

Características das Imagens

REFERÊNCIAS:

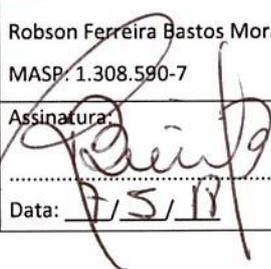
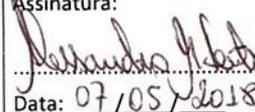
Características	Rapid Eye	Sentinel -2
Órbita	Heliossíncrona com 630 km de altitude.	Circular, Heliosíncrone, descendente, 98,5623° de Inclinação, Período de 98.46 minutos, Altitude de 786 Km.
Tipo do Sensor	Imageador multiespectral pushbroom.	4 Bandas no visível e no infra vermelho. 6 Bandas no "red edge" e no infra vermelho de ondas curtas. 3 Bandas para correções atmosféricas.
Tamanho do Pixel	5/5m.	10/10m nas bandas 2,3,4 e 8.
Tamanho da Imagem	77 km de largura com comprimento entre 50 e 300 km, 462 Mbytes/25 km ao longo da órbita para 5 bandas.	Cena Básica 100 x 100 km. Largura da faixa imageada 290 km.
Tempo de Revisita	Diariamente fora do nadir / 5,5 dias (no nadir).	Revisita aproximadamente 5 dias para 2A e 2B, no equador.
Imagens/ano base	01/06/2015	02/05/2018
RGB de trabalho	123_Cor verdadeira. 542_Had Edge.	432_Cor verdadeira. 843/483_Falsa cor.

ASSUNTO:

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL ENTRE AS COBERTURAS FLORESTAIS DE ESSÊNCIAS EXÓTICAS E NATIVAS NA FAZENDA GOIABEIRAS/PRUDENTE DE MORAIS - MG.

RESUMO:

A presente Nota Técnica tem como objetivo analisar o comportamento espectral entre as coberturas florestais de essências exóticas e nativas, bem como mapear o povoamento de Eucalipto e vegetação nativa na área da Fazenda Goiabeiras/ Prudente de Moraes - MG no período de 01/06/2015 a 02/05/2018.

Superintendência de Fiscalização Ambiental Integrada		Diretoria de Fiscalização dos Recursos Florestais
Autor: Robson Ferreira Bastos Morato MASP: 1.308.590-7	Coordenador: Alessandro Machado Fontes MASP: 1083613-8	Diretor: Bruno Zuffo Janducci MASP: 1151907-1
Assinatura: 	Assinatura: 	Assinatura: 
Data: 05/11	Data: 07/05/2018	Data: 07/05/18

Sumário

1	Introdução	3
2	Sensoriamento Remoto, Comportamento espectral, interpretação e segmentação.....	3
3	Metodologia	5
4	Resultados	6
5	Considerações finais	7
6	Referências bibliográficas.....	8



Rubrica do autor

Nota Técnica **SEMAD/DIFLO N°03/2018**

2



1 Introdução

Em Minas Gerais, são comuns áreas originalmente ocupadas por florestas nativas de Mata Atlântica e Cerrado se transformarem em alvos de uma reocupação com florestas plantadas (eucalipto). Porém, em tempos, temos observado um crescimento gigantesco no aumento da supressão de vegetação sem autorização dos órgãos de controle, e, em desacordo com a legislação pertinente. Observamos também, a existência de algumas áreas de plantio de eucalipto que foram abandonadas seu manejo, por um longo período. Nestes casos, o sub-bosque desenvolveu-se de forma exuberante como sucessão natural, podendo, observar a presença dos estágios inicial, médio e avançado em pleno desenvolvimento. Tais áreas têm sido alvos preferenciais para supressão em corte raso, sob pretexto de corte de vegetação plantada (exótica) a fim de atender uma demanda do mercado imobiliário, dentre outros. Neste caso, o primeiro passo é a solicitação ou não ao órgão ambiental das autorizações, desconsiderando fatores inerentes às premissas de uma autorização ambiental legal para supressão de vegetação em Minas Gerais. Desta forma, a modificação da paisagem e a fragmentação da vegetação nativa destroem os habitats naturais, bem como preconiza o uso e ocupação inadequado e desordenado do solo, potencializando as ameaças diretas à biodiversidade natural, causando impactos diretos e indiretos ao meio ambiente.

