

USO E COBERTURA DA TERRA COMO SUBSÍDIO À AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS POR OPÇÕES DE MANEJO EM SISTEMAS PRODUTIVOS NA AMAZÔNIA

ADRIANA F. CONCEIÇÃO¹; CARLOS F. QUARTAROLI²; MATEUS BATISTELLA³

N° 10501

RESUMO

Imagens de reflectância e do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) obtidas a partir de imagens TM do satélite Landsat 5 dos anos de 1997 e 2009 foram utilizadas para delimitar áreas com diferentes densidades de cobertura vegetal na região de Santarém, Pará. As imagens de NDVI permitiram diferenciar áreas com cobertura vegetal esparsa de áreas com cobertura vegetal densa. As áreas com cobertura densa, tanto aquelas com cobertura arbórea quanto aquelas com cobertura herbácea ou arbustiva, não apresentaram diferenças quanto ao NDVI; entretanto, a reflectância na banda 4 do Landsat (infravermelho próximo) mostrou-se eficiente na separação de áreas com cobertura densa arbórea (florestas) de áreas com cobertura densa herbácea ou arbustiva. Na área de estudo predominam as áreas com cobertura densa arbórea, porém é significativa a redução dessas áreas quando são comparados dados de 1997 e 2009.

Os dados obtidos constituem informação preliminar para estudos que visem avaliar os serviços ambientais prestados pelas diferentes formas de uso e manejo das terras, bem como o impacto sobre os serviços ambientais causados pelas alterações na cobertura vegetal e no uso das terras na Amazônia.

ABSTRACT

Reflectance and normalized difference vegetation index (NDVI) images obtained from Landsat 5 TM images for 1997 and 2009 were used to delineate areas with different densities of vegetation cover in the region of Santarém, Pará, Brazil. NDVI images allowed for differentiating areas with sparse vegetation cover from areas with dense vegetation cover. Areas with dense vegetation cover, both arboreous cover and shrubby or herbaceous cover, showed no differences in terms of NDVI; however, reflectance in Landsat band 4 (near infrared) was efficient in distinguishing areas with

¹ Bolsista CNPQ: Graduação em Geografia, PUCCAMP, Campinas-SP, fantinati@cnpm.embrapa.br

² Co-orientador: Pesquisador, Embrapa Monitoramento por Satélite

³ Orientador: Pesquisador, Embrapa Monitoramento por Satélite

dense arboreous vegetation cover (forests) from areas with dense shrubby or herbaceous vegetation cover. In the study area, areas with dense arboreous cover are predominant, however, there is a significant reduction in those areas when data from 1997 and 2009 are compared.

The data obtained provide preliminary information for studies aimed at assessing the environmental services provided by different forms of land use and management, as well as the impact on environmental services caused by changes in land cover and land use in Amazonia.

INTRODUÇÃO

Os serviços ambientais emergem como um importante instrumento de políticas para a conservação ambiental e para o desenvolvimento socioeconômico, particularmente na Amazônia, bioma com altíssimo valor de serviços ambientais, porém sujeito à crescente ocupação de suas terras pela expansão agropecuária e à degradação de seus recursos naturais.

A implementação de leis para o reconhecimento e remuneração por serviços ambientais ainda esbarra em questões elementares, como a falta de indicadores desses serviços e de conhecimento dos processos econômicos, sociais e culturais envolvidos na ocupação da região. Assim, faz-se necessária uma base de conhecimento científico para subsidiar modelos que deem suporte às políticas públicas para viabilização dos serviços ambientais como instrumento para a sustentabilidade produtiva e socioambiental na Amazônia. A identificação dos diferentes tipos de paisagem que ocorrem atualmente na Amazônia e as transformações ocorridas nessa paisagem nos últimos anos são informações primordiais para essa base.

Os produtos de sensoriamento remoto orbital são, atualmente, usados amplamente no estudo da paisagem e do uso das terras. A interpretação desses produtos permite reduzir custos, tempo e trabalhos de campo na identificação e delimitação espacial de unidades e feições da paisagem. A disponibilidade de produtos de diferentes épocas permite, ainda, fazer a comparação da situação atual com situações passadas e a caracterização das alterações ocorridas na paisagem decorrentes da influência antrópica.

