

## Monitoramento das Alterações da Cobertura Natural em Duas Situações Distintas da Amazônia Brasileira

*Alexandre Camargo Coutinho*  
*Embrapa Monitoramento por Satélite*  
*Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803*  
*Parque São Quirino, Campinas, SP.*  
*Fone (0XX19) 8811644*  
*[Alex@nma.embrapa.br](mailto:Alex@nma.embrapa.br)*  
*Fax (0XX19) 2541100*

*Alejandro Jorje Dorado*  
*Marcelo Guimarães*  
*ECOFORÇA - Pesquisa e Desenvolvimento*  
*R: José Inocêncio de Campos, 148*  
*13024-230, Campinas, SP.*  
*[Marcelo@ecof.org.br](mailto:Marcelo@ecof.org.br)*  
*[Alejo@ecof.org.br](mailto:Alejo@ecof.org.br)*  
*Fone (0XX19) 2554332*  
*Fax:(0XX19) 2549498*

### RESUMO

Este projeto, desenvolvido no âmbito do projeto TREES, procurou detalhar e compreender os processos de desmatamento e ocupação que ocorrem na Amazônia Legal, buscando identificar algumas variáveis capazes de caracterizar os diversos processos que ocorrem nesta área. A escolha das duas áreas piloto, para o desenvolvimento desse estudo, considerou diferentes tipos de cobertura vegetal natural, diferentes realidades econômicas, sociais e culturais. Imagens do satélite Landsat-TM forneceram informações básicas, das duas áreas escolhidas, para a interpretação analógica e execução dos mapeamentos do uso das terras, realizados na escala 1:100.000, em duas datas diferentes. A análise dos resultados obtidos mostrou um cenário absolutamente distinto para cada uma das áreas e reforçou a necessidade de se considerar a Amazônia como uma região ainda preservada, embora habitada e em estágio avançado de ocupação.

### ABSTRACT

This work, part of the TREES project, tried to detail and to understand the deforestation and occupation process in the Amazon region, by identifying some variables that could characterised the process diversity that occur in this region. The two areas selected considered the differences between natural vegetation types, economic, social and cultural realities. Landsat-TM images gave basic information about both areas. The land use mapping, at 1:100.000 scale on two different dates, were extracted by analogical interpretation. After analyse the data, it was possible to identify different realities for each area and the necessity of considering that Amazon region like a still preserved region, although inhabited and in an advanced stage of occupancy.

### 1. INTRODUÇÃO

O aumento do interesse sobre as florestas tropicais remanescentes tem fomentado, no Brasil, o desenvolvimento e publicação de grande número de trabalhos sobre a Região Amazônica. O crescente avanço da fronteira agrícola sobre esta região é um dos tópicos envolvidos nas discussões e

análises, sobre as variáveis mais importantes do processo de ocupação e substituição das áreas florestais naturais remanescentes no Brasil.

Esse aumento, desordenado e descontrolado dos desmatamentos na região Amazônica assumiu, nas últimas décadas, proporções alarmantes e tem preocupado a comunidade internacional e pressionado as autoridades locais a adotarem medidas mais efetivas para conter a destruição do ecossistema local, a extinção de espécies da fauna e flora, a erradicação de populações indígenas etc (Dorado, 1998).

Os impactos ambientais gerados pelos desmatamentos não interferem exclusivamente nas áreas diretamente afetadas, mas representam uma série de ameaças à humanidade, como por exemplo as mudanças das concentrações dos gases na atmosfera, que acabam interferindo e alterando o clima da Terra, com conseqüências imprevisíveis.

Apesar do avanço tecnológico das últimas décadas ter proporcionado o monitoramento das áreas alteradas, através da utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, muitos problemas persistem e a comunidade científica ainda não chegou a um consenso sobre técnicas e ferramentas mais adequadas a serem adotadas no desenvolvimento deste trabalho.

A produção de informações, inicialmente satisfatórias, sobre a quantificação das alterações dos ecossistemas naturais, atualmente, carece de melhora e detalhamento para a compreensão, monitoramento e adoção de medidas mais eficazes para seu controle.