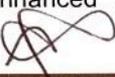
A utilização de métodos de sensoriamento remoto aperfeiçoa e facilita o monitoramento da cobertura vegetal. Desta forma, contribuindo com a eficiência na investigação dos fatos ocorridos nos diferentes cenários e dar confiabilidade na detecção de possíveis desmatamentos, bem como no monitoramento e controle das autorizações de supressão vegetal emitidas pelo órgão.

2 Sensoriamento Remoto, Comportamento espectral, interpretação e segmentação.

Sensoriamento remoto é um termo utilizado na área das ciências aplicadas que se refere à obtenção de imagens à distância, sobre a superfície terrestre. Estas imagens são adquiridas através de aparelhos denominados sensores remotos. Por sua vez estes sensores ou câmaras são colocados a bordo de aeronaves ou de satélites de sensoriamento remoto - também chamados de satélites observação da Terra. Um sensor a bordo do satélite gera um produto de sensoriamento remoto denominado de imagem ao passo que uma câmara aerofotográfica, a bordo de uma aeronave, gera um produto de sensoriamento remoto denominado de fotografia aérea. Mais adiante vamos ver que um sensor remoto também pode ser utilizado para obter informações a poucos metros da superfície terrestre ou mesmo de amostras em laboratório para estudos específicos.

Comportamento Espectral da imagem de Satélite

Uma imagem de sensoriamento remoto colorida é resultante da combinação das três cores básicas (azul, verde e vermelho), associadas através de filtros às imagens individuais obtidas em diferentes comprimentos de onda ou faixas espectrais, conforme é apresentado nas Figuras 1, 2 e 3. Vemos que um mesmo objeto, por exemplo, uma floresta, pode aparecer em tonalidade verde escuro (Figura 1), vermelho (Figura 2) ou verde intenso (Figura 3) dependendo da associação feita entre as cores e as imagens obtidas nas diferentes faixas espectrais do sensor. As imagens apresentadas nestas figuras foram obtidas pelo sensor Enhanced Thematic Mapper (ETM+) a bordo de um dos satélites americanos da série Landsat. Cabe


Rubrica do autor

lembrar que o sensor capta a energia refletida pelo objeto num determinado comprimento de onda, portanto, objetos claros refletem muita energia (p. ex. solo exposto) enquanto objetos escuros (p. ex. água sem sedimentos) refletem pouca energia. A vegetação reflete uma quantidade muito pequena de energia na faixa espectral do vermelho, pois ela utiliza boa parte desta energia no processo da fotossíntese e, portanto, aparece em tonalidade escura na banda TM-3 que correspondente à faixa do vermelho (Figuras 2). Já na faixa do infravermelho próximo a vegetação reflete muita energia, em função da estrutura celular das folhas, de tal forma que aparece em tonalidade clara na banda TM-4 (Figura 2) que corresponde à faixa do infravermelho próximo.

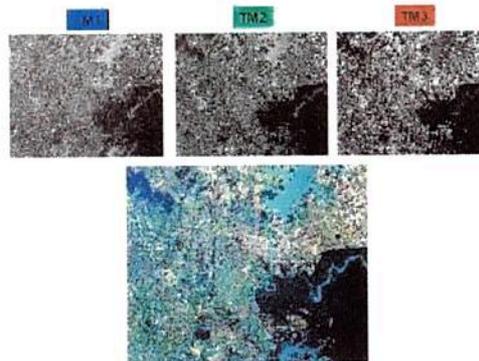


Figura 1 – Imagem em composição colorida utilizando as bandas TM-1 (azul), TM-2 (verde) e TM-3 (vermelho) do sensor ETM+ do satélite Landsat-7 (órbita 224, ponto 78) de 05 de agosto de 1999.

