

# ATUALIZAÇÃO DO USO E DA COBERTURA DA TERRA NO ESTADO DA BAHIA COM O USO DE IMAGENS ORBITAIS PARA APLICAÇÕES EM MODELOS METEOROLÓGICOS.

*Rita M. S. P. Vieira<sup>1</sup>, Regina C. S. Alvalá<sup>1</sup>, Vitor C. Carvalho<sup>2</sup>, Thiago A. Salles<sup>1</sup>,  
Eliana M. K. Mello<sup>2</sup>, Sebastião Ferraz Neto.<sup>1</sup>*

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi elaborar um mapa atualizado da cobertura vegetal e de uso e cobertura da terra no Estado da Bahia para utilização em modelagem meteorológica. Para isto, utilizaram-se dados digitais de mosaico de imagens ETM<sup>+</sup> Landsat 7 e TM Landsat 5, imagens digitais do mosaico GeoCover da NASA, mapa dos cenários geoambientais e ecossistemas da região Nordeste e o mapa digital de vegetação do Estado publicado pelo IBGE (escala 1:5.000.000). Estes dados foram integrados em um Banco de Dados Georeferenciados - BDG e o mapa de vegetação do IBGE foi agregado a um sistema de classificação para compatibilização com os tipos de vegetação considerados no modelo de superfície “Simplified Simple Biosphere – SSiB”, gerando um mapa temático. A classificação do mosaico de imagens foi realizada utilizando procedimentos mistos, combinando métodos de segmentação e de classificação não supervisionada, interpretação visual e re-amostragem de pixels. Como resultado obteve-se o mapa de cobertura e uso do Estado da Bahia com resolução de 1 km e seis classes temáticas, o qual será agregado aos demais Estados da região Nordeste do Brasil.

**Palavras-chaves:** modelagem climática, uso e cobertura da terra, Estado da Bahia.

**ABSTRACT:** The present study aimed to produce updated vegetation cover and land use/cover maps from Bahia State for meteorological modeling application. The following data were incorporated in a Geocoded Database (BDG): Digital mosaic of ETM<sup>+</sup> Landsat 7 and TM Landsat 5 images, digital images from NASA GeoCover mosaic, a geoenvironmental map and a map of ecosystems from the Brazilian Northeast region, as well as the IBGE vegetation map (scale 1:5.000.000). The IBGE vegetation map was linked to a classification system in order to turn it compatible to the vegetation types determined by the “Simplified Simple Biosphere – SSiB” surface model. This procedure allowed us to generate a previous thematic vegetation map. The mosaic classification was done adopting combined procedures of image segmentation and classification methods, visual interpretation and pixels re-sampling. The result was a vegetation cover map of Bahia State with 1 km of resolution and six thematic classes. This map will be aggregated with others, which are under development for other Brazilian States in the Northeast region. This map will be used in regional climate simulation where it is expected a considerable improvement in the seasonal climate forecast.

**Keywords:** climatic modeling, land use and land cover, Bahia State.

---

<sup>1</sup> CPTEC-INPE. Av. dos Astronautas, 1758 – São José dos Campos. Tel.: (12) 3945 6644 - Fax: (12) 3945 6666  
rmarcia@cptec.inpe.br, regina@cptec.inpe.br, thiagos@cptec.inpe.br, ferraz@cptec.inpe.br

<sup>2</sup> LTID-INPE. Av. dos Astronautas, 1758 – São José dos Campos. Tel.: (12) 3945 6442 - Fax: (12) 3945 6468  
vitor@ltid.inpe.br, kalil@ltid.inpe.br

## **INTRODUÇÃO**

A região Nordeste do Brasil, mais as partes norte dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo (áreas de abrangência da antiga Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE) compreende uma área de aproximadamente 1.505.104 Km<sup>2</sup>. Esta área abrange onze Estados, entre as quais se destaca o Estado da Bahia, o qual é o maior estado da região, com área de aproximadamente 566.049 Km<sup>2</sup>. Por sua dimensão, a Bahia tem uma grande importância e impactos no clima regional sendo, portanto, de grande interesse a atualização dos usos e cobertura da terra.