A identificação e hierarquização dos ecossistemas mais freqüentemente alterados e suprimidos, em função do avanço das atividades antrópicas, é objeto de estudo fundamental na compreensão e elaboração de projetos de monitoramento, recuperação e preservação da floresta tropical.

## 2. OBJETIVO

Este trabalho tem o objetivo de identificar e mapear alterações provocadas por atividades antrópicas, relacionando os ecossistemas mais alterados com as diferentes atividades implantadas, em duas áreas da Região Amazônica, procurando fomentar as discussões sobre a inevitável ocupação deste espaço.

## 3. Material

Um bom indicador do avanço das atividades agrícolas, sobre áreas de cobertura vegetal natural, é a presença de queimadas, prática tradicionalmente aplicada nos processos iniciais de ocupação de áreas naturais, sobretudo em áreas de vegetação florestal, onde servem para eliminar parte da vegetação arbórea, facilitando a penetração, extração e abertura total da área, para posterior implementação da atividade agrícola.

Desde 1991, a Embrapa Monitoramento por Satélite tem detectado, mapeado e quantificado os pontos de queimadas no território nacional, através da utilização de imagens de satélite e sistemas de informações geográficas (Miranda et al., 1994), no período de maio a novembro, em diferentes escalas cartográficas e com abrangências nacional, regional e estadual.

O reconhecimento da importância, originalidade e credibilidade desse trabalho levou a Embrapa Monitoramento por Satélite a ser convidada a participar do projeto "Tropical Ecosystem Environment observation by Satellite - TREES", financiado pela Comunidade Européia, sobre a dinâmica da ocupação em áreas de floresta tropical.

Desde 1991, o projeto TREES, tem incentivado e financiado ações e pesquisas, com o objetivo de estabelecer um inventário sobre as florestas tropicais do mundo, calibrar as medições através de mapeamentos em escala local e desenvolver um sistema de informações capaz de receber diferentes

tipos de dados, especialmente referenciados, e produzir análises sobre a dinâmica da cobertura das florestas tropicais (Eva et al., 1998).

Uma das iniciativas do projeto TREES previu, inicialmente, a identificação de áreas alteradas nos trópicos úmidos (Achard et al., 1998) e, posteriormente, a seleção de imagens do satélite Landsat-TM, para identificação, mapeamento e quantificação destas áreas.

Para o estudo comparativo dos processos de ocupação, foram escolhidas duas áreas, contidas nos "hot spots", considerando-se as diferenças dos padrões espaciais e dos processos de ocupação. Um das duas áreas a serem apresentadas, pertence ao Estado do Acre, onde a dinâmica de ocupação é lenta e a densidade de áreas alteradas é baixa. Uma Segunda área foi escolhida, no Estado do Mato Grosso e apresenta uma dinâmica de ocupação extremamente acelerada e uma densidade de áreas alteradas muito alta.

Para a execução desse trabalho, foi definido o programa "Co\_Pilot", escolhido pela Comunidade Européia, para a execução em todos os "sites" de mapeamento no mundo. Para as duas áreas de estudo apresentadas neste trabalho, foram adquiridas as duas imagens de satélite apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição das imagens do satélite Landsat-TM utilizadas

| Órbita/Ponto/Quadrante | Local (Estado) | Data histórica | Data recente |
|------------------------|----------------|----------------|--------------|
| 001/067/Q3             | Acre           | 20/06/92       | 15/07/98     |
| 224/072/Q1             | Mato Grosso    | 17/08/92       | 06/07/97     |

#### 4. MÉTODO

Inicialmente as imagens foram corrigidas geométricamente, através da inserção de pontos de controle, extraídos de mapas publicados pelo IBGE, na escala 1:250.000. A Tabela 2 apresenta a listagem das cartas utilizadas em cada "site".