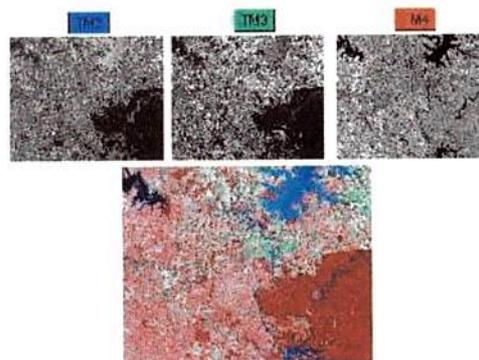


Figura 2 – Imagem em composição colorida utilizando as bandas TM-2 (verde), TM-3 (vermelho) e TM-4 (infravermelho próximo) do sensor ETM+ do satélite Landsat-7 (órbita 224, ponto 78) de 05 de agosto de 1999.

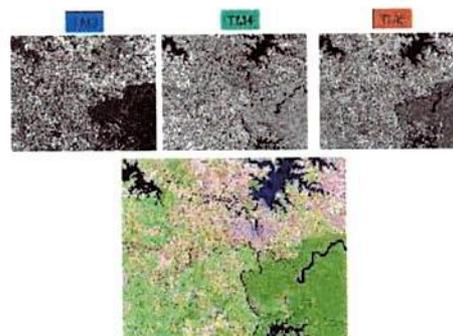


Figura 3 – Imagem em composição colorida utilizando as bandas TM-3 (vermelho), TM-4 (infravermelho próximo) e TM-5 (infravermelho médio) do sensor ETM+ do satélite Landsat-7 (órbita 224, ponto 78) de 05 de agosto de 1999.

Interpretação

As imagens de satélites são interpretadas com base nos elementos: tonalidade, cor, textura (impressão de rugosidade), tamanho, forma, sombra, altura, padrão, (arranjo espacial dos objetos), localização e contexto.

A partir dos elementos de interpretação das imagens, podem ser desenvolvidas as chaves (modelos) de interpretação. As chaves representam um conjunto de elementos que caracterizam um objeto alvo. Neste caso sistematizando a orientação de classificação correta dos objetos representados pela assinatura espectral da imagem de maneira consistente e organizada.

As alterações da cobertura vegetal do solo podem ser detectadas através da análise dos Índices de Vegetação (IVs). Os IVs são combinações matemáticas de diferentes bandas espectrais principalmente nas regiões do visível e infravermelho próximo (NIR) do espectro eletromagnético (VINA et al., 2011) e são diretamente relacionados a parâmetros agrônômicos, como índice de área foliar (IAF) (BREUNIG et al., 2011), biomassa e cobertura vegetal (HUETE et al., 2002). Contudo, a mudança do teor da clorofila podem produzir grandes diferenças na refletância e transmitância das folhas, o que por sua vez é traduzido como resposta do RGB, facilitando a discriminação entre os diferentes alvos analisados.

Segmentação dos pixels

A segmentação dos pixels de uma imagem de satélite consiste na sua partição em zonas homogêneas e uniformes, em função de um determinado atributo dos elementos da imagem, a fim de isolar aqueles pixels que não fazem parte do contexto dos objetos a serem segmentados. Neste sentido, as imagens RapidEye, com a banda RGB 542 - Red Edge (690-730 nm), sensível a clorofila, associadas ao Azul (440-510 nm), verde (520-590 nm), vermelho (630-685) e o infravermelho (760-850), permitem a confecção de IVs e segmentação dos pixels, a fim de favorecer a discriminação entre os diferentes tipos de vegetação em determinadas áreas.

Diante do exposto, esta nota técnica teve por objetivo analisar a utilização da banda Red Edge do sensor REIS na confecção de IVs para discriminação de diferentes tipos de vegetação.

