

DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO BRASILEIRO - PROJETO TREES 3

JOÃO F. S. K. C. **PINTO**¹; CARLOS A. **COUTINHO JÚNIOR**²; MARIA F. L. **BENTO**³;
EDLENE A. M. **GARÇON**⁴

Nº 10507

RESUMO

Este trabalho trata da validação das classificações realizadas para o território brasileiro nos anos de 1990 e 2000 pelo projeto Global Monitoring (TREES-3), uma parceria entre a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e o Joint Research Centre (JRC). O objetivo foi estimar a dinâmica da cobertura vegetal nas áreas de interesse no período de 1990 a 2000. Um total de 708 amostras de imagens Landsat com 400 km² de área cada passou pelos processos de segmentação e classificação supervisionada. A validação foi feita visualmente com o auxílio do Google Earth e teve como resultado 16% de mudança da cobertura vegetal florestal para outro tipo de cobertura (*other land cover*) nas áreas já validadas, que são Amazônia, Cerrado e Maranhão. No Pampa houve um aumento de 2% de cobertura florestal, devido à crescente prática de plantio de florestas homogêneas, que consiste na plantação de pinus e eucalipto para exploração madeireira.

ABSTRACT

This work addresses the validation of the classifications made in the Brazilian territory in 1990 and 2000 by the Global Monitoring (TREES-3) project, a partnership between Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and Joint Research Centre (JRC). The objective of this work was to estimate the dynamics of vegetation cover in the areas of interest for the period between 1990 and 2000. A total of 708 samples of images from Landsat Satellite, within an area of 400 km² was submitted to segmentation and supervised classification processes. The validation was performed visually with the aid of the Google Earth software and the results showed a change of 16% from forest plant cover to another type of coverage (*other land cover*) in Amazonia, Cerrado and Maranhão. Pampa, showed a 2% increase in forest vegetation cover, which is due to the growing practice of forest for logging.

¹ Bolsista Embrapa Monitoramento por Satélite: Graduação em Geografia, PUCCAMP, Campinas-SP, jfkneipp@gmail.com.

² Bolsista Embrapa Monitoramento por Satélite: Graduação em Engenharia Ambiental, PUCCAMP, Campinas-SP.

³ Bolsista Embrapa Monitoramento por Satélite: Graduação em Geografia, PUCCAMP, Campinas-SP.

⁴ Orientador: Analista de Geoprocessamento, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.

INTRODUÇÃO

Este trabalho é resultado da validação de classificações realizadas pelo Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability (JRC–IES) no projeto Global Monitoring (TREES-3), que desenvolveu métodos de acompanhamento de recursos de cobertura florestal a partir de uma perspectiva global. Este projeto é parte de um programa da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) que reúne informação atualizada sobre os recursos florestais para todas as nações do mundo por meio de seu programa Global Forest Resources Assessment (FRA-2010). O projeto em questão é o Remote Sensing Survey (RSS), que é realizado em colaboração com o JRC e organizações regionais e nacionais. São três os projetos do RSS: TREES-3, MONDE e FOREST, que visam produzir estimativas da dinâmica da cobertura vegetal nos níveis continental e regional, cobrindo os trópicos e a Europa nos períodos de 1990, 2000 e 2005 com base em amostras de imagem de satélite com resolução espacial de 30 metros. Um sistema operacional foi desenvolvido pelo JRC para o processamento e avaliação das mudanças na vegetação desse grande conjunto de imagens multitemporais em 4 mil amostras de 20 km² localizadas nos trópicos e 2 mil amostras de 10 km² localizadas no continente europeu.

A avaliação baseada em sensoriamento remoto das mudanças florestais foi implementada em cooperação com a FAO Forest Resources Assessment, e o projeto TREES-3 tem por função fomentar a cooperação científica em silvicultura entre as instituições de pesquisa em nível internacional, especificamente nas áreas de estudo.

As atividades do JRC Global Monitoring (TREES-3) foram iniciadas em 2007 no EU 7th Research Framework Program 2007-2013 e têm por base as pesquisas do projeto anterior, JRC TREES. Um primeiro monitoramento foi realizado nos países tropicais: cerca de 400 amostras de imagem na África Central, 800 na África Oriental e Austral, 700 no Brasil e 150 na Indonésia. Esse primeiro monitoramento forneceu a base para um primeiro conjunto de oficinas sobre como interpretar os mapas para treinar especialistas em floresta e sensoriamento remoto provenientes desses países. As primeiras oficinas foram realizadas na África, para o treinamento de peritos do continente. Em outubro, peritos do Serviço Florestal da Indonésia e especialistas da Embrapa Monitoramento por Satélite participaram de uma oficina no JRC em Ispra, na Itália. As áreas geográficas abrangidas são: África tropical e subtropical, América do Sul tropical, América Central e Caribe, Ásia tropical sul e sudeste e Eurásia boreal.