Tabela 2: Relação das cartas utilizadas na correção geométrica das imagens de satélite

| O/P/Q/Local    | Código IBGE | Escala  | Projeção | Área de Abrangência | Tipo             |
|----------------|-------------|---------|----------|---------------------|------------------|
| 001/067/Q3/Ac. | SC.19-X-C   | 250.000 | UTM      | 09o00' - 10o00'     | Mosaico de Radar |
|                | SC.19-X-D   |         |          | 67o30' - 69o00'     |                  |
|                | SC.19-Z-A   |         |          | 09o00' - 10o00'     |                  |
| 224/072/Q1/MS. | SE.22-V-A   | 250.000 | UTM      | 66o00' - 67o30'     | Mosaico de Radar |
|                | SE.22-V-C   |         |          | 10o00' - 11o00'     |                  |
|                |             |         |          | 67o30' - 69o00'     |                  |
|                |             |         |          | 16o00' - 17o00'     |                  |
|                |             |         |          | 52o30' - 54o00'     |                  |
|                |             |         |          | 17o00' - 18o00'     |                  |
|                |             |         |          | 52o30' - 54o00'     |                  |

Após a inserção dos pontos de controle, foi feita uma seleção daqueles que apresentavam um melhor resultado na correção geométrica. Foi estabelecido que os erros na correção geométrica da primeira imagem (correção imagem/carta) não deveriam ultrapassar o valor de 100 metros. Para a segunda imagem (correção imagem/imagem), o erro máximo admitido foi de 30 metros, pois nesta

etapa foi definida a precisão da sobreposição entre as duas datas de passagem do satélite, e esta foi definida com um erro máximo de um pixel (para o satélite Landsat-TM o pixel, nas bandas 3, 4 e 5, corresponde a 30X30 metros). O número de pontos de controle e os erros médios em X e Y, obtidos para cada "site" e data, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Número de pontos de controle usados/inseridos e erros médios obtidos

| O/P/Data   | Pontos de controle (usados/inseridos) | Erro médio em X (m) | Erro médio em Y (m) |
|------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------|
| 001/067/92 | 15/21                                 | 61.7                | 68.5                |
| 001/067/98 | 28/28                                 | 16.5                | 16.6                |
| 224/072/92 | 14/20                                 | 71.2                | 57.3                |
| 224/072/97 | 27/38                                 | 15.3                | 18.2                |

A etapa seguinte à correção geométrica das imagens foi a interpretação analógica, efetuada na escala de 1:100.000, através da digitalização dos polígonos identificados, sobre uma das imagens. Como a correção geométrica previu um erro máximo de 30 metros, os vetores, gerados na primeira interpretação (data histórica), puderam ser sobrepostos à segunda imagem (data recente) e os arquivos vetoriais, após corrigidos, geraram novos polígonos, correspondentes à nova situação. A Figura 1 apresenta dois fragmentos da imagem 224/072/Q1, bandas 3, 4 e 5, nas datas de 1992 e 1997, sobrepostas pelo arquivo vetorial que delimita os polígonos mapeados para cada uma das situações.