Neste trabalho, produtos de sensoriamento remoto orbital foram usados para fazer a caracterização prévia da cobertura das terras e a inferência de seu uso em área situada no Estado do Pará, na região de influência da rodovia BR 163, nos anos de 1997 e 2009. Posteriormente, essa caracterização será complementada com trabalhos de campo e o uso de outros produtos de sensoriamento remoto, com o objetivo de integrar a base de dados que será usada para avaliar os serviços

ambientais prestados pelas diferentes formas de uso e manejo das terras, bem como para entender o processo de ocupação da região e para subsidiar as políticas públicas de conservação e desenvolvimento da Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é delimitada pelos meridianos 54°24'26,47"W e 55°03'23,36"W e pelos paralelos 2°29'55,53"S e 3°32'27,80"S. Abrange terras dos municípios de Belterra, Santarém, Placas e Aveiro, todos situados no Estado do Pará. A área é cortada pela rodovia BR 163 e constitui área de expansão da fronteira agrícola, com predominância da agricultura empresarial de grãos.

Imagens do sensor TM do satélite Landsat 5, cena 227/62, de 12/07/2009 e de 27/07/1997, foram adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens foram submetidas à correção atmosférica e seus números digitais foram transformados em valores de reflectância pelo método Dark Object Subtraction (DOS) proposto por Chavez Junior (1996). Os parâmetros necessários à correção atmosférica e à transformação em valores de reflectância foram calculados com o auxílio de planilha eletrônica adaptada, desenvolvida originalmente por Gürtler et al. (2005).

As imagens foram ortorretificadas tomando como referência uma imagem ortorretificada do sensor TM do satélite Landsat 5 de 01/07/2005, juntamente com o modelo digital de elevação em grade de 30 metros, ambos disponíveis no Global Land Cover Facility (GLCF). A ortorretificação foi realizada com o auxílio do software ERDAS Imagine.

O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) foi calculado para todos os pixels de ambas as imagens por meio da equação $NDVI = (\rho_{IVP} - \rho_V) / (\rho_{IVP} + \rho_V)$, onde ρ_{IVP} é a reflectância na banda do infravermelho (banda 4 do Landsat 5 – TM) e ρ_V é a reflectância na banda do vermelho (banda 3 do Landsat 5 - TM). O NDVI é frequentemente usado para estimar atributos da vegetação, entre os quais o nível de cobertura vegetal do terreno. Geralmente, áreas com vegetação densa apresentam valores altos de NDVI por causa da reflectância relativamente alta no infravermelho próximo e baixa no visível (LILLESAND et al., 2004).

Os pixels dessas imagens foram agrupados em cinco classes: classe 1, $NDVI \leq 0$; classe 2, $0 < NDVI \leq 0,30$; classe 3, $0,30 < NDVI \leq 0,45$; classe 4, $0,45 < NDVI \leq 0,70$ e classe 5, $NDVI > 0,70$. Pela análise visual simultânea das imagens de NDVI e das imagens de reflectância das bandas 5, 4 e 3 em composições coloridas falsa cor, pode-se constatar que havia dois padrões distintos entre os pixels agrupados na classe 5. A investigação da reflectância desses pixels na banda 4