Os principais objetivos do projeto TREES-3 são: (1) reduzir as incertezas nas estimativas da dinâmica da cobertura florestal mundial e de processos relacionados

com a biosfera e a atmosfera, (2) prestar informações aos serviços da Comissão Europeia no apoio à definição de políticas no âmbito dos acordos ambientais multilaterais, (3) documentar a extensão de cobertura florestal em regiões tropicais e boreais e (4) atualizar as estimativas de mudanças florestais globais e regionais.

O objetivo específico deste estudo refere-se à validação de classificações realizadas pelo JRC no território brasileiro nos anos de 1990 e 2000, com a finalidade de analisar a dinâmica da cobertura vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

O mapeamento da cobertura florestal regional foi realizado por meio do emprego de imagens de satélite de média resolução espacial (250 m – 300 m), provenientes dos sensores MODIS (satélite EOS) e MERIS (satélite ENVISAT). A avaliação das alterações da cobertura florestal para o período de 1990, 2000 e 2005 foi baseada em imagens de satélite de melhor resolução espacial (10 m – 30 m) utilizando um método de amostragem sistemática (grade geográfica de 1°).

O método escolhido considerou a necessidade de interpretar um grande conjunto de imagens de satélite multitemporais de média resolução espacial com a tarefa principal de avaliar, para cada unidade amostral e com a maior precisão possível, a cobertura florestal e sua dinâmica entre três datas ou ao longo de dois períodos (1990 a 2000 e 2000 a 2005).

O processo de segmentação e rotulagem das unidades amostrais seguiu algumas etapas (FAO, 2010):

1. Selecionou-se como apropriada uma unidade mínima de mapeamento (Minimum Mapping Unit – MMU) de 5 ha para a finalidade específica de avaliação global.
2. Foram aplicadas segmentações a pares de imagens calibradas e normalizadas de mesma localização e datas diferentes. São grupos de pixels adjacentes que mostram uma trajetória similar de mudança do solo entre as duas datas, formando polígonos com 5 ha de MMU.
3. Selecionaram-se áreas de treinamento para rotulagem da cobertura do solo e produção de assinaturas espectrais representativas para cada classe.
4. Foi feita, então, a classificação automática de segmentos com rótulos pré-atribuídos de cobertura do solo: os segmentos são rotulados separadamente de forma automática para cada data de avaliação pelo agrupamento digital

supervisionado pelos procedimentos de classificação com o conjunto representativo de assinaturas espectrais, gerando mapas de cobertura florestal preliminar.

5. Verificação visual e rotulação final da cobertura do solo: interpretação visual conduzida de forma independente em imagens multitemporais para verificar e ajustar os rótulos pré-designados para cada segmento em diferentes datas.

Este trabalho trata apenas da quinta etapa, que realizou a verificação visual e a rotulação final da área de estudo. Para a análise e classificação da vegetação, foram usadas imagens Landsat 5 e 7 referentes aos anos de 1990 e 2000. Essa escolha se justifica, pois o satélite Landsat é o único que disponibiliza imagens nessas datas de todos os locais estudados. Ao todo são 708 recortes de imagens Landsat de 20 km x 20 km a uma distância de 180 km entre si. A composição utilizada para a análise das imagens foi RGB 543.

Para facilitar a análise, as áreas de estudo foram divididas em sete, de acordo com a semelhança de suas características: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica e Pampa, além do Estado do Maranhão, que foi analisado separadamente, pois, além de abrigar uma grande variedade de coberturas vegetais, a própria Embrapa Monitoramento por Satélite realizou o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Maranhão (MIRANDA, 2010) e, com esses dados, aumentou a precisão da análise nas áreas distribuídas pelo estado. Neste trabalho não foram contempladas as áreas Caatinga, Mata Atlântica e Pantanal, pois essas validações não foram concluídas.