O Nordeste é a macrorregião que apresenta a maior diversidade de quadros naturais e que contém a totalidade dos ambientes semi-áridos brasileiros. É a semi-aridez que a singulariza em relação às demais regiões do país. De acordo com dados oficiais, a área delimitada pelo “polígono das secas” de clima semi-árido, abrange cerca de 950.000 km<sup>2</sup>, ou seja, 58% do espaço regional (Andrade, 1977). Devido a essa complexidade e as constantes mudanças na cobertura vegetal o clima pode ser afetado, uma vez que a atmosfera é sensível ao albedo da superfície, à umidade do solo, à rugosidade, e outras características da superfície em muitas escalas de tempo (Charney, 1975).

Assim sendo, o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) está avaliando os impactos nas previsões de tempo e clima considerando uma representação mais realística da cobertura vegetal da região Nordeste, como parte de um projeto de pesquisa apoiado pela FAPESP, doravante denominado projeto PROVEG-NEB (Alvalá et al., 2003). O mapa inclui correção e atualização da cobertura vegetal sobre as regiões do Nordeste brasileiro, mais as partes norte dos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, além de informações sobre o uso da terra. No presente trabalho, pela sua importância no contexto regional, apresenta-se o mapa de cobertura vegetal e uso da terra atualizado do Estado da Bahia, o qual contém as classes de cobertura vegetal compatíveis aquelas do modelo Simplified Simple Model (SSiB), acoplado aos modelos atmosféricos global e regional do CPTEC.

## **ÁREA DE ESTUDO**

Para a realização do presente estudo considerou-se a área do Estado da Bahia que, conforme já mencionado, se destaca como o maior Estado da região Nordeste, o que corresponde a aproximadamente 38% da área de abrangência da SUDENE e 6,9% do Território Nacional.

Um dos elementos de identificação do Estado é o caráter maciço e elevado do seu relevo, constituído, na sua maior parte, por superfícies regulares com altitudes oscilando entre 200 a mais de 1000 m. Quanto às temperaturas médias anuais elas se apresentam elevadas, com valores acima de 22 °C, conferindo ao Estado certa homogeneidade, exceção verificada apenas nos trechos mais

elevados do divisor entre a bacia do São Francisco e a vertente Atlântica, onde ocorre um clima mais ameno (IBGE,1991).

Na faixa costeira quente e úmida, bastante estreita em relação à área do Estado, a estrutura econômica é heterogênea, predominando a agricultura de produtos comerciais. Nos trechos do norte ocorrem planícies e tabuleiros, com solos pobres e vegetação de pequeno porte, tendo como atividade importante a lavoura comercial do coco e o extrativismo vegetal (IBGE, 1991). No trecho do recôncavo baiano destaca-se a produção do fumo e da cana-de-açúcar. No sul predomina a cultura do cacau, sobretudo nas imediações de Ilhéus e Itabuna. Por outro lado, no interior, em decorrência das suas características climáticas (temperaturas elevadas e pouca pluviosidade), a ocupação se faz, sobretudo, com a expansão do rebanho bovino. Portanto, constata-se que o estado caracteriza-se por apresentar cobertura vegetal com predominância de agricultura.

## **METODOLOGIA**

Inicialmente criou-se um banco de dados no Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas – SPRING (Câmara et al., 1996), onde foram inseridos primeiramente o mosaico de imagens do satélite ETM<sup>+</sup> Landsat 7 e TM Landsat 5. As imagens utilizadas para a confecção deste mosaico são dos anos de 1999 e 2000, selecionando-se aquelas com o mínimo de cobertura de nuvens (em tese menos de 5%), com resolução espacial de 30 m e com projeção Policônica, datum Sad/69. Em alguns locais a cobertura de nuvens ultrapassava o limite estabelecido e, para permitir a melhor visualização do terreno, foi utilizado o mosaico das imagens GeoCover Landsat, também dos anos de 1999 a 2000, com resolução espacial de 30 m e projeção UTM/WGS84. Esse mosaico encontra-se disponível gratuitamente no endereço <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>.

Para auxiliar a interpretação visual das imagens foi assumido como verdade terrestre o mapa de vegetação do IBGE, escala 1:5.000.000 (Velo, 1991). Esse mapa foi acoplado à imagem de satélite e as linhas do vetor que estavam deslocadas sobre a imagem foram ajustadas através de edição vetorial. Outro dado auxiliar utilizado para as tomadas de decisão durante o processo de interpretação foi o mapa dos cenários geoambientais e ecossistemas da região Nordeste, escala 1:4.000.000 (Cavalcanti, 2003).

