

## **Classes de Uso da Terra para o mapeamento da Amazônia considerando como base o Programa de Monitoramento do Desflorestamento da Amazônia.**

**Maurício Silva 1**  
**Claudio A. Almeida 2**

1, 2 INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,  
Centro Regional da Amazônia  
66095-110 - Belém - PA  
mauricio.silva@cra.inpe.br  
claudio@dsr.inpe.br

**Resumo:** O Programa de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia (PRODES) tem realizado mapeamentos anuais com a evolução do desmatamento desde 1988 e na medida em que os resultados foram se tornando mais consistentes e difundidos na comunidade acadêmica surgiu a necessidade de mapear e monitorar as alterações humanas sobre essas áreas desmatadas na forma de um mapeamento de uso e cobertura da terra. Para tanto o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) através do seu Centro Regional da Amazônia (CRA) deu início em 2009 ao projeto Terraclass que busca estabelecer o método mais adequado para a interpretação das classes de uso e cobertura da terra. Baseado em levantamentos realizados por Cihlar e Jansen (2001) foi estabelecido o *Land Cover Classification System* (LCCS), desenvolvido pela *Food and Agriculture Organization* (FAO), como o sistema responsável pela organização e definição para as classes a serem mapeadas, por se tratar de um sistema hierárquico que permite absorver os levantamentos de outras classes, principalmente as de cobertura do PRODES, no sistema e organizar as classes segundo uma hierarquia aplicada no mundo todo, podendo assim, o mapeamento ser integrado com o de outros países. Aplicando o método estabelecido por Almeida (2008) foi mapeada para toda a Amazônia Legal a classe de Vegetação Secundária. Buscando a validação desta classe foram realizados trabalhos de coleta de dados de campo. As classes a serem mapeadas foram sendo identificadas após uma primeira etapa de trabalho de campo que buscou estabelecer os principais domínios de uso e cobertura da terra dominantes. Desta maneira foram estabelecidas as seguintes classes a serem mapeadas no projeto Terraclass: Vegetação Secundária (VS), Agricultura (AG), Pastagens (PT), Agropecuária (AP), Urbano (UR), Reflorestamento (RF), Mineração (MN) e Nuvens/Sombra (NS). Considerando que a VS já foi mapeada o método para identificação das demais classes consideraram a série histórica do PRODES mapeando apenas as áreas que foram mapeadas como desflorestadas, ficando as demais classes do PRODES mantidas, ou seja, Floresta, Não-floresta e Hidrografia. A partir desta máscara das áreas desmatadas as imagens serão segmentadas e classificadas de maneira supervisionada, contando com as áreas agrícolas mapeadas pelo método proposto por Victoria, Oliveira e Grego (2009).

**Palavras chaves:** Uso da Terra, Amazônia, Desflorestamento

**Abstract:** The Program for Monitoring Deforestation of the Amazon (PRODES) has conducted annual mapping the evolution of deforestation since 1988 and to the extent that the results became more consistent and widespread in the academic community there was a need to map and monitor of human changes, these deforested areas in the form of a use mapping and land cover. For both the National Institute for Space Research (INPE) through its Regional Centre in the Amazon (CRA) initiated in 2009 the Terraclass project that seeks to establish the most appropriate method for interpreting the use classes and land cover. Based on method conducted by Cihlar and Jansen (2001) established the Land Cover Classification System (LCCS), developed by the Food and Agriculture Organization (FAO) and the system responsible for organizing and setting for the classes to be mapped, because it is a hierarchical system that allows withdrawals to absorb other classes, especially hedge PRODES in the system and organize classes in a hierarchy applied worldwide, and can thus be integrated with the mapping of other countries. Applying the approach set out by Almeida (2008) was mapped to the entire class of Amazon Secondary Vegetation. Seeking validation of this class fieldwork has been done to collect field data. The classes to be mapped have been identified after a first phase of fieldwork that sought to establish the main areas of use and land cover dominant. Thus were established the following classes to be mapped in the project Terraclass: Secondary Vegetation (VS), Agriculture (AG), Pastures (PT), Agropasture (AP), Urban (UR), Forestry (RF), Mining (NM) Clouds / Shadow (NS). Whereas the VS method has been mapped to identify the remaining classes considered the series PRODES mapping only the areas that were mapped as deforested, leaving the other classes PRODES maintained, ie, Forest, Non-forest and Hydrography. From this mask the deforested images are segmented and supervised classification, with the agricultural areas mapped by the method proposed by Victoria, Oliveira and Greek (2009).