3 Metodologia

Assim sendo, este estudo foi pautado nos dados e na metodologia a seguir:

Dados:

- i. Imagem RapidEye: Resolução Espacial de 5m, ano base: 01/06/2015;
- ii. Imagem Sentinel 2A: Resolução espacial de 10, ano base: 04/2018;
- iii. SHP: Perímetro Fazenda Goiabeiras; Reserva Legal Fazenda Goiabeiras, DCC, DAIA;
- iv. Recorte da área de estudo;
- v. Levantamento em campo de pontos de controle de eucalipto (com e sem sobosque), nativa (Inicial, médio e avançado), solo exposto e áreas com intervenção;
- vi. Topologia dos dados em SHP;



Rubrica do autor

Nota Técnica SEMAD/DIFLO Nº03/2018

5



- vii. Correção Geométrica e Calibração Radiométrica das imagens;
- viii. Geração da composição 123/542_Had Edge do Satélite RapidEye e 432,843 e 483 do Satélite Sentinel 2A;
- ix. Segmentação das imagens RapidEye / Sentinel 2A 2018 (Icognition) em escala de 5m/10m por geração de aglomerados espectrais, utilizando o atributo da assinatura espectral dos elementos alvos Nativa e essência de Eucalipto);
- x. Após a etapa de pré-processamento, definiram-se as classes e procedeu-se à coleta de amostras das classes encontradas na área de estudo – Pontos de Controle: a) Vegetação Nativa e b) Vegetação Exótica (rebrotas de Eucalipto);
- xi. Geração dos produtos: **Mapa 01** – Perímetro Oficial Fazenda Goiabeiras, Reserva Legal averbada - AV-5-3881 no livro 02, fls. 3887 e 4422 e Área Comum, **Mapa 02** – Intervenções em Reserva Legal e Área Comum em 2015; **Mapa 03** – Imagem Rapid_Eye_2015_Bandas 542_Had_Edge assinatura espectral da vegetação do Eucalipto e vegetação nativa, **Mapa 04** – Classificação da vegetação na Fazenda Goiabeiras – Uso e Ocupação em 2015.

4 Resultados

As coberturas vegetais de eucalipto e matas nativas apresentam assinaturas espectrais distintas e separáveis na composição da imagem RapidEye das bandas 542_Had Edge. Visualmente há uma grande diferença na textura da floresta nativa (grosseira) comparada à do eucalipto (lisa) na escala analisada.

A imagem RapidEye na composição 542 Had Edge demonstrou ter um potencial grande para discriminação entre maciços florestais de eucalipto e nativas fornecendo imagens de excelente qualidade visual para discriminação e associação aos pontos de controle (verdade de campo) para aferição e validação dos dados interpretados.

A escala espacial para segmentação dos pixels foi de 5m, a mesma da imagem RapidEye. Para tanto, a segmentação da imagem RapidEye 2015 na composição 542_Had Edge, possibilitou a identificação com clareza a assinatura espectral dos diferentes alvos (nativas e exóticas) presentes no recorte da imagem em questão.

- I. A área do imóvel é de **381,8014 ha** com 54,54 módulos rurais– Mapa 01;
- II. Área de Reserva Legal averbada em 2005 de **80,5656 ha** - AV-5-3881, no livro 02, fls. 3887, do Cartório de Registro de Imóveis da Comarca de Matozinhos/MG – Mapa 01;
- III. Área de Reserva legal **“NATIVA”** que sofreu supressão: **3,92 ha** – Mapa 02;
- IV. Área comum com vegetação **“NATIVA”** que sofreu supressão: **42,50 ha** – Mapa 02;
- V. As áreas com cobertura de vegetação **“NATIVA”** estão representadas pelo RGB vermelho mais forte, devido ao **maior vigor vegetativo** – Mapa 03;
- VI. As áreas com cobertura de vegetação **“EXÓTICA”** (eucalipto) estão representadas pelo RGB verdes escuros devido ao **menor vigor vegetativo** e uma porção pigmentos alaranjados (presença de nativa entre o eucalipto) – Mapa 03;
- VII. As áreas de solo exposto estão representadas pelos fragmentos de RGB brancos/acinzentados – Mapa 03;



