COMPARAÇÃO DO MODELO LINEAR DE MISTURA ESPECTRAL EM IMAGENS LANDSAT-5 E RESOURCESAT-1 ÀS MARGENS DO LAGO DE ITAIPU (PY-BR)

Gabriela Moro Berté[1], Ana Caroline Royer[2], Vanderlei Leopold Magalhães[3]

[1]Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Avenida Brasil, n.4232, Medianeira, Paraná, gabrielamoroberte@gmail.com
[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Rua do Estado de São Paulo, n.16, Bragança-Portugal, anaroyer@alunos.utfpr.edu.br
[3]Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Avenida Brasil, n.4232, Medianeira, Paraná, Brasil, vlmagalhaes@utfpr.edu.br

RESUMO

As técnicas de Sensoriamento Remoto são utilizadas para facilitar a extração de informações contidas em uma imagem de satélite. Destaca-se a técnica de Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) utilizada para avaliar as respostas espectrais dos alvos gerando imagens-fração de solo, sombra (água) e vegetação. O objetivo deste trabalho foi aplicar o MLME para imagens de 2011 e 2012 as margens do Lago de Itaipu, no oeste do Paraná, usando imagens dos satélites Landsat-5 e Resourcesat-1. A imagem-fração que mostrou o melhor comportamento no MLME foi a componente sombra, sendo usada nas seguintes etapas do trabalho. Consequentemente, criou-se mapas do uso e cobertura do solo, aplicando as técnicas de segmentação e classificação. Os resultados foram semelhantes em ambos os satélites/sensores, ainda que exista variações das resoluções espacial e radiométrica entre eles. Assim, o MLME se mostrou como uma ferramenta eficaz para quantificar a cobertura da vegetação e o avanço da fronteira agrícola.

Palavras-chave — sensoriamento remoto, processamento digital de imagens, desmatamento.

ABSTRACT

Remote Sensing techniques are used to facilitate the extraction of information contained in a satellite image. The Linear Spectral Mixing Model (LSMM) technique is used to evaluate the spectral responses of the targets generating fraction images of soil, shade and vegetation. The objective of this work was to apply LSMM to 2011 and 2012 images on the banks of Itaipu Lake, in western Paraná, using images from the Landsat-5 and Resourcesat-1 satellites. The fraction image that showed the best behavior in LSMM was the shade component, being used in the following stages of the work. Consequently, land use and land cover maps were created, applying segmentation and classification techniques.. The results were similar due to the proximity of spatial and radiometric resolutions. Thus, LSMM proved to be an effective tool for quantifying vegetation cover and monitoring the agricultural frontier.

Key words — *Remote sensing, digital image processing, deforestation.*

1. INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto é definido como uma técnica de aquisição de imagens da superfície terrestre por meio de sensores, sem que haja necessidade de contato físico com o objeto analisado na superfície [1]. A radiação, ao interagir com um objeto, geralmente é absorvida, refletida ou ainda pode ser transmitida no caso de objetos transparentes. Em geral a parte absorvida é transformada em calor ou em algum outro tipo de energia e a parte refletida se espalha pelo espaço [2]. O fator que mede a capacidade de um objeto de refletir a energia radiante indica a sua reflectância, ou seja, a reflectância é energia refletida pelos diferentes materiais da superfície terrestre em distintas faixas do espectro eletromagnético.

Segundo Steffen (2006), ao medirmos a reflectância de um objeto observamos que em cada tipo de radiação que compõe o espectro eletromagnético o produto da mesma será diferente. Na prática, cada alvo absorve ou reflete de modo diferente as diversas faixas do espectro da luz incidente [3]. As curvas que mostram a variação da reflectância de um objeto em função do comprimento de onda são chamadas de assinaturas espectrais.

Além disso, tanto a radiância quanto a irradiância são afetadas por componentes atmosféricos [4]. Alguns problemas podem ocorrer com imagens de sensoriamento remoto devido a resolução espacial dos sensores [5]. Quando um sensor observa a cena, a radiância detectada é a mistura de todos os objetos, ou seja, dos componentes da mistura contido na cena. Se baixa, essa resolução espacial permite que mais de um elemento do terreno seja inserido em um único pixel da imagem fazendo com que a classificação dessa imagem seja de baixa confiabilidade [6].

O Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) é uma ferramenta de processamento digital de imagens implementado no SPRING usado para quantificar as proporções dos elementos puros que constituem um pixel da imagem [7]. O Modelo separa os diversos componentes da superfície terrestre, analisando os sub-pixels da imagem, resultando na geração de três imagens dos componentes da mistura [5]. Como produto dessa relação linear, têm-se a

representação da mistura espectral dos componentes dentro do elemento de resolução do sensor. Sendo que, em qualquer banda, a resposta espectral de cada pixel pode ser definida como uma combinação linear das respostas de cada componente [4]. Portanto, quando as respostas espectrais dos componentes forem obtidas diretamente das imagens (sendo então conhecidas) geram-se as imagens-fração correspondentes.

Diante destes pressupostos, o objetivo deste trabalho é comparar o Modelo Linear de Mistura Espectral em imagens obtidas a partir dos satélites Landsat-5 e Resourcesat-1.

As imagens são referentes às margens, direita e esquerda, do Lago da Usina Hidrelétrica de Itaipu, no oeste do Paraná, no ano de 2011 e 2012. A imagem-fração sombra resultante do MLME, foi utilizada para aplicar a técnica de segmentação e classificação, e estimar a vegetação e a área agrícola, através da elaboração do mapa temático de uso e cobertura do solo para ambos satélites.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área definida para o estudo da pesquisa encontra-se nas margens do Lago de Itaipu, que pertence à Bacia Hidrográfica do Paraná III, situada no oeste paranaense. Na bacia localiza-se a Usina Hidrelétrica de Itaipu, responsável pela formação do Lago de Itaipu e consequentemente responsável pelas inundações nos municípios lindeiros [10].

Grande parte da Bacia do Paraná III tem como característica a agricultura intensiva e uma faixa de uso misto que segue do sul até a região central da bacia. Há ainda pequenas áreas de cobertura florestal em consequência da exploração, além de concentrações urbanas e industriais [10].

A área da bacia delimitada para o estudoengloba vários municípios ás margens do Lago de Itaipu (Figura 1) e está inserida entre as coordenadas geográficas de: 23º49’16” S a 25º44’21” S e 55º25’23”W a 53º41’45”W. Os municípios lindeiros ao Lago de Itaipu do lado brasileiro são: Guaíra, Mercedes, Marechal Cândido Rondon, Pato Bragado, Entre Rios do Oeste, Santa Helena, Missal, Itaipulândia, Santa Terezinha de Itaipu e Foz do Iguaçu. Além disso, também foi considerada as margens do lado paraguaio.

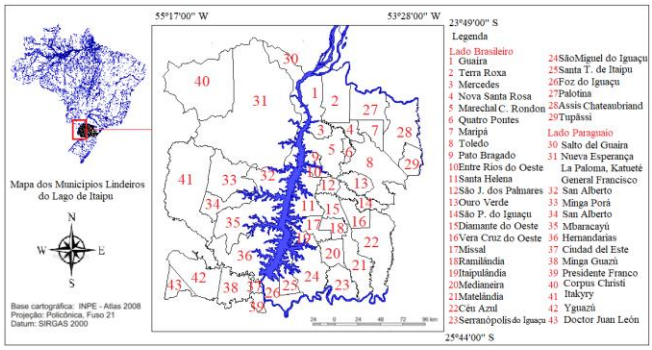

Figura 1. Localização dos municípios próximos ao Lago de Itaipu.

As imagens utilizadas foram obtidas pelo site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), que disponibiliza imagens georreferenciadas do satélite Landsat-5 e também da Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (DGINPE), que fornece imagens do satélite Resourcesat 1.