**Keywords:** Land Use, Land Cover, Amazon, Deforestation

## 1 Introdução

O desmatamento na Amazônia vem sendo monitorado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE com grande sucesso desde a década de 1980, permitindo aos órgãos de fiscalização um maior controle do desmatamento.

Ao longo desses anos de monitoramento as tecnologias envolvidas foram melhorando e se adaptando, permitindo com que os dados pudessem estar disponíveis mais rapidamente à sociedade em geral, entretanto, estes dados mostram apenas a ocorrência e ano do desmatamento, não fazendo qualquer identificação do tipo de uso ou se a área foi abandonada.

Com a maior acessibilidade dos dados surgiu a necessidade de qualificar melhor estas informações de desmatamento, para tanto, passou a ser desenvolvido no Centro Regional da Amazônia (CRA) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) o projeto Terraclass, que busca identificar, sobre as áreas desmatadas, quais usos tem sido atribuídos às terras ocupadas na Amazônia brasileira.

## 2. O Programa PRODES

O INPE realiza anualmente o inventário de perda de floresta primária por corte raso na Amazônia Legal através do Sistema de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal, PRODES. O PRODES é uma das atividades do Programa de Monitoramento Ambiental da Amazônia.

A série histórica deste levantamento mostra que a taxa de desflorestamento na região variou, de 1988 até o presente, dentro do intervalo de 11.000 a 29.000 km<sup>2</sup>/ano. A informação sobre a evolução da taxa de desflorestamento na Amazônia é necessária para o Governo Federal avaliar e propor políticas de gestão de terras na região e atende aos seus compromissos de avaliação

do estado da vegetação brasileira, firmados em acordos multilaterais como o Protocolo de Kyoto e a Convenção para a Conservação da Biodiversidade.

O valor relativo da taxa de desflorestamento na Amazônia tem o potencial de se tornar objeto de negociação em desdobramentos destes tratados internacionais.

A partir de 2003 o INPE passou a divulgar além da taxa de desflorestamento na Amazônia Legal discriminada por Estados, o mapa digital das áreas desflorestadas na escala de 1:250.000. O impacto da divulgação deste produto foi imenso na capacidade de propor, executar e avaliar políticas de gestão de terras por todas as instâncias da União. Foi também ampla a repercussão da disponibilidade da informação cartográfica sobre a evolução do desflorestamento na sociedade brasileira, tanto como ferramenta de argumentação pela sociedade organizada em seus pleitos de propostas e cobrança de aplicação de políticas quanto pela percepção da dimensão do processo de mudança na vegetação da Amazônia pela sociedade em geral.

### **3. O Projeto Terraclass**

O projeto Terraclass foi iniciado em 2009 com o intuito de estabelecer uma nova visão para as informações decorrentes do desmatamento na Amazônia brasileira. Este procura estabelecer as classes de uso da terra presentes na Amazônia nas áreas já mapeadas pelo PRODES como sendo áreas desmatadas.

O projeto, da mesma maneira que o PRODES, utiliza imagens do satélite Landsat 5 TM. Para a identificação do uso da terra foram utilizadas imagens do ano de 2008, através de métodos de processamento digital das imagens baseados nos métodos apresentados por Almeida (2008) e Victoria et al (2009), além de análises visuais complementares buscando estabelecer classes de uso da terra às áreas desmatadas no passado.

A Organização para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas (FAO) desenvolveu um sistema para a padronização da classificação de cobertura da terra. Este sistema, denominado Land Cover Classification System (LCCS) é hoje internacionalmente aceito e recomendado pelo Global Land Cover Network (GLCN), grupo mundial de especialistas em cartografia e monitoramento da superfície terrestre. O GLCN utiliza o sistema de classificação LCCS para a realização dos mapeamentos, de maneira padrão nos diferentes países, permitindo o intercâmbio de dados com conteúdo padronizado.