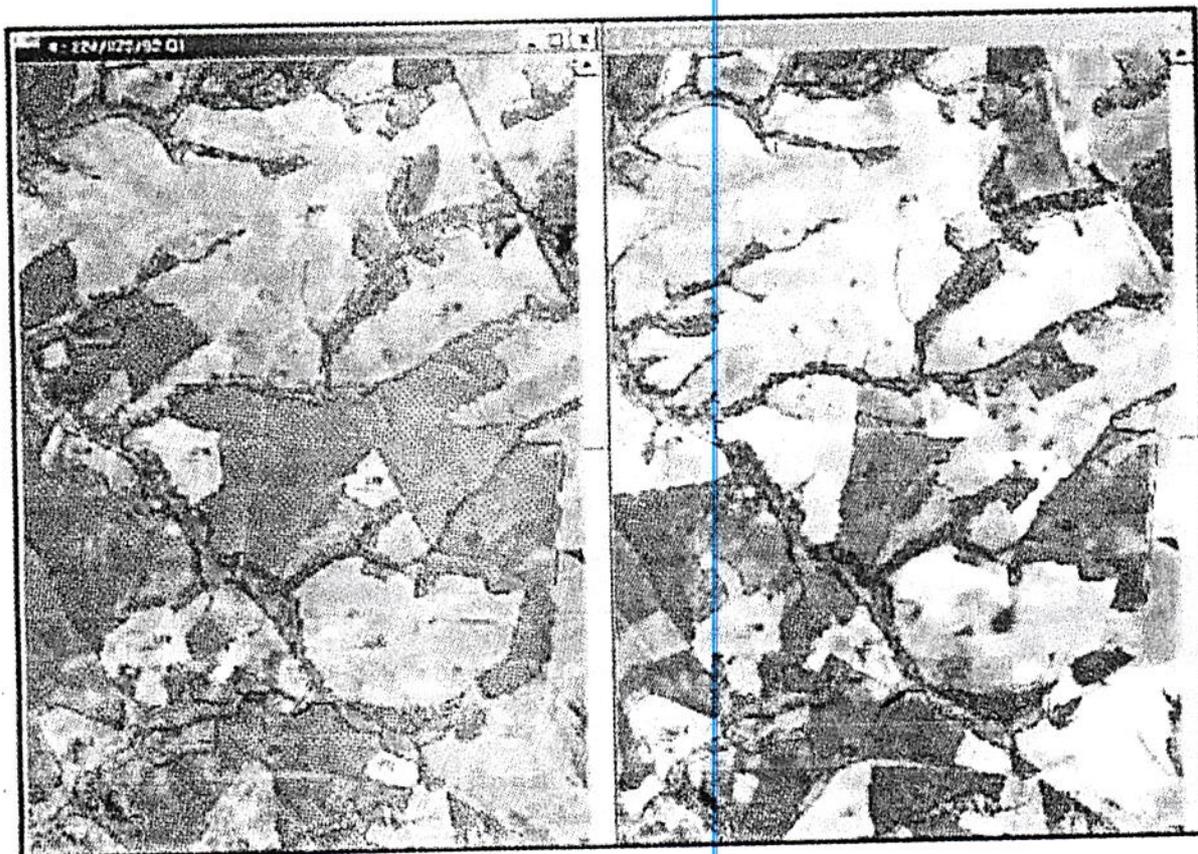


Tabela 4: Matriz do mapeamento realizado em 1992 e 1998 (área em Km<sup>2</sup>), para o Estado do Acre.

| Ano    | 1       | 2     | 3_O     | 4       | 5      | 6    | 7     | TOTAL   |
|--------|---------|-------|---------|---------|--------|------|-------|---------|
| (1998) |         |       |         |         |        |      |       |         |
| (1992) |         |       |         |         |        |      |       |         |
| 1      | 4828,98 | 0,50  | 419,91  | 344,04  | 23,01  |      |       | 5616,43 |
| 2      |         | 21,66 | 0,13    | 19,64   | 15,32  |      |       | 56,74   |
| 3      |         | 3,13  | 932,41  | 81,11   | 11,32  |      |       | 1027,97 |
| 4      |         |       | 3,44    | 836,47  | 0,19   | 1,11 |       | 841,21  |
| 5      |         | 1,51  |         | 68,65   | 137,37 |      |       | 207,53  |
| 6      |         |       |         | 0,02    |        | 3,07 |       | 3,09    |
| 7      |         |       |         |         |        |      | 0,65  | 0,65    |
| TOTAL  | 4828,98 | 26,80 | 1355,89 | 1349,93 | 187,20 | 4,18 | 0,65  |         |
|        |         |       |         |         |        |      | TOTAL | 7753,63 |

1. NF\_C -Floresta fechada
2. NF\_F -Floresta inundável
3. NF\_O -Floresta aberta
4. NFV\_AGR -Agricultura
5. NFV\_MOS -Mosaico
6. NOT\_VEG -Áreas Urbanas, Rochas Expostas etc.
7. WAT\_INT -Corpos d'água (lagos, rios etc.)

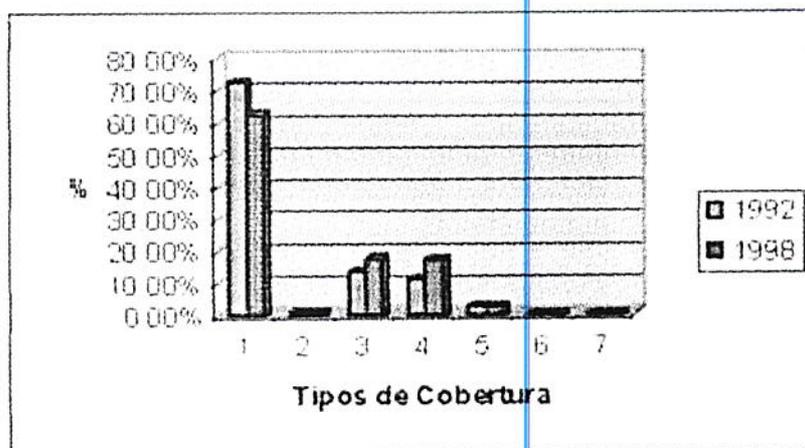


Figura 2: Gráfico expressando a dinâmica de ocupação entre os diversos tipos de cobertura para o Estado do Acre