Para o processo, foram adquiridas as imagens dos satélites, Landsat-5 da data de 02/11/2011 com órbita/ponto 224/078 e 224/077 e do ResourceSat-1 com data 13/10/2012 com órbita/ponto 324/095 e 324/096. As imagens utilizadas do Landsat-5 correspondem às faixas do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio que respectivamente se referem às: banda 3 (0,63 – 0,69 µm), banda 4 (0,76 – 0,90 µm) e banda 5 (1,55 – 1,75 µm) no formato Geotiff. A resolução espacial da imagem é de 30 metros e a radiométrica de 8 bits, ou seja, contém 256 níveis de cinza [11]. As imagens do Resourcesat-1 correspondem também às faixas do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio: banda 3 (0,62 – 0,68 µm), banda 4 (0,77 – 0,86 µm) e banda 5 (1,55 – 1,70 µm). Possuindo uma resolução espacial de 23,5 m e 7 bits de resolução radiométrica, caracterizando 128 níveis de cinza [6].

Para a execução do Banco de Dados e do Projeto em Sistemas de Informações Geográficas, foi utilizado o software SPRING 5.4.2 disponível para download no site do INPE. Inicialmente foi criado um projeto e foram importadas as imagens dos satélites Landsat-5 e Resourcesat-1 e os vetores dos municípios do lado brasileiro, exportados do Banco ATLAS 2008, disponível no site do INPE, no formato Shapefile. Os vetores do lado paraguaio estão disponíveis no site da Global Administrative Areas.

A fim de georreferenciar a imagem do Resourcesat-1 em um sistema de coordenadas foi realizado o registro, com base na imagem georreferenciada do satélite Landsat-5. Além disso, para compor a área de estudo foram mosaicadas as duas imagens adquiridas de cada satélite.

Consequentemente, as imagens mosaicadas foram submetidas a técnica de MLME em que foi necessário realizar coletas de amostras de pixels dos componentes solo, sombra (água) e vegetação, gerando por fim imagens-fração respectivas.

A fim de obter a classificação da imagem e por consequência o Mapa de Uso e Ocupação de Solo, as imagens-fração sombra dos dois satélites foram submetidas a segmentação com similaridade 8 e área/pixel 16. Em seguida utilizou-se o método ISOSEG de classificação com limiar de aceitação de 75% e 5 iterações.

3. RESULTADOS

Após o mosaico, georreferenciamento e aplicação do conraste nas imagens dos satélites Resourcesat-1 e Landsat-5 as áreas com vegetação ficaram mais evidenciadas devido a cor verde, a água na cor azul, as áreas com solo exposto e plantação agrícola em diferentes tonalidades de roxo. Notou-se que

apesar da diferença de um ano entre as imagens a presença de solo exposto é bem parecida entre elas.

Após isso foram coletadas amostras de vegetação, água e solo das imagens para o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) e com isso obteve-se os gráficos da Figura 2. Esses gráficos mostram a reflectância dos objetos de amostra no espectro, a água, por exemplo, apresenta reflectância na faixa do vermelho (0,6µm a 0,7µm) e absorbância no infravermelho próximo (0,7 a 1,3µm) e médio (1,3 a 6µm). A vegetação tem melhor resposta espectral e apresenta grande distinção do solo exposto na região do infravermelho próximo. Por sua vez, na faixa do infravermelho médio o solo tem alta reflectância, como pode-se observar na Figura 2, mostrando que a coleta de amostras foi satisfatória.