Os resultados do mapeamento do Terraclass deverão contribuir para a implantação do LCCS no Brasil. Este é um sistema de classificação hierárquica que utiliza informações de vegetação, ambiente, tipo e condição da cobertura local, dentre outras características, para a geração de uma legenda que transmita através das classes um conjunto de informações que descreva sem ambigüidades as características da área mapeada.

### **4. Método de aproveitamento de classes de Cobertura da Terra para classes de Uso da Terra**

Uma maneira de gerar mapas de uso da terra é partindo de outras bases de dados como os mapas de cobertura da terra. A diferença de conceito entre eles é que a cobertura da terra (CT) representa os elementos naturais, aspectos da superfície relacionados à sua condição natural como rios, florestas, rochas expostas, etc., já o uso da terra (UT) está ligado à maneira como estes domínios naturais são utilizados pelo homem.

O PRODES gera anualmente uma base de cobertura da terra atualizada para a Amazônia considerando classes de cobertura como Floresta, Não Floresta (campos naturais e cerrado),

hidrografia, entre outras classes, e uma classe Desmatamento, onde a cobertura da terra sofreu desflorestamento por corte raso. Esta classe é tratada no projeto como uma situação definitiva que aumenta a cada ano. Desta maneira o Terraclass parte desta classe Desmatamento como domínio onde as ações humanas se configuram gerando usos posteriores com alteração da cobertura original.

Cihlar e Jansen 2001 apresentam as relações possíveis entre as classes de CT e de UT, sendo aplicadas ao projeto Terraclass a composição de dois tipos de relacionamento, um para a classe Desmatamento do PRODES de um para muitos (1:N) e nas demais classes de um para um (1:1). Os autores ainda reforçam que os métodos para mapeamentos de CT serem bem estudados e muito mais aplicados no mundo todo, o que já não é tão evidente com os mapeamentos de UT, principalmente nas áreas de domínio de floresta tropical no mundo.

Cihlar e Jansen 2001 apresentam também dois aspectos importantes do UT é a temporalidade e a escala de trabalho. A temporalidade é importante visto que uma mesma área mínima mapeada, atualmente por meio do uso de imagens de sensores remotos, representada no mapa na forma de um polígono possui mais de um uso ao longo do ano ou ao longo do intervalo temporal utilizado no mapeamento. A escala também é importante por apresentar-se como um limite para as classes de UT visto que estabelece as unidades mínimas possíveis de serem mapeadas, quando utilizadas imagens de sensores remotos a escala está diretamente relacionada à resolução espacial do sensor.

#### 4.1 Classes identificadas para serem mapeadas

Considerando que as classes de UT devem ser estabelecidas previamente por meio de coleta de dados de campo (Cihlar e Jansen, 2001), foram realizadas por Almeida 2008, Almeida et al 2010 e Escada et al 2010, várias expedições de campo com o intuito de estabelecer as classes de UT dominantes para a Amazônia. Estas expedições recobriram quase todos os estados da Amazônia e seus registros fotográficos estão organizados e disponíveis na fototeca do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais no endereço eletrônico <http://www.obt.inpe.br/fototeca/fototeca.html>, juntamente com o registro fotográfico de outras missões de campo.

Desta maneira foram evidenciados os grandes domínios das classes de UT, Agricultura no estado do Mato Grosso, sul de Rondônia e bordas de cerrado em Roraima, Pecuária no Pará, Rondônia e Acre e agropecuária nas zonas de várzea dos grandes rios amazônicos e ao longo da Rodovia Transamazônica. Desta maneira foram estabelecidas as seguintes classes a serem mapeadas no projeto Terraclass: Vegetação Secundária (VS), Agricultura (AG), Pastagens (PT), Agropecuária (AP), Urbano (UR), Reflorestamento (RF), Mineração (MN) e Nuvens/Sombra (NS).

Resultados preliminares para toda a Amazônia da classe de Vegetação Secundária (VS), aplicando o método de Almeida (2008), estão disponíveis com os resultados sendo distribuídos abertamente para a sociedade através da internet pelo endereço <http://www.inpe.br/cra/terraclass.php> e publicados por Almeida et al (2010).