Rubrica do autor

O levantamento em campo realizado na Fazenda Goiabeiras (381,8014 ha) no município de Prudente de Moraes constatou a que o cadastramento no CAR – Cadastro Ambiental Rural ocorreu no dia 02/06/2015 e neste mesmo dia ocorreu também à venda desta propriedade entre o Sr. José Ulpiano Campos e a Mineração Lapa Vermelha. No cadastro no CAR foi inventariado no mapeamento que a área onde ocorreu o desmate, tinha características de área consolidada, entretanto, segundo o levantamento da NT 03/2018 constatou-se que a referida área apresentava características de “VEGETAÇÃO NATIVA”. Já em área Comum, revelou-se a presença de fragmentos de “VEGETAÇÃO NATIVA” e Eucaliptos sp distribuídos desordenadamente e brotamentos em cepas restantes. Observou-se, ademais, regeneração natural em curso, ocorrendo os indivíduos vegetais entremeando a vegetação exótica presente e encontrando-se, forrageira exótica estabelecida, Brachiaria sp.

5 Considerações finais

- Foi constatado no AI 172147/2015 e confirmadas na NT 03/2018 a supressão de vegetação “NATIVA” em 42,5 ha em área comum, elencadas no boletim de ocorrência em comento;
- Não foi possível mapear as pilhas de Eucaliptos apreendido no AI – 172142/2015 e apresentado nas fotos da defesa;
- Não foi encontrado na área, nenhum armazenamento em pilhas de eucalipto na Fazenda Goiabeiras em 04/05/2018;
- Foi constatada a presença de leiras com vegetação em seus entremeios e rebrota de gramíneas;
- Foram constatadas intervenção em 42,50 ha em área “COMUM”, porém com vegetação “NATIVA” e 3,92 ha de vegetação “NATIVA” em área de Reserva Legal averbada em 2005 do imóvel, ficando imputadas à empresa responsável, arrolada no boletim de ocorrência em tela, sanções administrativas pertinentes, através do auto de infração/SISEMA nº 97238/2017;
- As ações necessárias, concernentes à recomposição dos danos ambientais causados, estão preconizadas conforme ditames da Lei Estadual nº 20922/2013; por intermédio do Núcleo Regional de Regularização Ambiental de Sete Lagoas/MG; havendo, especificamente, em relação à supressão de 256 (duzentos e cinquenta e seis) indivíduos da espécie Pequi – Caryocar brasiliense, os ditames preconizados pela Lei Estadual nº 10883/1992, mediante apreciação do Instituto Estadual de Florestas;
- Foi constatada a regeneração natural em curso, ocorrendo os indivíduos vegetais entremeando a vegetação exótica presente e encontrando-se, forrageira exótica estabelecida, Brachiaria sp ;
- Foi constatada a supressão da vegetação em regeneração natural em curso, ocorrendo os indivíduos vegetais entremeando a leiras provenientes do primeiro desmate em 04/05/2018 por meio de um trator adaptado ao extensor de corte.



Rubrica do autor

6 Referências bibliográficas

BREUNIG, F. M.; GALVÃO, L. S.; FORMAGGIO, A. R.; EIPHANIO, J. C. N. Directional effects on NDVI and LAI retrievals from MODIS: A case study in Brazil with soybean. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 13, n. 1, p. 34–42, 2011.

HUETE, A; DIDAN, K.; MIURA, T.; et al. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 195–213, 2002.

Sydow, G. Veronica. Vegetação de sub-bosque em monocultura de eucalyptus saligna. 2010. 76 f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 03/2010.

Lippert, D. Belmonte, Benedetti, A. C. Paim, Pereira, R. Soares, Muniz, M. I. F. Brião. Espectrorradiometria de folhas de Eucalyptus camaldulensis Dehn. atacadas por Phaeophleospora eucalypti. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 2793-2799.

VIÑA, A.; GITELSON, A. A.; NGUY-ROBERTSON, A. L.; PENG, Y. Comparison of different vegetation indices for the remote assessment of green leaf area index of crops. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, n.12, p. 3468–3478, 2011. Elsevier Inc.



Rubrica do autor