmicas também trazem esse tipo de contribuição.

O uso de aplicativos que possuem imagens de alta resolução também é uma fonte complementar de informações sobre a área de interesse.

O uso de séries temporais também é fonte importante de informações. O uso de imagens multitemporais trará mais informações sobre a área de interesse e o contexto de seu uso e ocupação.

O uso de índices de sensoriamento remoto também é uma importante fonte de dados complementares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ARATER Consultoria Ambiental e à Arauco pelo apoio nos trabalhos de campo. Em especial ao Carlos André Gaspar dos Santos e Ana Carolina Rezende de Souza (ambos da Arauco).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, bolsa de doutorado de Pedro Ivo Nezzo Calado e ainda a bolsa Professor Visitante Sênior de Antonio C. Paranhos Filho (UFMT, Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFMT; PRAPG - Programa de Redução de Assimetrias na Pós-Graduação - Processo: 88887.368419/2026-00). Bem como ainda agradecemos à CAPES pelo acesso ao Portal de Periódicos.

Agradecemos ainda pela fotografia de uma área úmida cedida por Yasmin Ramos Zavelinski (Graduanda em Ciências Biológicas da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa produtividade em pesquisa a Antonio Conceição Paranhos Filho (PQ-1D - CNPq Processo 304644/2022-6) e fomento por Edital Universal (Processo 406476/2023-3). Bem como também ao CNPq pela concessão de bolsa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial – DTI – A a Alisson André Ribeiro (CNPq Processo 382192/2026-5).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/MEC – Brasil.

Para a capa desse capítulo foi modificada uma imagem Landsat 8 (USGS, 2024a), utilizada nesse guia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Copernicus Sentinel-2 (processed by ESA), 2024, MSI Level-1C, Collection 1. Adquirida em 11 de setembro de 2024, órbita relativa 124, tile 22KCD. Todas as bandas. European Space Agency. <https://doi.org/10.57780/esa-4862e7e>
- Copernicus Sentinel-2 (processed by ESA), 2025a, MSI Level-1C, Collection 1. Adquirida em 04 de setembro de 2025, órbita relativa 024, tile 21KYU. Todas as bandas. European Space Agency. <https://doi.org/10.57780/esa-4862e7e>
- Copernicus Sentinel-2 (processed by ESA), 2025b, MSI Level-1C, Collection 1. Adquirida em 06 de setembro de 2025, órbita relativa 124, tile 22KCD. Todas as bandas. European Space Agency. <https://doi.org/10.57780/esa-4862e7e>
- CORINE land cover (CLC1990) 250 m. Version 10/2025. Copenhagen: European Environment Agency, 2002. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/a5144888-ee2a-4e5d-a7b0-2bbf21656348>. Acesso em: 03/2026.
- Duailibi, G.; Oliveira, J.; Bentos, I. F.; Mioto, C. L.; Encina, C. C. C.; Figueiredo, H. R.; Ribeiro, A. A.; Pessi, D. D.; Paranhos Filho, A. C. Tutorial: Análise da Cobertura Vegetal. 1. ed. Maringá, PR.: Uniedusul Editora, 2022. v. ebook. 57p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281615>. Acesso em: 03/2026.
- German Aerospace Center (DLR) (2022): TanDEM-X - Digital Elevation Model (DEM) - Global, 12m. Disponível em: <https://tandemx-science.dlr.de> . Acesso em abril/2026.
- Google Earth Pro. Programa de computador. Versão 7.3.7.1155 (64-bit). Data da compilação 3 de abril de 2026. Disponível em: [kh.google.com](https://www.google.com/earth/) . Acesso em abril/2026.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. Manuais Técnicos em Geociências número 7. 2013. IBGE: Rio de Janeiro. 3ª Edição. 170p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281615> . Acesso em: 03/2026.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) 2025. Imagem CBERS-4A WPM, Level-4 Digital Number, adquirida em 23/09/2025, órbita 211/ponto 138, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Todas as bandas. Dataset citado conforme Catálogo de Imagens CBERS/INPE e coleção STAC CBERS-4A/WPM Level-4-DN.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas espaciais. Imagem de satélite Landsat 5, sensor TM. Todas as bandas. Setembro de 1996. CD-ROM.
- Paranhos Filho, A. C.; Gamarra, R.M.; Pagotto, T.C.S.; Ferreira, T. da S.; Torres, T.G.; Matos Filho, H. J. S. de. Sensoriamento Remoto do Complexo Aporé-Sucuriú. In: Teresa Cristina Stocco Pagotto; Paulo Robson de Souza. (Org.). Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú - Subsídios à conservação e manejo do bioma Cerrado. 1ed. Campo Grande: Editora UFMS, 2006, v. , p. 31-44. Disponível em (o capítulo):

https://www.researchgate.net/publication/402067353_Sensoriamento_Remoto_do_Complexo_Apore-Sucuriu_BIODIVERSIDADE_DO_COMPLEXO_JAURU .Disponível em (o livro todo):
https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/199/o/Complexo_Apore_Sucuriu.pdf .Acesso em: 03/2026.

