



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-141-7

COMPORTAMENTO ESPECTRAL DE ÁREAS CULTIVADAS COM SERINGUEIRAS EM IMAGENS DO SENSOR OLI/LANDSAT 8

Tamires Regina **Edwirges**¹; Carlos Fernando **Quartaroli**²; Sergio Gomes **Tôsto**³; Érica Patrícia
Silva de **Aquino**⁴; Adalgiso Alves **Camargo Junior**⁵

Nº 17507

RESUMO – O comportamento espectral de áreas plantadas com seringueiras, áreas com remanescentes de mata e áreas com pastagens foi investigado com o objetivo de diferenciar espectralmente áreas com esses tipos de cobertura do solo. Os dados de reflectância da superfície foram obtidos a partir de imagens do sensor OLI, do satélite Landsat 8, dos meses de janeiro, maio, julho e outubro de 2014, de área situada no Noroeste do Estado de São Paulo. Sobre as imagens, foram delimitados os pixels que serviram como amostras para a determinação da reflectância média de cada tipo de cobertura. O comportamento espectral dos três tipos de cobertura foi semelhante nos meses de janeiro e maio. A curva espectral média das amostras nesses meses mostrou comportamento típico da vegetação fotossinteticamente ativa, com valores baixos de reflectância na região do visível do espectro eletromagnético e altos valores na região do infravermelho próximo. Na imagem de julho, observou-se aumento nos valores de reflectância na região do visível e do infravermelho de ondas curtas e queda nos valores de reflectância do infravermelho próximo. Essas alterações foram mais pronunciadas no caso das seringueiras e das pastagens, alterações que podem ser atribuídas ao aumento da vegetação não fotossinteticamente ativa nessa época, decorrente da senescência das folhas. Nas imagens de outubro, o comportamento espectral das seringueiras e das matas volta ao padrão que apresentava em janeiro. No caso das pastagens, o comportamento é intermediário entre o que apresentavam em julho e em janeiro.

Palavras-chave: pastagem, reflectância, senescência, sensoriamento remoto, vegetação.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Geografia, PUCC, Campinas-SP; tamires.edwirges@colaborador.embrapa.br.

2 Colaborador: Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.

3 Orientador: Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP; sergio.tosto@embrapa.br.

4 Bolsista Embrapa: Graduação em Geografia, PUCC, Campinas-SP.

5 Bolsista Embrapa: Graduação em Geografia, PUCC, Campinas-SP.



ABSTRACT – *The spectral behavior of areas featuring rubber-tree crops, forest remnants and pasture areas was studied with the aim of spectrally distinguishing areas with these types of soil cover. Data on surface reflectance were obtained from images of Landsat 8' satellite OLI sensor for an area in the Northwest region of the State of São Paulo in the months of January, May, July and October 2014. The pixels that served as samples to determine the average reflectance of each type of cover were delimited over the images. The spectral behavior of the three types of cover were similar in January and May, when the average spectral curve of the samples exhibited a typical behavior for photosynthetically active radiation plants, with low reflectance values in the visible part of the spectrum and high reflectance values in the near infrared region. In the image taken in July there was an increase in reflectance values in the visible region and in the shortwave-infrared region, and a decrease in reflectance values in the near-infrared region. These changes were stronger for rubber trees and pastures, which may be due to the increase in plants which are not photosynthetically active at this time, as a result of leaf senescence. In the image taken in October, the spectral behavior of the rubber trees and woods is once again the behavior detected in January. Pastures show an intermediate behavior between what was seen in July and in January.*

Keywords: pasture, reflectance, senescence, remote sensing, plant.

1 INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo é o principal produtor de borracha de seringueira do Brasil, com produção de 182.303 toneladas de látex coagulado no ano de 2015 (57% da produção nacional) colhidas em 60.358 ha de seringais cultivados, com rendimento médio da produção de 3.020 kg ha⁻¹ (IBGE, 2017). O mapeamento das áreas com seringueiras e a análise da distribuição espacial da cultura são importantes para avaliar os serviços ambientais prestados pela cultura, bem como para avaliar o impacto da atividade na economia regional. A seringueira é a maior fonte de borracha natural e apresenta pontos positivos do ponto de vista ambiental, pois necessita de pouca energia para a sua produção e as árvores fixam CO₂, contribuindo para minimizar os problemas com o aumento do efeito estufa (IAC, 2017).