Para o Estado do Mato Grosso, a sobreposição das imagens histórica e recente totalizou uma área de, aproximadamente, 8.184 km<sup>2</sup>.

A existência de um mosaico de vegetação natural, formado por diferentes fisionomias de cerrado, mata galeria e campos, fez com que esta classe temática fosse responsável, em ambas as datas, pela cobertura de aproximadamente 40% da área total. Em 1992, 58% da área total apresentou a cobertura vegetal de mosaico, descrita acima, ou cerrado e em 1997 essas classes temáticas foram as principais afetadas pela expansão das áreas de ocupação humana (Tabela 5 e Figura 3).

Grande parte das alterações ocorridas entre 1992 e 1997 foram induzidas ou direcionadas por tipos de solos e situações de relevo mais atrativas.

Tabela 5: Matriz do mapeamento realizado em 1992 e 1997 (área em Km2), para o Estado do Mato Grosso.

| Ano    | 1      | 2    | 3      | 4       | 5       | 6       | 7    | TOTAL   |
|--------|--------|------|--------|---------|---------|---------|------|---------|
| (1997) |        |      |        |         |         |         |      |         |
| (1992) |        |      |        |         |         |         |      |         |
| 1      | 136.07 |      |        | 0.42    |         |         |      | 136.50  |
| 2      |        | 6.48 |        |         |         |         |      | 6.48    |
| 3      |        |      | 200.70 | 1.68    |         | 0.01    |      | 202.39  |
| 4      | 1.34   |      | 0.73   | 2634.64 | 283.62  | 170.14  | 0.12 | 3090.60 |
| 5      | 1.10   |      |        | 354.12  | 3197.34 | 15.86   | 0.27 | 3568.69 |
| 6      |        |      |        | 253.90  | 51.51   | 865.25  |      | 1170.66 |
| 7      |        |      |        |         |         |         | 9.09 | 9.09    |
| TOTAL  | 138.52 | 6.48 | 201.43 | 3244.77 | 3532.47 | 1051.26 | 9.48 |         |
|        |        |      |        |         |         | TOTAL   |      | 8184.41 |

1. NF\_C -Floresta fechada
2. NF\_F -Floresta inundável
3. NF\_O -Floresta aberta
4. NFV\_AGR -Agricultura
5. NFV\_MOS -Mosaico
6. NFV\_S&G fisionomias do Cerrado
7. NOT\_VEG -Áreas urbanas, Rochas expostas etc.

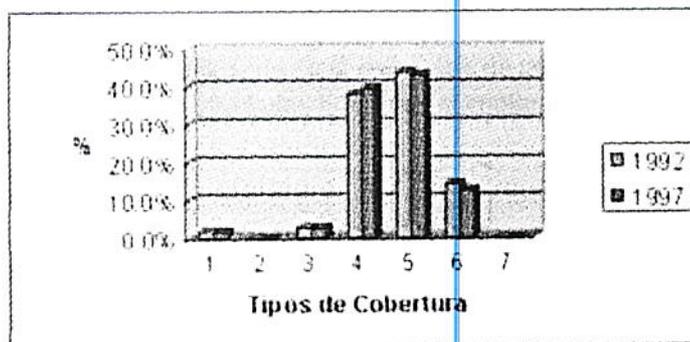


Figura 3: Gráfico expressando a dinâmica de ocupação entre os diversos tipos de cobertura para o Estado do Mato Grosso

## 6. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os dados obtidos para os dois "sites" inseridos na Amazônia Legal demonstram a independência dos processos de ocupação existentes nesta extensa área. Se por um lado o processo de ocupação no "site" do Estado do Mato Grosso ocorreu principalmente sob áreas de cobertura vegetal natural de cerrado, no Estado do Acre a cobertura vegetal natural suprimida foi a floresta densa, passando para a classe agricultura e também para um estágio intermediário do desmatamento dessas áreas, denominado floresta aberta.