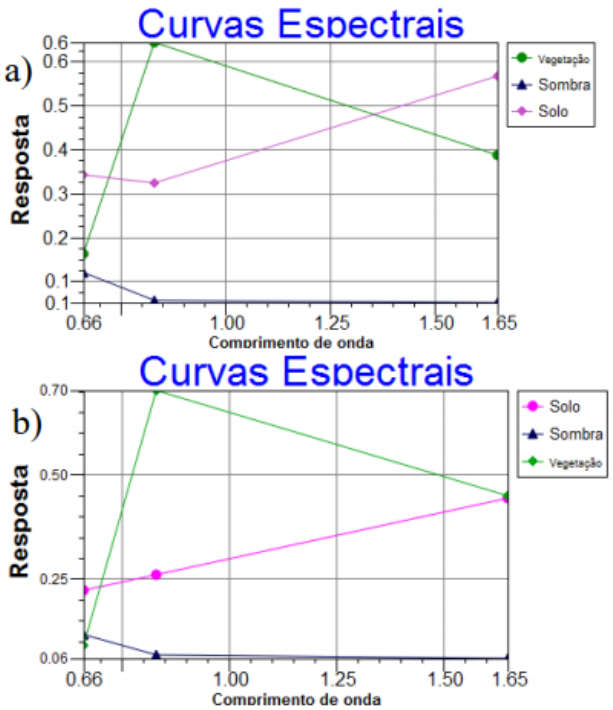

Figura 2. Gráficos dos MLME gerados com as respostas espectrais das amostras das imagens: a) Landsat-5 b) Resourcesat-1.

Depois da análise dos gráficos foi gerado três imagens-fração para cada uma das imagens. Das três foram escolhidas as imagens-fração sombra de cada satélite para serem submetidas a segmentação por apresentar maior contraste entre os componentes, facilitando assim a classificação.

As partes em que se encontra água nas imagens estão representadas por níveis de cinza mais claros que os demais, evidenciando principalmente o Lago de Itaipu. Enquanto que os níveis de cinza médios indicam a vegetação e os mais escuros representam regiões de áreas agrícolas.

Após a escolha das imagens, as mesmas foram segmentadas com similaridade 8 e área de pixel de 16 pelo método de crescimento de regiões obtendo-se assim regiões que se mostram bem segmentadas, facilitando a classificação.

4. DISCUSSÃO

A partir da classificação das imagens-fração sombra, foi gerado um mapa de uso e cobertura do solo para cada satélite (Figura 3). As quantificações das classes temáticas e suas porcentagens estão ilustradas na Tabela 1.

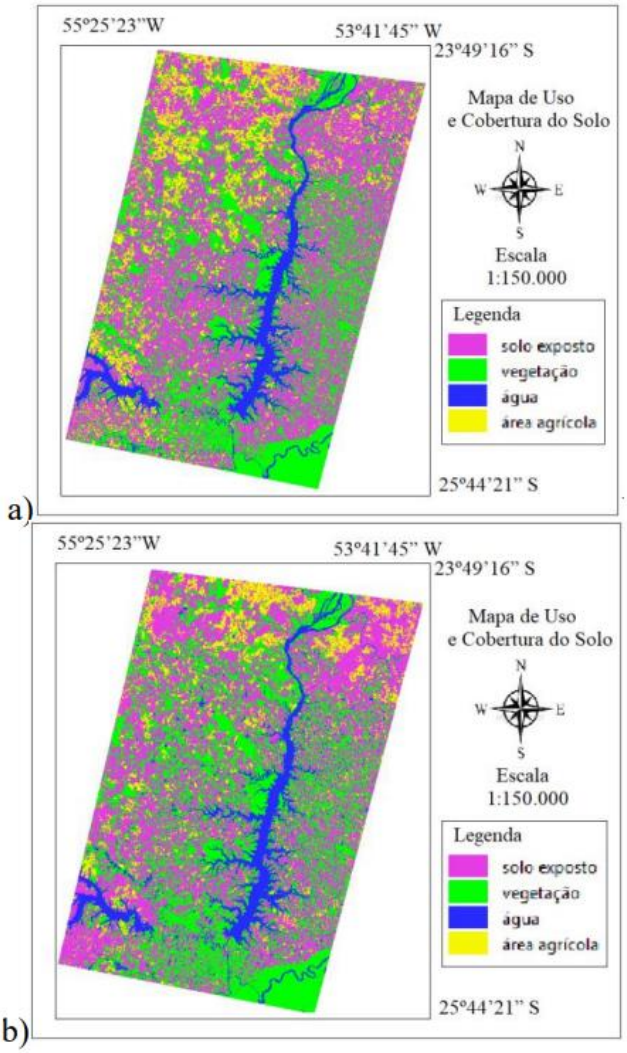

Figura3. Mapas de uso e cobertura do solo dos satélites: a) Landsat-5 b) Resourcesat-1.