Este trabalho apresenta os estudos referentes à investigação do comportamento espectral de áreas plantadas com seringueiras [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex ADR. de Juss.) Muell.-Arg.] no Estado



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-141-7

de São Paulo em diferentes épocas do ano. A investigação usou dados de reflectância da superfície obtidos a partir de imagens do sensor OLI instalado no satélite Landsat 8. Também foi investigado o comportamento espectral de áreas com pastagens, de áreas de remanescentes de mata e de áreas com solo exposto, com o objetivo de reunir informações que permitam diferenciar as áreas com seringueiras das áreas com esses outros tipos de cobertura. Toda a informação obtida será usada posteriormente na discriminação e o mapeamento das áreas com seringueiras em todo o Estado de São Paulo por meio de imagens Landsat.

Os estudos do comportamento espectral de um material compreendem a investigação da interação entre a radiação eletromagnética (REM) e o material em diferentes faixas do espectro eletromagnético. Essa interação ocorre por meio de três fenômenos físicos: a reflectância, a transmitância e a absorvância. Para aplicações na área de Sensoriamento Remoto, o fenômeno mais utilizado é a reflectância (PONZONI, 2001).

O comportamento espectral da vegetação envolve a investigação do comportamento espectral das folhas, das plantas individuais e das coberturas formadas por um conjunto de plantas – os dosséis. Esses estudos, especialmente dos dosséis, têm sido motivados pela possibilidade de discriminar e mapear diferentes tipos de cobertura vegetal do solo por meio de imagens obtidas por sensores remotos em diferentes faixas do espectro eletromagnético (PONZONI, 2001). As folhas são os elementos da vegetação que mais contribuem para o sinal detectado pelos sensores remotos (CARVALHO et al., 2003), portanto qualquer investigação de comportamento espectral de áreas com vegetação natural ou cultivada passa inicialmente pelos estudos do comportamento espectral das folhas.

O espectro de reflectância típico de uma folha verde sadia apresenta baixos valores de reflectância para comprimentos de onda na região do visível, pois grande parte da energia radiante nessa faixa espectral é absorvida pelos pigmentos foliares: a clorofila, os carotenoides (carotenos e xantofilas) e as antocianinas. A clorofila, o pigmento predominante em folhas verdes saudáveis, absorve fortemente a REM na região do azul e do vermelho, mas reflete na região do verde. A curva de reflectância de folhas verdes, portanto, apresenta um pequeno pico na região do verde. A REM na região do vermelho é absorvida apenas pela clorofila, portanto, quando os carotenoides e as antocianinas aparecem em concentrações mais significativas nas folhas, imprimem a essas uma coloração amarela, no caso dos carotenoides, ou vermelha, no caso das antocianinas, como observado em casos de doenças ou deficiência mineral ou no processo de senescência das folhas (CAMPBELL; WYNNE, 2011).



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-141-7

Na região do infravermelho próximo (NIR – *Near Infrared* - 750 nm a 1.300 nm), a folha verde absorve pouca REM e apresenta valores de reflectância bem superiores aos da região do visível. No NIR, a reflectância da folha não é controlada pelos pigmentos, mas pela estrutura do mesófilo. A cutícula e a epiderme são quase completamente transparentes à radiação infravermelha. Por isso, muito pouca radiação infravermelha é refletida na parte externa da folha. A radiação que passa pela epiderme superior da folha é fortemente espalhada pelo tecido mesófilo e pelas cavidades internas da folha. A radiação absorvida internamente é muito pequena. A maioria (até 60%) é refletida ou transmitida (CAMPBELL; WYNNE, 2011). Na região do infravermelho de ondas curtas (SWIR – *Short Wave Length Infrared* -1.300 nm a 2.800 nm), o conteúdo de água no tecido foliar controla as propriedades espectrais das folhas. A água líquida apresenta várias feições de absorção da REM nessa faixa do espectro. Como consequência, quanto maior o conteúdo de água na folha, menor é a reflectância nessa faixa do espectro (PONZONI, 2001).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram usadas imagens de reflectância da superfície fornecidas pelo United States Geological Survey (2016) em sete bandas do espectro eletromagnético (Tabela 1). Essas imagens, com 30 m de resolução espacial, foram obtidas pelo sensor OLI, a bordo do satélite Landsat 8, nas datas de 28/01/2014, 04/05/2014, 23/07/2014 e 11/10/2014. A escolha dessas datas decorre da ausência de nuvens na área de interesse e da opção de analisar uma imagem para cada estação do ano. As imagens correspondem à cena 222/74, que recobre o Noroeste do Estado de São Paulo, região com muitas plantações de seringueiras.

Tabela 1. Bandas do sensor OLI a bordo do satélite Landsat 8 com as respectivas faixas e regiões do espectro eletromagnético (UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, 2017).