Após a montagem do banco foi realizada a compatibilização das classes de vegetação do mapa do IBGE com aquelas consideradas pelo modelo SSiB (Tabela 1). Como as classes do modelo SSiB são restritas, fez-se necessário fazer adaptações para algumas das classes interpretadas, sendo diferentes alvos agrupados em uma única categoria, embora nem sempre seja a melhor solução para este tipo de vegetação. Além disso, o mapa elaborado inclui também as áreas urbanas, úteis, por exemplo, para pesquisas em modelagem de dispersão de poluentes.

**Tabela 1 - Classes de vegetação consideradas no presente projeto e suas correspondências com as classes do IBGE e do modelo SSiB.**

<b>Projeto PROVEG-NE</b>	<b>IBGE</b>	<b>SSiB</b>
<b>1. Floresta Perene</b>	Da, Db, Ds, Dm, D_agric, Aa, Ab, As, A_agric, Mm, Mi e M_Agric, Pm, Pf, Pa.	<b>1. árvores latifoliadas perenes (florestas tropicais)</b>
<b>2. Floresta Decídua</b>	Fa, Fb, Fs, Fm, F_agric, Cb, Cs, Cm, C_agric.	<b>2. árvores latifoliadas/decíduas</b>
<b>4. Savana (cerrado)</b>	Sd, Sa, Sp, Sg, S_agric.	<b>6. árvores latifoliadas com coberturas arbustiva/herbácea</b>
<b>3. Savana Estépica (caatinga)</b>	Ed, Ea, Ep, Eg, E_Agric.	<b>8. arbustos latifoliados com coberturas herbáceas</b>
<b>5. Agropecuária</b>	Atividades agrícolas.	<b>12. cultivos</b>
<b>6. Solo Nu</b>	Não mapeado	<b>11. solo exposto</b>
<b>7. Área Urbana</b>	Não mapeado	<b>11. solo exposto</b>
<b>8. Corpos d'água</b>	Não mapeado	<b>13. água</b>

Após a compatibilização das classes de vegetação do mapa do IBGE com as do modelo SSiB e com a finalidade de agilizar o processamento das imagens e garantir uma classificação mais acurada, o mosaico, além de ser recortado pelo limite do Estado, foi também recortado pelo limite das classes correspondentes ao do mapa do IBGE.

A imagem resultante do recorte foi segmentada utilizando-se os limiares de similaridade 8 e área 30. Foi aplicado o classificador não supervisionado ISOSEG, por regiões, com limiar de aceitação igual a 90%, por separarem mais adequadamente os alvos analisados. Em seguida, foi criada uma chave de interpretação contendo as classes florestas perenes e decíduas, cerrado, caatinga, agropecuária, solo nu, água. O mapa temático atualizado da cobertura vegetal e uso da terra do Estado da Bahia foi re-amostrado para a resolução de 1 km, re-projetado para Lat/Long datum Sad/69 e convertido para uma grade numérica, através de um programa escrito na Linguagem Espaço-Geográfica (LEGAL).

## **RESULTADOS**

A Figura 1 ilustra o mapa de cobertura e uso da terra do Estado da Bahia, atualizado pelo projeto PROVEG-NEB.