mostrou que o limiar de 0,40 separava bem os padrões observados visualmente. Desse modo, criou-se a classe 6 para os pixels com reflectância menor que 0,40 na banda 4. Na classe 5, ficaram os pixels com reflectância maior que 0,40 na banda 4. As áreas ocupadas por cada classe foram calculadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A FIGURA 1 apresenta as seis classes de cobertura das terras na área de estudo. Na composição colorida das bandas 3, 4 e 5 das imagens de reflectância, os agrupamentos de pixels da classe 6 mostram uma textura rugosa e tons escuros. Já os agrupamentos de pixels da classe 5 mostram uma textura predominantemente lisa e tons claros. Pode-se interpretar por esses padrões, pelas formas e pelo contexto em que aparecem nas imagens, que a classe 6 corresponde a áreas com cobertura vegetal densa de porte arbóreo. Essas áreas são características da floresta primária e dos estágios avançados de sucessão secundária florestal. A classe 5 também corresponde a áreas com cobertura vegetal densa, porém de pequeno porte (herbáceo ou arbustivo), geralmente relacionadas a áreas de locais desmatados em estágio inicial de regeneração florestal, locais usados como pastagem ou, ainda, áreas com culturas agrícolas com cobertura total do solo. As classes 2, 3 e 4 correspondem a áreas com solo exposto ou parcialmente coberto por vegetação. Essa cobertura vegetal é maior na classe 4, intermediária na classe 3 e menor ou mesmo ausente na classe 2. Essas classes são características de áreas recém-desmatadas, áreas preparadas para o plantio, culturas agrícolas que não cobrem totalmente o solo, estradas, áreas com vegetação esparsa em geral e, eventualmente, áreas urbanas e construções. Finalmente, a classe 1 representa as áreas relativas aos corpos d'água.

A quantificação das áreas de cada classe é apresentada na TABELA 1, em hectares e em porcentagem em relação à área total de estudo. A área da classe 6 totalizava 87,39% da área total em 1997 e 75,69% em 2009, e representa a conversão de florestas em áreas agrícolas ou pastagens ou áreas desmatadas sem uso produtivo. Logicamente, as áreas ocupadas pelas classes de 2 a 5 aumentaram de 1997 a 2009. Entre as áreas não florestadas predominavam as da classe 5.