Banda	Faixa espectral (nm)	Região espectral
1	435 - 451	Costeira/Aerossol
2	452 - 512	Azul
3	533 – 590	Verde
4	636 – 673	Vermelho
5	851 – 879	Infravermelho próximo (NIR)
6	1.566 – 1.651	Infravermelho de ondas curtas 1 (SWIR 1)
7	2.107 – 2.294	Infravermelho de ondas curtas 2 (SWIR 2)

Para avaliar a resposta espectral das seringueiras, pastagens e dos remanescentes de mata, foram selecionadas áreas amostrais com esses tipos de cobertura localizadas nos municípios de Nhandeara, Macaúbal, Monte Aprazível, Nipoã, Monções, Tiriúba, Planalto, José Bonifácio, Zacarias e União Paulista (Figura 1). A cobertura das áreas selecionadas foi identificada *in loco*. As áreas amostrais foram delimitadas com o auxílio de imagens do satélite WorldView 2, com resolução espacial

de 0,50 m em composição colorida com as bandas do visível do espectro eletromagnético (azul, verde e vermelho), também do ano de 2014. Na delimitação dessas áreas, procurou-se evitar pixels das imagens Landsat que abrangiam parcialmente ou totalmente tipos de cobertura diferentes daquele amostrado, inclusive estradas, edificações, clareiras e corpos d'água. Nas áreas com seringueiras, optou-se por selecionar aquelas com plantas adultas, ou seja, com completo recobrimento do solo pelo dossel no mês de janeiro.

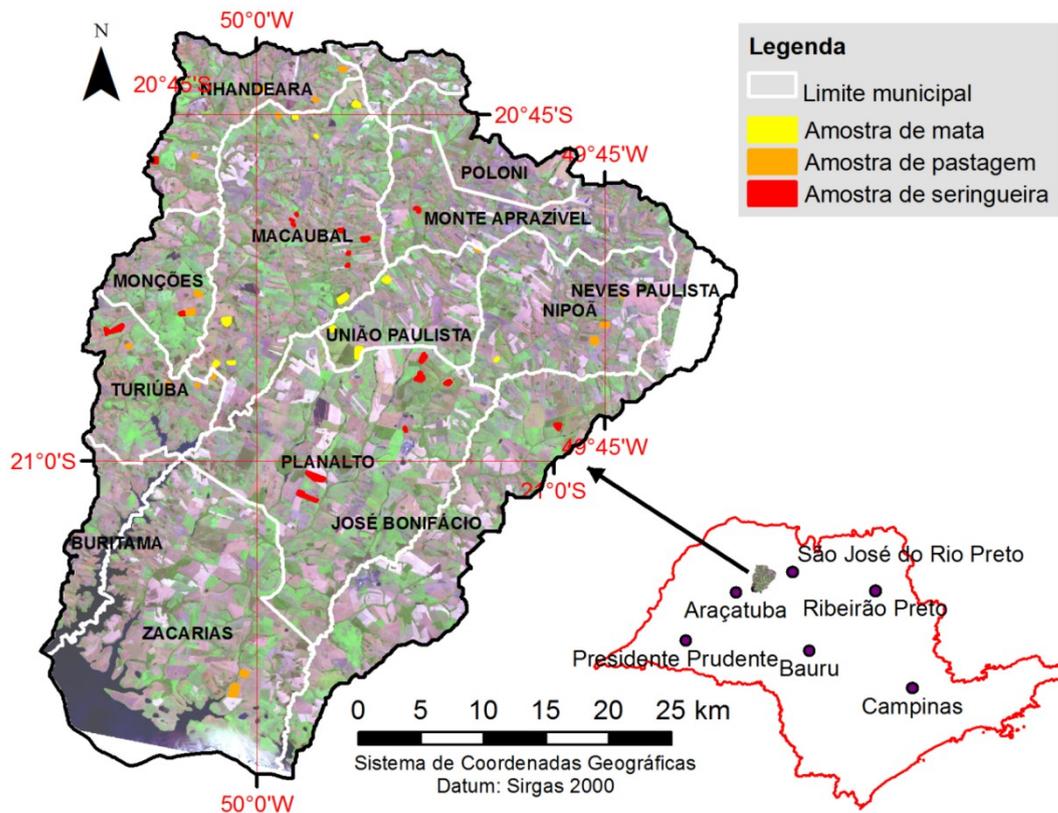


Figura 1. Áreas amostradas sobre recorte de imagem obtida pelo sensor OLI do satélite Landsat (cena 224/74) e localização do recorte no Estado de São Paulo.