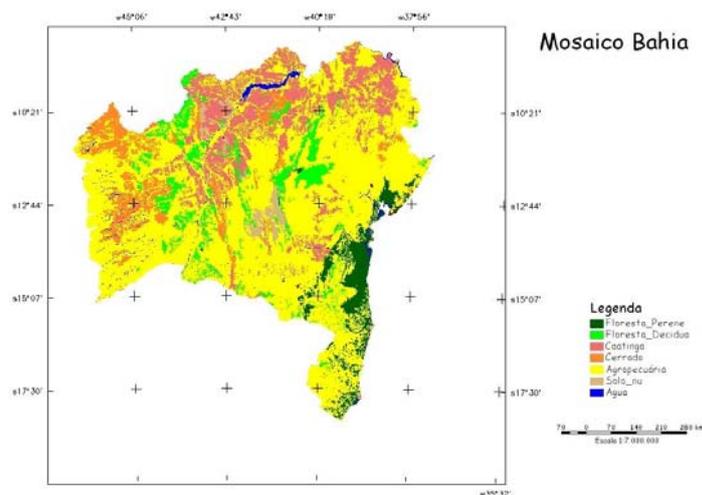


Fig 1 – Mapa de uso e cobertura da terra do Estado da Bahia

Obteve-se, como resultado da interpretação para a área de estudo, as seguintes porcentagens para cada uma das classes de cobertura e uso interpretadas: floresta perene 5%, floresta decídua 7%, caatinga 15%, cerrado 7%, agropecuária 63%, solo nu 2% e água 1%, mostrando o alto índice de desmatamento da cobertura vegetal original, se comparado ao mapa de vegetação do IBGE. Ressalta-se, também, que na classe agropecuária foram incluídas culturas em vários estágios de crescimento, culturas anuais e perenes, atividades agropastoris (pastagem extensiva) e áreas em desertificação ou em processo de desertificação.

As atualizações do mapa de cobertura vegetal e uso da terra do Estado da Bahia serão de grande importância para as simulações com os modelos atmosféricos regional (ETA) e global (MCGA) do CPTEC, e com outros modelos meteorológicos, em razão de sua extensa área, ou seja, correspondente a aproximadamente 38% da região total do Nordeste.

Algumas simulações preliminares realizadas no CPTEC/INPE com o modelo regional ETA, resolução de 40 Km, considerando o mapa de cobertura vegetal atualizado da região da Amazônia Legal e parte do NEB (Estados do Ceará, Paraíba, Sergipe e Alagoas), indicaram que a atualização dos mapas de cobertura vegetal e uso da terra geraram impactos mais significativos no clima na estação seca. A degradação da vegetação natural do NEB para, principalmente, áreas com atividades agropecuárias, causou aumentos na precipitação sobre as áreas cuja cobertura vegetal foi modificada, o que implica que a inclusão de mapas atualizados de cobertura vegetal dos demais estados do NEB tende a apontar maiores implicações no clima desta importante região do país (Souza, 2006).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvalá, R.C.S.; Nobre, C.A.; Chou, S.C.; Valeriano, D.M.; Mello, E.K.; Correia, F.W.S.; Tomasella, J.; Cândido, L.A.; Sestini, M.F.; Carvalho, V.C. Melhorias da descrição de parâmetros de superfície e de vegetação da região Nordeste do Brasil para utilização em modelos meteorológicos e hidrológicos. Relatório de Pesquisa, 2005. Projeto de Pesquisa financiado pela FAPESP (Processo 03/000142-8).
- Andrade, G.O. Alguns aspectos do quadro natural do Nordeste. Recife: MINTER/SUDENE, 1977. 75p. (Série Estudos Regionais, 2).
- Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. SPRING: Integrating remote sensig and GIS by objected-oriented data modelling. J. Computers & Graphics, 20(3), 395-403, 1996.
- Cavalcanti, A.C. Cenários geoambientais e ecossistemas da região nordeste: demandas de modelos diferenciados de gestão dos recursos hídricos. Relatório Técnico da Agência Nacional de Água, 2003.
- Charney, J.G.; Quirk, W.J.; Chow, S.H.; Kornfield, J.A. A comparative study of the effects of albedo change on drought in semi-arid regions. Journal of Atmospheric Sciences. v. 34, p. 1366-1385, 1977.
- Correia, F.W.S. Modelagem do impacto de modificações da cobertura vegetal amazônica no clima regional. Tese de Doutorado em Meteorologia. São José dos Campos: INPE, 2005. 366p.
- IBGE 1991, Sinopse Preliminar do Censo Demográfico da Bahia, Rio de Janeiro, v. 6, p. 1-155, 1991.
- Sestini, M. F., Alvalá, R. C. S., Mello, E. M. K. et al. Elaboração de mapas de vegetação para utilização em modelos meteorológicos e hidrológicos. São José dos Campos, 2002. INPE-8972-RPQ/730.
- Souza, S.S. Impactos climáticos regionais da mudança de vegetação no semi-árido do nordeste brasileiro. Tese de Doutorado em Meteorologia. São José dos Campos: INPE, 2006. 205p.
- Veloso, H. P., Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal, Rio de Janeiro, IBGE, 1991, 124 p.