Tabela 1. Quantificação das classes temáticas ás margens do Lago de Itaipu

Classes	Landsat-5 (%)	Resourcesat-1 (%)
Água	7,74	9,53
Solo Exposto	47,39	45,01
Área Agrícola	11,23	8,78
Vegetação	33,64	36,67
Total	100,00	100,00

Os resultados da Tabela 1 indicam que em ambos os mapas de uso e cobertura do solo, a classe predominante foi a de solo exposto, seguida pela vegetação, que no mapeamento incluiu as áreas com gramíneas, e por fim área agrícola e água.

Observando as porcentagens, em ambas as imagens os resultados foram similares quanto as medidas das classes, mostrando principalmente a grande extensão de solo exposto, evidentemente causada pela data de captura das imagens, período em que os cultivos estão recém plantados.

Assim, descata-se que mesmo com distinção espacial e radiométrica das imagens, os dados obtidos das medidas de classes ficaram parecidos, inclusive o alvo de maior área que foi o solo exposto nas duas imagens, seguido do alvo de vegetação.

5. CONCLUSÕES

O Modelo Linear de Mistura aplicado na imagem dos satélites Landsat-5 e Resourcesat-1 mostrou que a imagem-fração sombra apresentou o melhor resultado para o realce dos alvos de interesse vegetação, solo exposto, agricultura e água, referentes ás margens do Lago de Itaipu no ano de 2011 e 2012.

Apesar de serem de datas diferentes, e da distinção espacial e radiométrica das imagens, a medida de classes apurou dados que se mostraram muito parecidos. Na segmentação essa imagem-fração apresentou ótimos resultados, permitindo uma maior separação entre os alvos. Com isso a classificação foi facilitada, gerando o mapa de uso e cobertura do solo com mais temas automáticos e permitindo melhor distinção dos alvos.

Destaca-se que outros estudos de MLME com imagens do Landsat-5 ou Resourcesat-1, de datas diferentes, podem ser aplicados nas margens do Lago, fomentando análises multitemporais, a fim de verificar o avanço da fronteira agrícola na região bem como monitorar as áreas de vegetação.

6. REFERÊNCIAS

[1] Meneses, P. R.; ALMEIDA, Tati (Org.). “Introdução Ao Processamento De Imagens De Sensoriamento Remoto”. Brasília: Cnpq, 2012. 276 p. Disponível em: <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>. Acesso em: 12 jul. 2017.

[2] Steffen, C.A. “Introdução ao Sensoriamento Remoto”. Disponível em: <http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm> Acesso em 27 de Agosto de 2016.

[3] Silva, B. B. “Aplicações Ambientais Brasileiras Com Geoprocessamento E Sensoriamento Remoto”. Campina Grande – Pb. 2013. 214 p.

[4] Shimabukuro, Y.E. Novo, E.M. Ponzoni, F.J. “Índice De Vegetação E Modelo Linear De Mistura Espectral No Monitoramento Da Região Do Pantanal”. Pesq. agropec. bras., Brasilia, v.33, Número Especial, p1729-1737, out. 1998

[5] INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. “SPRING: Modelos de Mistura”. 2006. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/mistura/mistura.htm> Acesso em 27 de Agosto de 2016.

[6] Lu, D., Batistella, M., Moran, E., Li, G., Hetrick. S., Freitas. C.C., Dutra. L.V, Sant’anna. S.J.S. “Linear Spectral Mixture Analysis Of Tm Data For Land-Use And Land-Cover Classification In Rondônia, Brazilian Amazon.” Pesq. agropec. bras., Brasília, v.47, n.9, p.1185-1208, set. 2012.

[7] Shimabukuro, Y.E. “Shade images derived from linear mixing models of multispectral measurements of forested areas”. Ph. D. Dissertation, Department of Forest and Wood Sciencies, Colorado State University, Fort Collins, Colorado. 1987.