Áreas de solo exposto também foram delimitadas sobre as imagens Landsat, e a reflectância média de seus pixels nas sete bandas foi calculada para comparação com as curvas das áreas com vegetação. Nesse caso, diferentes áreas de solo exposto foram delimitadas em diferentes datas (já que a exposição do solo geralmente é temporária), relacionadas a áreas de preparo do solo para o cultivo agrícola. As áreas com solo exposto foram identificadas por meio do cálculo do índice NDVI (índice de vegetação de diferença normalizada) para as imagens utilizadas. Esse índice é calculado pela equação $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$, na qual o R e o NIR correspondem à reflectância nas bandas do vermelho e do infravermelho próximo, respectivamente (ROUSE et al., 1973). Em imagens resultantes desse cálculo, as áreas sem cobertura vegetal apresentam pixels com valores que se aproximam de zero.



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-141-7

Portanto, as áreas com solo exposto foram selecionadas entre aquelas com NDVI < 0,2 e confirmadas por meio da inspeção visual das imagens Landsat em composições coloridas com as bandas 6, 5 e 4 e com as bandas 4, 3, 2.

A média da reflectância de superfície foi calculada para os pixels das áreas de solo exposto e para as áreas referentes aos três tipos de cobertura do solo: seringueiras, pastagens e matas. Gráficos de resposta espectral (reflectância média dos pixels em função da banda) foram construídos para os três tipos de cobertura e solo exposto nas quatro datas analisadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Comportamento espectral das áreas com seringueiras, remanescentes de mata e pastagens

A curva espectral média das áreas com plantações de seringueiras (Figura 2) no mês de janeiro apresentou o comportamento típico de áreas com vegetação fotossinteticamente ativa (VFA), com baixa reflectância na região do visível, forte reflectância na região do NIR e valores menores de reflectância na região do SWIR. A curva espectral obtida a partir da imagem do mês de maio é semelhante à do mês de janeiro, com ligeira queda da reflectância na banda do NIR (banda 5).

Um aspecto diferente é observado na curva de 23/julho/2014. Nessa data, correspondente ao período de senescência e queda das folhas das seringueiras, praticamente não há VFA nas áreas desse cultivo, exceto possivelmente por raras plantas invasoras que tenham se desenvolvido sob o dossel dos seringais. A reflectância nessa data é característica de vegetação não fotossinteticamente ativa (VNFA) composta pelas folhas secas que cobrem o solo ou que ainda resistem nas árvores, e por tecidos vegetais não foliares (caule das plantas). Com a ausência da clorofila nas folhas senescentes, a reflexão da REM na região do visível aumenta, especialmente na região do vermelho. A ausência de água nas folhas senescentes faz com que a absorção da REM na região do SWIR seja menor que a observada em janeiro e maio, com o conseqüente aumento da reflectância nessa região do espectro. Possíveis manchas de solo exposto também podem ter influenciado a reflectância das áreas de cultivo em 23/julho/2014. Os solos expostos, como observado na Figura 2, apresentam valores de reflectância mais altos nas bandas 4 (vermelho), 6 e 7 (SWIR) e reflectância mais baixa na banda 5 (NIR) quando comparados à reflectância de áreas com VFA.

No mês de outubro, início da primavera, as seringueiras já estão com folhas novas e o período das chuvas já se iniciou. A curva de reflectância das áreas com seringueiras voltam a apresentar o padrão característico da VFA, com valor de reflectância ligeiramente superior ao observado em janeiro.