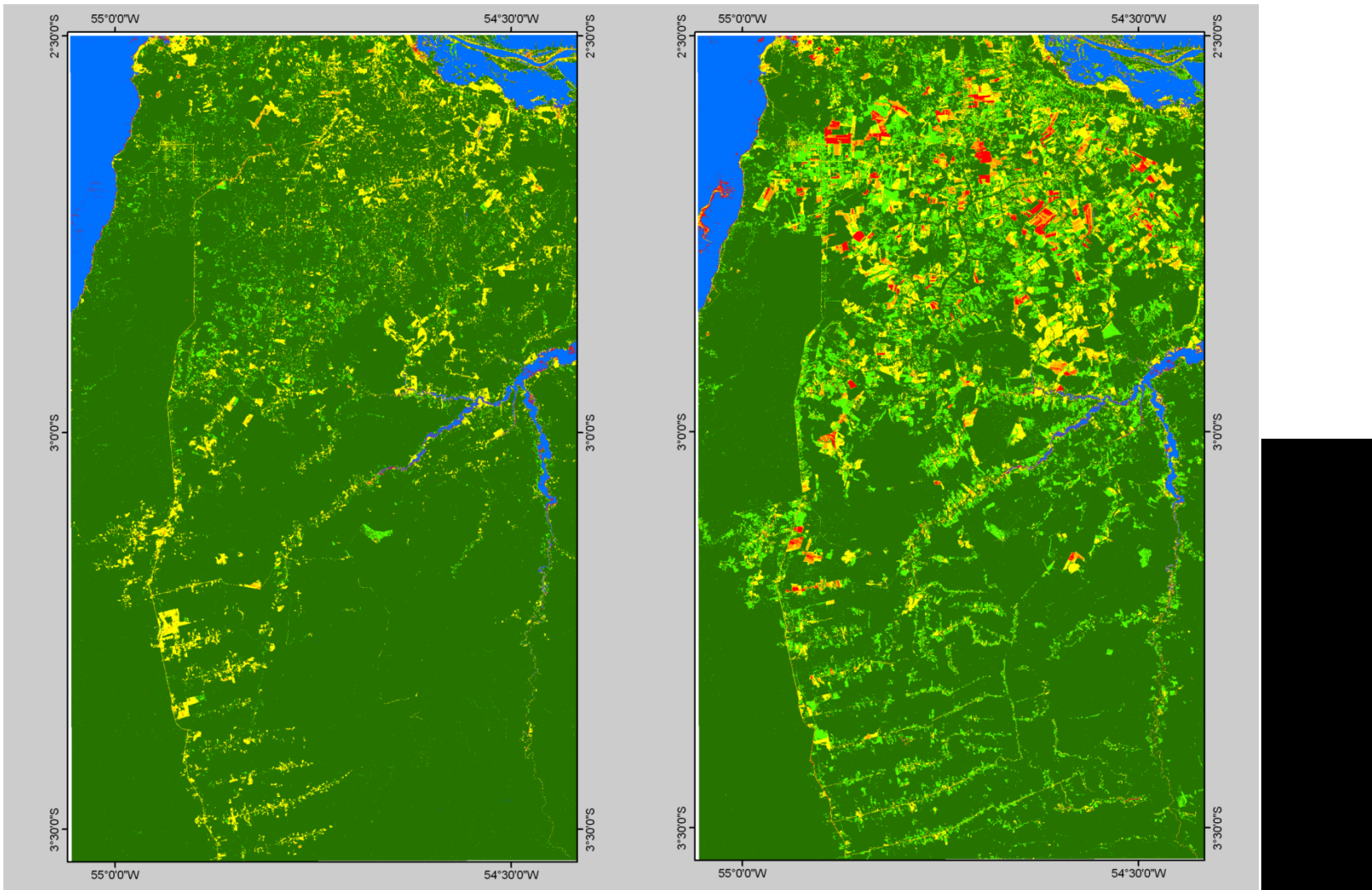


FIGURA 1. Classes de cobertura das terras – situação em julho de 1997 e julho de 2009.

TABELA 1. Área ocupada pelas classes de cobertura das terras em 1997 e 2009. Valores em hectares (ha) e em porcentagem em relação à área total de estudo.

Classes	1997 (ha)	1997 (%)	2009 (ha)	2009 (%)	Alteração (ha) (2009 – 1997)	Alteração (%) (2009- 1997)
Classe 1	41.302	4,99	39.517	4,77	-1.785	-0,22
Classe 2	1.803	0,22	9.294	1,12	7.490	0,90
Classe 3	2.915	0,35	13.485	1,63	10.570	1,28
Classe 4	42.505	5,13	56.185	6,78	13.681	1,65
Classe 5	15.950	1,93	82.888	10,01	66.938	8,08
Classe 6	723.843	87,39	626.948	75,69	-96.894	-11,70
Total	828.317	100,00	828.317	100,00	0	0,00

CONCLUSÃO

As imagens de NDVI permitiram diferenciar áreas com cobertura vegetal esparsa de áreas com cobertura vegetal densa. As áreas com cobertura densa, tanto de porte arbóreo quanto de porte herbáceo ou arbustivo, não apresentaram diferenças no NDVI. Já a reflectância na banda 4 (infravermelho próximo) do Landsat 5 – TM mostrou-se eficiente na separação das áreas com cobertura densa em áreas com vegetação arbórea (florestas) e áreas com vegetação de pequeno porte (herbácea ou arbustiva).

Predominam na área de estudo as áreas com cobertura vegetal densa, porém é significativa a redução dessas áreas quando são comparados dados de 1997 e 2009.

Os dados obtidos constituem informação preliminar para estudos que visem avaliar os serviços ambientais prestados pelas diferentes formas de uso e manejo das terras, bem como o impacto sobre os serviços ambientais causados pelas alterações na cobertura vegetal e no uso das terras na Amazônia.

AGRADECIMENTOS

O autor principal agradece ao CNPq – PIBIC, pelo apoio na realização deste trabalho; à Embrapa Monitoramento por Satélite, pela oportunidade de estágio; e à PUCC, pela formação acadêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAVEZ JUNIOR, P. S. Image-based atmospheric corrections: revisited and improved. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Bethesda, v. 62, p. 1025-1036, 1996.

GÜRTLER, S.; EPIPHANIO, J. C. N.; LUIZ, A. J. B.; FORMAGGIO, A. R. Planilha eletrônica para o cálculo da reflectância em imagens TM e ETM+ LANDSAT. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 57 p. 162-167, 2005.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. 5. ed. New York: John Wiley & Sons, 2004. 763 p.