#### 4.2 Método para identificação das classes

Buscando identificar as classes de Vegetação Secundária, Almeida 2008 propõe o uso do modelo linear de mistura espectral seguido de fatiamento para imagens Landsat TM, com resultados prévios apresentados por Almeida et al 2009.

Já para identificação das áreas de agricultura serão utilizadas imagens NDVI (Normalized Digital Vegetation Index) composta de 16 dias MODIS com um processamento por análise de Fourier buscando identificar as áreas onde houve um crescimento vegetal intenso caracterizando as áreas agrícolas. Este método foi proposto por Victoria, Oliveira e Grego 2009.

Identificadas as primeiras classes (VS e AG), outras classes são identificadas por interpretação visual como Urbano, Reflorestamento e Mineração. Por meio do fatiamento áreas de nuvens e sombras de nuvens são também classificadas gerando uma base preliminar de classes de UT. A partir dessas classes os remanescentes as imagens Landsat TM são segmentadas e passam por um processo de classificação supervisionada onde são coletadas amostras das áreas agrícolas, previamente mapeadas pelo método Fourier sobre as imagens NDVI MODIS, das áreas de pastagens e demais classes ainda remanescentes.

As etapas seguintes são compostas de verificação de campo da classificação realizada para cada cena Landsat e geração dos mosaicos de UT para cada estado, finalizando com a distribuição dos vetores com as classes UT e CT finais para cada cena.

Dessa maneira será possível identificar quais os usos da terra estão atribuídos às áreas mapeadas como desmatadas pelo Programa PRODES para o ano de 2008.

### 4.3 Considerações a respeito do método

*"Land Ownership is a critical variable and its availability in georeferenced format will in most cases greatly increase the quality of the land use map" (Cihlar e Jansen, 2001)*

A ausência de informações cadastrais para a Amazônia impede uma melhor delimitação dos usos e a possibilidade de cruzamento com dados censitários como o censo agropecuário de 2006 que apesar de ter sido executado juntamente com a coleta de informações georeferenciadas.

A utilização do LCCS permite integrar o mapeamento da Amazônia com o de outras áreas ou países, independente das escalas de trabalho de cada área, em função de utilizar uma mesma base hierárquica de identificação das classes de uso e cobertura da terra. Assim pode-se, no futuro, contribuir para um mapeamento de larga escala das florestas tropicais no mundo através de iniciativas de variadas fontes, permitindo assim, a construção do cenário mundial da situação de conversão de florestas gerando uma importante base de dados para estudos de larga escala, principalmente os de mudanças climáticas globais.

## 5. Bibliografia

**Almeida, Claudio A.** *Estimativa da área e do tempo de permanência da vegetação secundária na Amazônia Legal por meio de imagens LANDSAT/TM*. 2008. 129 p. (INPE-15651-TDI/1429). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2008. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/11.04.18.45>>. Acesso em: 26 mar. 2010.

**Almeida, C. A.; Pinheiro, T. F.; Barbosa, A. M.; Abreu, M. R. B. S.; Lobo, F. L.; Silva, M.; Gomes, A. R.; Sadeck, L. W. R.; Medeiros, L. T. B.; Neves, M. F.; Silva, L. C. T.; Tamasauskas, P. F. L. F.** *Metodologia para mapeamento de vegetação secundária na Amazônia Legal*. São José dos Campos: INPE, 2009. 32 p. (INPE-16621-RPQ/839). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m19@80/2009/11.23.17.06>>. Acesso em: 25 mar. 2010.

**Cihlar, J.; Jansen, L.J.M.** *From land cover to land-use: a methodology for efficient land-use mapping over large areas*. Professional Geographer, v53, n2, pp. 275–289, 2001.

**Escada, M. I; Pinho, C.M.D; Medeiros, L.C.C; Lobo, F.L; Silva, M; Kampel, S.** *Estrutura, conexão e uso da terra das comunidades, vilas e povoados de São Félix do Xingu e sudeste paraense*. São José dos Campos: INPE, 2010. Relatório técnico submetido à biblioteca do INPE.

**Victoria, Daniel de Castro; Oliveira, Aryeverton Fortes de; Grego, Célia Regina.** *Análise harmônica de séries temporais de imagens NDVI/MODIS para discriminação de coberturas vegetais*. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 1589-1596.