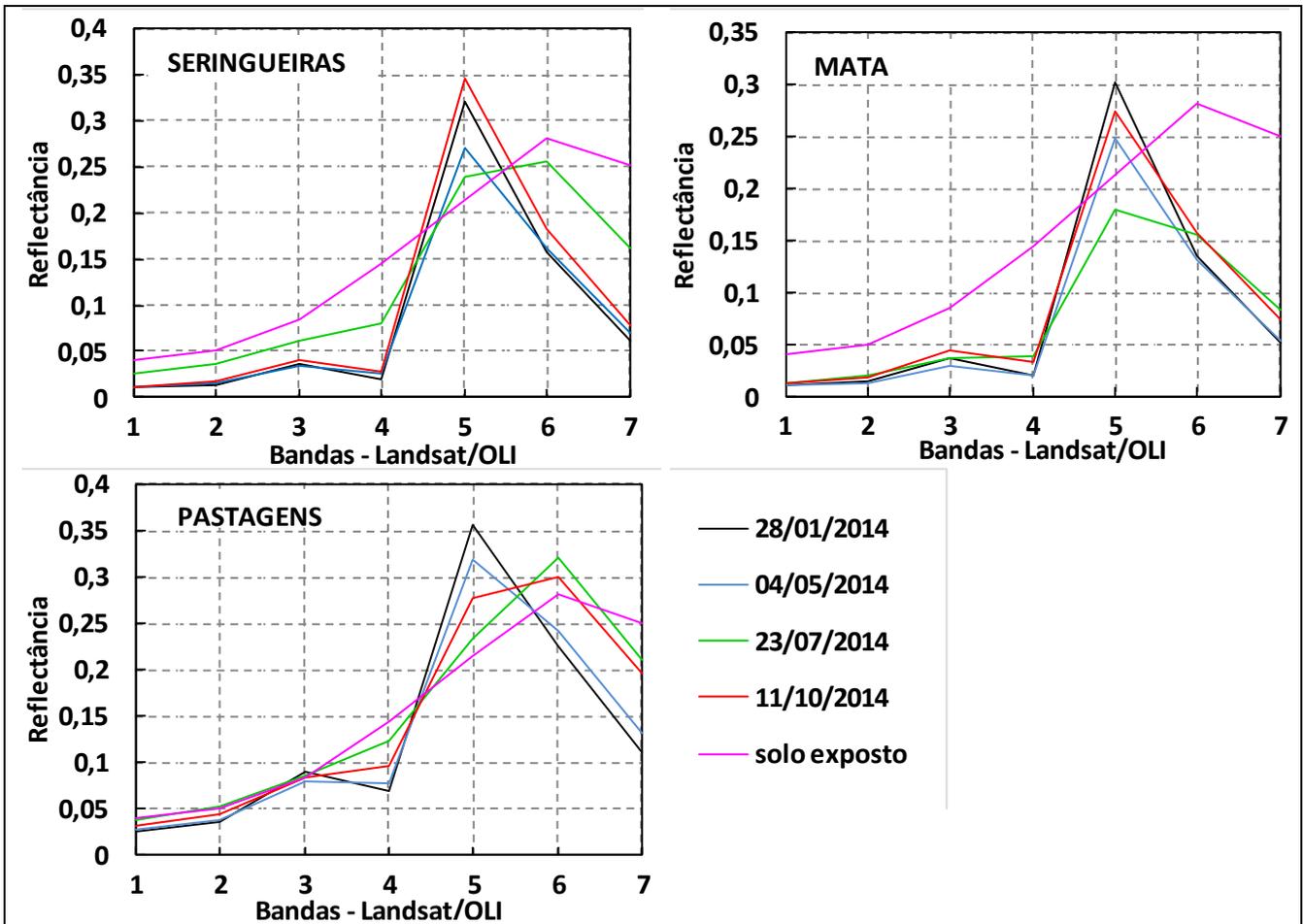


Figura 2. Curvas de reflectância espectral de áreas com plantações de seringueiras, remanescentes de mata e pastagens, obtidas a partir de imagens do sensor OLI do satélite Landsat 8 em quatro diferentes datas do ano de 2014, e curva de reflectância espectral média de áreas com solo exposto, obtida a partir das mesmas imagens.

Os remanescentes de mata da região são de pequena extensão, classificados como Floresta Estacional Semidecidual Submontana. Encontram-se dispersos pela região e, de forma geral, sofrem influência das atividades antrópicas praticadas em áreas vizinhas. Entre as datas analisadas, a reflectância máxima das áreas com mata na região do NIR ocorre no mês de janeiro (Figura 2). No mês de maio, já se observa uma redução da reflectância que se reduz ainda mais no mês de julho. No mês de outubro, a reflectância no NIR volta a crescer e aproxima-se do valor observado no mês de janeiro. As curvas dos meses de janeiro, maio e outubro apresentam o padrão típico de VFA, semelhante ao padrão observado para as seringueiras nos mesmos meses, embora os valores de reflectância observados sejam ligeiramente menores.

No mês de julho, a maior concentração de material não fotossinteticamente ativo, principalmente pela senescência de algumas das espécies que compõem a mata, possivelmente explica a queda da reflectância observada no NIR e o ligeiro aumento da reflectância na região do



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-141-7

visível, especialmente na banda do vermelho. Os menores teores de água nas folhas em julho fazem com que a absorção da REM no SWIR seja menor do que nos meses de maio e janeiro. Conseqüentemente há um ligeiro aumento da reflectância nas bandas do SWIR, porém, ao contrário do que ocorre com as áreas de seringueiras e pastagens (Figura 2), a reflectância na banda 6 não é superior à reflectância no NIR (banda 5).

No mês de janeiro, as pastagens apresentam o padrão típico das áreas com VFA. A reflectância no NIR é a maior entre as datas analisadas (Figura 2). No mês de maio, menos úmido, a reflectância no NIR cai ligeiramente e aumenta ligeiramente na banda do vermelho, possivelmente pelo aumento da participação da VNFA na cobertura do solo.