Paranhos Filho, A. C.; Mioto, C. L.; Pessi, D. D.; Gamarra, R. M.; SILVA, N. M. da ; Ribeiro, V. de O.; Chaves, J. R.. Geotecnologias para aplicações ambientais. 1. ed. Maringá, PR.: Uniedusul Editora, 2021. v. 1. 394p. <https://dx.doi.org/10.51859/ampla.cme287.1123-0> Disponível em <https://labgis-faeng.ufms.br/livraria.html> . Acesso em: 03/2026.

Paranhos Filho, A. C. Análise Geo-Ambiental Multitemporal: o Estudo de Caso da Região de Coxim e da Bacia do Taquarizinho (MS- Brasil). Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geologia. UFPR. 2000. Disponível em <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/49495> . Acesso em: 03/2025.

Rouse, J. W., Jr., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation (Progress Report RSC 1978-1). Remote Sensing Center, Texas A&M University; NASA Goddard Space Flight Center. Disponível em <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19740004927/downloads/19740004927.pdf>. Acesso em: 04/2026.

USGS (United States Geological Survey) 2024a. Imagem Landsat 8 OLI, Collection 2 Level-1, adquirida em 26/08/2024, WRS Órbita 223/Ponto 074, U.S. Geological Survey (USGS). Todas as bandas. Dataset citado conforme EROS Center (2020). <https://doi.org/10.5066/P975CC9B>.

USGS (United States Geological Survey) 2024b. Imagem Landsat 9 OLI-2, Collection 2 Level-1, adquirida em 01/09/2024, WRS Órbita 225/Ponto 073, U.S. Geological Survey (USGS). Todas as bandas. Dataset citado conforme EROS Center (2020). <https://doi.org/10.5066/P975CC9B>.

USGS (United States Geological Survey) 2024c. Imagem Landsat 8 OLI, Collection 2 Level-1, adquirida em 11/09/2024, WRS Órbita 223/Ponto 074, U.S. Geological Survey (USGS). Todas as bandas. Dataset citado conforme EROS Center (2020). <https://doi.org/10.5066/P975CC9B>.

USGS (United States Geological Survey) 2025a. Imagem Landsat 8 OLI, Collection 2 Level-1, adquirida em 11/08/2025, WRS Órbita 225/Ponto 073, U.S. Geological Survey (USGS). Todas as bandas. Dataset citado conforme EROS Center (2020). <https://doi.org/10.5066/P975CC9B>.

USGS (United States Geological Survey) 2025b. Imagem Landsat 8 OLI, Collection 2 Level-1, adquirida em 19/08/2025, WRS Órbita 225/Ponto 073, U.S. Geological Survey (USGS). Todas as bandas. Dataset citado conforme EROS Center (2020). <https://doi.org/10.5066/P975CC9B>.

USGS (United States Geological Survey) 2025c. Imagem Landsat 9 OLI-2, Collection 2 Level-1, adquirida em 04/09/2025, WRS Órbita 225 / Ponto 073, U.S. Geological Survey (USGS).

Todas as bandas. Dataset citado conforme EROS Center (2020).
<https://doi.org/10.5066/P975CC9B>.

USGS (United States Geological Survey) 2025d. Imagem Landsat 9 OLI-2, Collection 2 Level-1, adquirida em 06/09/2025, WRS Órbita 223 / Ponto 074, U.S. Geological Survey (USGS). Todas as bandas. Dataset citado conforme EROS Center (2020).
<https://doi.org/10.5066/P975CC9B>.

Viana, J. L.; Rocha, L. Z. C.; Encina, C. C. C.; Rodrigues, T. R.; Gamarra, R.M.; Oliveira, L. R.; Tachibana, L. G. S.; Mioto, C. L.; Pessi, D. D.; Ribeiro, A. A.; Barros, W.M.; Paranhos Filho, A. C. Cadê o mato que estava aqui? o fogo queimou! 1. ed. Campina Grane, PB: Ampla, 2023. v. ebook. 34p. <https://dx.doi.org/10.51859/ampla.cme287.1123-0> . Disponível em: <https://labgis-faeng.ufms.br/livraria.html> Acesso em: 03/2026.

Esse tutorial traz as respostas espectrais em imagens de satélite para a identificação de diferentes coberturas do solo, o que auxilia tanto na fotointerpretação de imagens de sensores remotos, como para apoio no uso de classificadores automáticos ou ainda no treinamento de classificadores supervisionados. Embora o foco aqui tenha sido as áreas úmidas continentais, esse guia auxilia em tantas outras respostas espectrais.

São abordados principalmente os sensores da família Landsat, mas são também apresentados exemplos com Sentinel 2 e outros. Porém, como são apresentadas as bandas utilizadas em cada composição, esse tutorial pode ser utilizado com outros sensores remotos.

O material foi desenvolvido sobre imagens do Cerrado, mas certamente pode ser base para a identificação da cobertura vegetal em outras regiões, como o Pantanal, ou ainda mesmo outras áreas.