Se do ponto de vista de tipo de cobertura vegetal natural alterada, as diferenças entre as duas áreas foram marcantes e até certo ponto óbvias, em relação ao padrão e processo de ocupação e área total alterada as diferenças foram muito grande e menos previsíveis.

Na área do Mato Grosso o processo de ocupação é realizado de forma direta, ou seja, substituição da cobertura de cerrado pela agricultura. O padrão de ocupação é rápido e predominantemente marcado pela abertura de grandes áreas, sobretudo para o cultivo de soja. A agricultura aí instalada, emprega o uso de tecnologias avançadas, sendo caracterizada pela grande quantidade de insumos, elevada produtividade e sustentabilidade econômica.

Na área do Estado do Acre, o processo de ocupação passa por uma série de estágios desde a floresta densa até chegar à agricultura. Inicialmente é feita uma coleta seletiva da madeira com maior valor comercial, a seguir, com auxílio do fogo, são feitas sucessivas investidas para eliminação da cobertura vegetal de menor porte ou de baixo valor comercial, até que seja possível a instituição de uma agricultura rudimentar, baseada, principalmente, em pequenas propriedades, no emprego de uma reduzida e barata mão de obra e sem o uso significativo e regular de insumos, culminando com uma produtividade baixa e alta rotatividade.

Os resultados obtidos pelo processamento efetuado em duas regiões inseridas na Amazônia Legal, reforçam a necessidade de se estudar a região como um mosaico extremamente heterogêneo de potenciais, tipos de cobertura vegetal, ecossistemas, culturas, processos de ocupação etc.

Em uma região com as dimensões da Amazônia e, sobretudo, com a diversidade de paisagens, culturas e realidades econômicas lá existentes, é inadmissível que o processo de ocupação e degradação dos ecossistemas naturais seja tratado de forma homogênea.

Assim como no projeto PRODES (INPE, 2000), a grande maioria dos estudos sobre o processo de ocupação da Amazônia acaba considerando e acompanhando apenas a superfície alterada. Estudos relacionando a complexidade dos sistemas naturais e dos diferentes processos de ocupação são de extrema importância para a definição de políticas de desenvolvimento comprometidas com a necessária e inadiável preservação dos recursos naturais.

Não podemos mais nos reservar à idéia de uma Amazônia intocada e desabitada pois a realidade desta região há muito tempo deixou de ser compatível com tal imagem. O descaso e a vontade política brasileira fizeram com que a ocupação desse espaço fosse efetuada de forma completamente desordenada e desarticulada, desrespeitando seus potenciais de uso e ampliando várias vezes os impactos ambientais decorrentes das atividades humanas aí implantadas.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Achard, F.; Eva, H.; Glinni, A.; Mayaux, P.; Richards, T.; Stibig, H.J. Identification of deforestation hot spot areas in the humid tropics. Luxembourg: TREES Publication Series B. Research Report no4, European Commission, 1998. 99p. il., mapas.

Dorado, A.J. Gestão ambiental na fronteira agrícola da Amazônia: uma metodologia aplicada à região de Machadinho d'Oeste. São Paulo: USP-FSP, 1998. 295p. (Tese de Doutorado).

Eva, H.; Glinni, A.; Janvier, P.; Blaid-Myers, C. Vegetation map of Tropical South America at 1:5.000.000. Italy, TREES Publication Series D: Thematic Outputs no2, European Commission, 1998. 33p. il., mapas.

INPE. Projeto PRODES. São José dos Campos, SP, 2000. (URL: [http://www.inpe.br/Informacoes\\_Eventos/amz/amz.htm](http://www.inpe.br/Informacoes_Eventos/amz/amz.htm)).

Miranda, E.E. de; Setzer, A.W.; Takeda, A.M. Monitoramento orbital das queimadas no Brasil. Campinas: Ecoforça, dez. 1994. 149p. il., mapas.