No mês de julho, a reflectância na banda do vermelho aumenta e assume valores maiores que a da banda do verde. A reflectância na banda do NIR diminui, possivelmente como consequência das maiores proporções de VNFA na cobertura do solo. O menor conteúdo de água na folha provoca aumento substancial da reflectância em ambas as bandas do SWIR. Na época do inverno, é comum que a cobertura do solo pelas plantas forrageiras se reduza, expondo manchas de solo, portanto o aspecto das curvas espectrais das áreas com pastagens no inverno, com aumento na reflectância das bandas 6 e 4 e queda na banda 5, pode ter influência do solo, além da VNFA.

No mês de outubro, as pastagens apresentam comportamento intermediário entre o apresentado em maio e em julho. Observa-se decréscimo da reflectância na banda do vermelho, que ainda permanece superior à do verde, o que indica aumento de proporção de vegetação verde na cobertura do solo. A reflectância na banda 6 (SWIR) permanece superior à da banda 5 (NIR), porém essa diferença é menor. Um aumento é observado na reflectância da banda 5 (NIR), e uma ligeira queda na banda 6. O maior conteúdo de água nas folhas em relação ao mês de julho pode ser a causa dessa queda de reflectância na banda 6. Possivelmente, na sequência da primavera, com o aumento da frequência e da intensidade das chuvas, a massa vegetal verde nas pastagens aumenta, assim como a cobertura do solo pela VFA; a VNFA diminui e o conteúdo de água nas folhas das plantas aumenta.

3.2 Comparação do comportamento espectral dos tipos de cobertura e possibilidades de discriminá-las em imagens Landsat 8

Pela imagem dos meses de janeiro e de maio (Figura 3), os valores de reflectância das áreas de cultivo de seringueiras e das áreas remanescentes de mata são muito próximos nas sete bandas analisadas. Na região do visível, as curvas espectrais desses dois tipos de cobertura praticamente se sobrepõem. As áreas de pastagem apresentam os valores de reflectância ligeiramente superiores em



todas as bandas nas imagens de janeiro e maio. Em todos os casos, o padrão de curva apresentado corresponde ao de VFA. Essa semelhança de padrão e dos valores de reflectância média dos três tipos de cobertura das terras (seringueiras, mata e pastagem) dificulta o estabelecimento de limiares que possam ser usados para separar os pixels dessas imagens quanto ao tipo de cobertura das terras com base unicamente nos valores de reflectância desses pixels.