O programa utilizado para a classificação das imagens é um software desenvolvido pelo JRC e intitulado *JRC Validation Tool*, até então para uso exclusivo deste projeto. Primeiramente foi realizada a segmentação das imagens e a classificação digital dos segmentos de acordo com suas propriedades espectrais, de modo automático. O programa apresenta nove classes distintas para a classificação, mas apenas quatro foram utilizadas. As respectivas classes são: *tree cover*, *tree cover mosaic*, *shrub cover* e *other land cover*, além de *water* para denominar rios, lagos, barragens, represas etc. Para melhor entendimento, cada classe está definida como (EVA, 2009):

- *Tree cover*: área maior ou igual a 70% de cobertura florestal.
- *Tree cover mosaic*: área com 30% a 70% de cobertura florestal.

- *Shrub cover*: área maior ou igual a 70% de cobertura arbustiva. Exemplo: vegetações que não ultrapassem 5 metros de altura, como arbustos, capoeira, agricultura entre outros.
- *Other land cover*: área com 70% ou mais de cobertura herbácea ou terras nuas. Exemplo: urbanizadas, pastagens e solo exposto.

Como suporte para a validação, foi utilizada a ferramenta Google Earth, por possuir imagens de melhor resolução espacial e fotos e informações relevantes no caso de dúvidas com relação à vegetação, solo, entre outros, e o software ArcGis, que auxiliou no processamento das informações e das imagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A TABELA 1 mostra os resultados obtidos nos biomas estudados e no Estado do Maranhão.

TABELA 1. Cobertura do solo (km²).

		<i>Tree cover</i>	<i>Tree cover mosaic</i>	<i>Shrub cover</i>	<i>Other land cover</i>
Amazônia	1990	121.587,86	3.766,68	5.233,46	11.389,29
	2000	114.181,18	3.801,52	6.694,65	17.299,94
Cerrado	1990	2.738,94	1.245,74	17.620,01	8.713,89
	2000	2.473,24	1.185,36	15.581,49	11.078,48
Pampa	1990	469,87	339,69	4.455,05	2.247,80
	2000	596,84	385,52	3.444,97	3.085,08
Maranhão	1990	2.858,15	2.492,50	2.621,75	3.499,18
	2000	1.785,50	2.446,88	2.615,65	4.623,55

De acordo com os resultados obtidos, em 1990 a Amazônia, que corresponde a 75% da área estudada, possuía 86% de sua área coberta por *tree cover*. Em 2000, houve uma redução de 6% dessa área, com 1% transformado em *shrub* (arbustiva) e 4% em outro tipo de cobertura. No Cerrado, em 1990 apenas 9% da área era *tree cover*, 4% de *tree cover mosaic* e 58% de vegetação arbustiva. Em 2000, houve redução em todas essas formações, o que resultou em um aumento de 8% em outros tipos de cobertura. No Pampa houve um aumento de 2% de cobertura florestal, devido à crescente prática de plantio de florestas homogêneas, que consiste na plantação de pinus e eucalipto para exploração madeireira. Houve também uma redução de 13% de vegetação arbustiva, o que resultou em aumento de outras coberturas (11%). No Estado do Maranhão, havia 25% de *tree cover* em 1990, número reduzido em 9% no ano de 2000. *Tree cover mosaic* também teve sua área reduzida (1%), o que resultou em 11% de aumento das outras coberturas do solo.

CONCLUSÃO

De acordo com a avaliação dos resultados obtidos pela classificação das imagens que cobrem parcelas do Brasil, foi possível constatar que está ocorrendo uma notória diminuição da cobertura verde no País. No intervalo de dez anos analisado, as classes *tree cover* e *tree cover mosaic*, que representam as florestas, foram reduzidas e em seu lugar ficaram as classes *shrub cover* e *other land cover*, que representam plantações, pastagens e até mesmo o solo exposto. No Pampa houve um aumento de 2% de cobertura florestal, devido à crescente prática de plantio de florestas homogêneas, que consiste na plantação de pinus e eucalipto para exploração madeireira.

Pelo exposto, o presente trabalho apresentou resultados satisfatórios, pois demonstrou a dinâmica da cobertura do solo de maneira bastante eficiente. Mapeamentos já existentes, como o PROBIO, e a realização de trabalhos de campo, seriam interessantes na validação mais precisa destes dados, o que poderia ser feito numa outra etapa deste projeto.

REFERÊNCIAS

EVA, H. **TREES Technical Notes: classification and validation**. 2009. (Relatório Técnico).

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Global Forest Resources Assessment**. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/fra/en>>. Acesso em: 21. jun. 2010.

MIRANDA E. E.; SANTOS, M. V.; COUTINHO A. C.; GUIMARÃES, M. **Zoneamento ecológico-econômico do estado do Maranhão**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2001. Disponível em: <<http://www.zee.ma.gov.br>>. Acesso em: 21. jun. 2010.