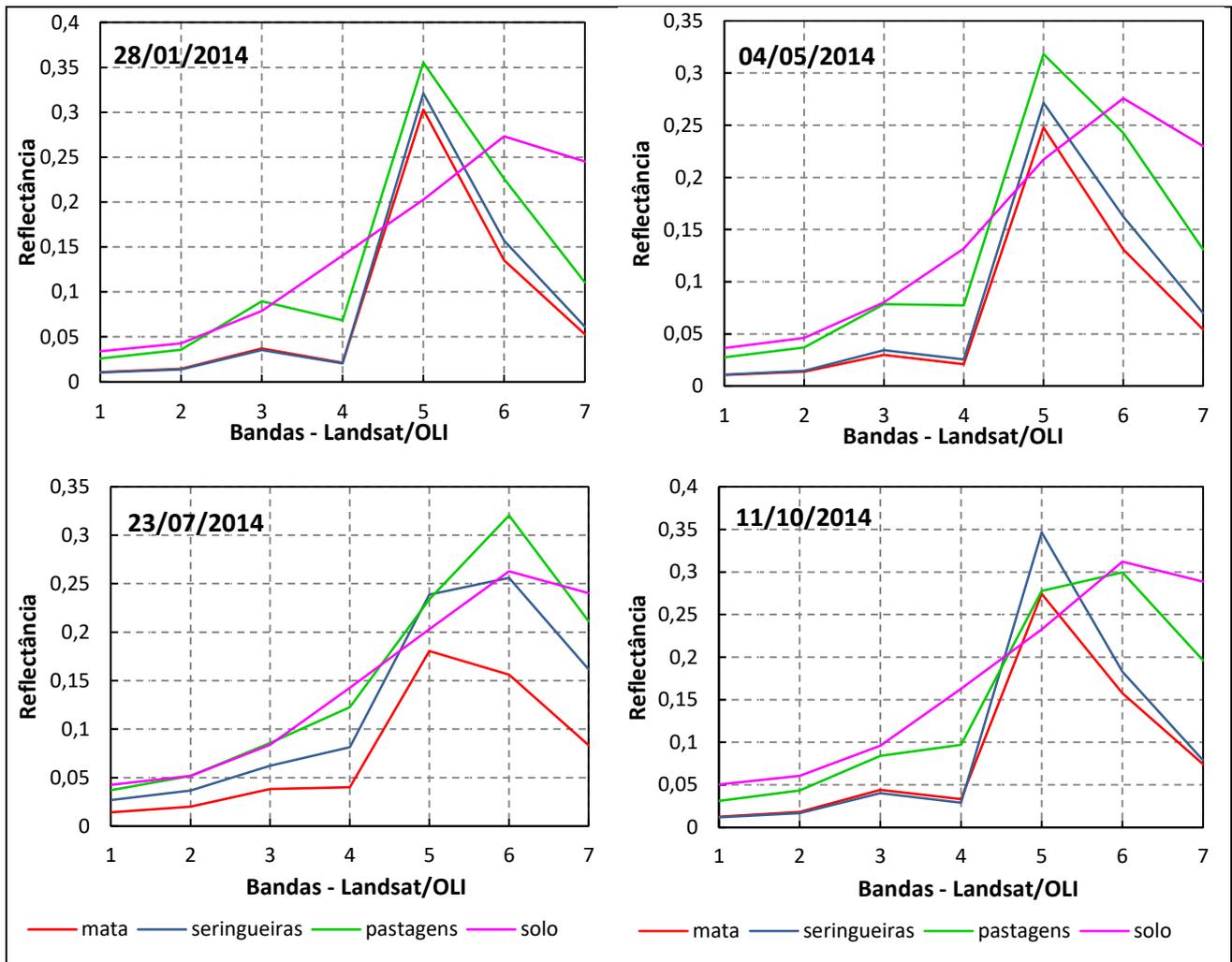


Figura 3. Curvas de reflectância espectral de áreas com mata, seringueiras, pastagens e solo exposto obtidas a partir de imagens do sensor OLI do satélite Landsat 8 em quatro diferentes datas do ano de 2014.

As diferenças entre o comportamento espectral dos três tipos de cobertura (pastagens, seringueiras e mata) são maiores nas imagens dos meses de outubro e principalmente de julho (Figura 3). A principal diferença está no aumento da reflectância na região do SWIR e queda na região do NIR. Na imagem de julho, o aumento no SWIR é mais acentuado para as pastagens e deixa a reflectância na banda 6 (SWIR 1) maior que a reflectância verificada na banda 5 (NIR). É menos acentuado nas seringueiras e deixa os valores de reflectância das bandas 6 e 5 muito próximos. Nas



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-141-7

matas, há um aumento pequeno da reflectância no SWIR e queda na reflectância no NIR; a diferença entre as reflectâncias das bandas 5 e 6 se reduz, mas a reflectância média na banda 5 mantém-se maior do que na banda 6.

Em outubro, as curvas de reflectância nas áreas de mata e seringueiras voltam a apresentar padrão e valores próximos ao que apresentavam no mês de janeiro. Nesse mês, as seringueiras e outras árvores decíduas já estão com folhas novas. O aspecto da curva espectral das pastagens em outubro mostra-se diferente daquele observado para as áreas com matas e seringueiras. Há aumento de reflectância na banda 5 e queda nas bandas 6 e 4, mas o padrão ainda é diferente do apresentado pelas mesmas áreas em janeiro e maio. O valor médio de reflectância na banda 6 torna-se próximo ao da banda 5, consequência provavelmente do aumento da proporção de VFA na cobertura do solo e do conteúdo de água nas folhas.

Pelos resultados obtidos, as imagens de julho e outubro, se consideradas em conjunto, mostram-se mais promissoras para a discriminação dos três tipos de cobertura (pastagens, seringueiras e mata) com base unicamente nos valores de reflectância dos pixels. Índices espectrais que utilizem a razão entre as bandas 6 e 5 e entre as bandas 5 e 4 dessas imagens podem ser úteis para separar os três tipos de cobertura, entretanto essa possibilidade precisa ser melhor investigada.

Os solos expostos apresentam comportamento espectral semelhante nas quatro diferentes datas. As curvas espectrais de solos apresentam a razão entre as bandas 5 e 4 (NIR/vermelho) bem menor que a verificada para as áreas com VFA. Essa diferença normalmente é usada em índices espectrais que permitem separar áreas com solo e vegetação, como o NDVI, que, a propósito, foi usado para auxiliar na identificação das áreas de solo exposto que geraram as curvas apresentadas na Figura 3. O aspecto da curva obtida para as pastagens na data de 23/julho/2014 aproxima-se daquele da curva dos solos. Esse fato dificulta a separação visual ou automática de áreas de solo exposto e pastagens em imagens do inverno com base unicamente em dados de reflectância das imagens. As imagens das outras estações do ano mostram-se mais promissoras para a separação de áreas com solo exposto de áreas com cobertura vegetal, inclusive pastagens, como mostram as diferenças entre as curvas espectrais na Figura 3. A separação de áreas com solo exposto é importante para a separação de áreas agrícolas destinadas a culturas temporárias. Normalmente essas áreas apresentam um período com solo exposto no ano. Como esse período pode ocorrer em diferentes épocas do ano, melhores resultados podem ser obtidos quando se dispõe de uma série de imagens de diferentes épocas do ano para serem analisadas.

Os gráficos apresentados são gráficos de média da reflectância de área amostrais. A dispersão



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-141-7

dos dados em relação à média também precisaria ser investigada. A dispersão dos dados, principalmente para coberturas heterogêneas, como as matas, é alta. Conseqüentemente muitos pixels de mata podem ter comportamento espectral semelhante ao das seringueiras ou mesmo pastagens e ser atribuídos à classe de cobertura errada no caso de um sistema de classificação baseado unicamente em valores de reflectância. Ressalta-se, ainda, que a reflectância na região do SWIR (bandas 6 e 7 do Landsat 8) depende do conteúdo de água nas folhas, que varia em função da disponibilidade hídrica para as plantas, que, por sua vez, depende das condições meteorológicas e do solo. Portanto, a reflectância, no SWIR, de um mesmo tipo de vegetação em uma mesma data pode ser diferente para locais diferentes, como também pode ser diferente a reflectância de um mesmo tipo de vegetação em datas diferentes ou em anos diferentes. Esse fato pode dificultar a discriminação de diferentes tipos de vegetação em um sistema de classificação baseado na reflectância das bandas do SWIR.

4 CONCLUSÃO

O comportamento espectral dos três tipos de cobertura (seringueiras, pastagens e mata) foi semelhante nos meses de janeiro e maio. A curva espectral média das amostras nesses meses mostrou comportamento típico de VFA, com valores baixos de reflectância na região do visível do espectro eletromagnético e valores máximos de reflectância na região do NIR. Nas imagens de julho, observou-se aumento da reflectância na banda do vermelho e do SWIR e queda da reflectância na região do NIR, possivelmente pelo aumento da presença de VNFA ou por eventuais manchas de solo exposto entre a vegetação. .Essas alterações foram mais pronunciadas no caso das seringueiras e das pastagens. Na área de estudo, essa data corresponde à época de senescência e queda das folhas de seringueiras, que normalmente recobrem o solo sob as árvores. Nas imagens de outubro, o comportamento espectral das seringueiras e das matas volta ao padrão que apresentavam em janeiro. No caso das pastagens, o comportamento é intermediário entre o que apresentavam em julho e em janeiro.

Sobre a possibilidade de discriminar áreas com os três tipos de cobertura em imagens Landsat, as imagens de janeiro e maio não se mostraram promissoras, pela semelhança entre os valores de reflectância nas sete bandas. As imagens de julho e outubro, se consideradas em conjunto, mostraram-se mais promissoras nesse aspecto, pelas diferenças entre o comportamento espectral dos três tipos de cobertura.

Os resultados mostraram que o aspecto das curvas espectrais de áreas com pastagens é semelhante ao de áreas com solo exposto na imagem de julho, o que pode dificultar a separação



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-141-7

dessas áreas em imagens do inverno com base apenas em dados de reflectância dos pixels. Nas imagens dos outros meses, a curva espectral das áreas com solo exposto apresenta diferenças que se mostram promissoras para discriminar as áreas de solo exposto das áreas com vegetação, inclusive pastagens.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa PIBIC concedida, e à Embrapa Monitoramento por Satélite, pela oportunidade de estágio em atividade de pesquisa no projeto GeoHevea.

6 REFERÊNCIAS

CAMPBELL, J. B.; WYNNE, R. H. **Introduction to remote sensing**. 5. ed. New York: The Guilford Press, 2011. 667 p.

CARVALHO, A. P. F.; BUSTAMANTE, M. M. C.; GUIMARÃES, R. F.; JÚNIOR, O. A. C. Classificação de padrões de vegetação na região de transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 2679-2687. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.19.10.19/doc/19_431.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2017.

IBGE. Banco de dados agregado. SIDRA. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 19 jun. 2017.

IAC. Instituto Agrônomo Campinas. Centro de Seringueiras e Sistemas Agroflorestais. **A Importância da borracha natural**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/seringueira/importancia.php>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In: MENESES, P. R.; MADEIRA NETTO, J. S. (Org.). **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília, DF: UNB; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 262 p.; p.157-199.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE SYMPOSIUM, 3., 1973, Washington. **Proceedings...** Washington: NASA, 1973. v.1, p.309-317.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Landsat 8 (L8) Data User Handbook**. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/landsat-8-l8-data-users-handbook-section-2>>. Acesso em: 19 jun. 2017.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Earth Explorer**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 13 set. 2016.