

# Mapeamento de Cobertura da Terra Utilizando Técnicas de Processamento de Imagens na Região de Ariquemes (RO-BR), com Ênfase às Florestas Secundárias.

\*Sergio A. S. Almeida; \*Osman F. Silva; Eliana M. Kalil de Melo; José C. Moreira; Jussara de O. Ortiz; Silvana Amaral; João Vianei Soares & Diogenes S. Alves.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Caixa Posta 515, 12201 São José dos Campos  
salmeida@dpi.inpe.br

**ABSTRACT.** Remote sensing techniques are an important tool dedicated to monitoring and mapping the land use and land cover, especially in large areas of difficult access like the Amazon. The methods used for this purpose or low sensibility of the sensor systems can result in errors in the identification targets, though, and consequently in the estimation of the mapped areas. Considering that these estimates are used in studies about the ecosystems modelling related to carbone uptaking, concentration and dynamics and its associated elements besides the errors in the biomass estimates it is then necessary to carefully map and throughly edit the work. Its also necessary to study the use dynamics and the land occupation through multitemporal data for the better monitoring of the area. The aim of this work is to map the land cover in the Ariquemes (RO-BR) region by emphazing the area occupied by secondary forest through TM-Landsat imagery processing techniques.

**Keywords:** secondary forest, remote sensing  
\*Bolsista RHAE - CNPq

## 1. INTRODUÇÃO.

As florestas tropicais reconhecidamente exercem um papel relevante no controle das condições climáticas do globo, seja através de mudanças dos ciclos hidrológicos ou dos ciclos biogeoquímicos (Lal, 1993). Os efeitos advindos da destruição deste tipo de vegetação são ainda especulativos, mas sugerem que a devastação das florestas tropicais teriam efeitos deletérios. Por exemplo, o aumento progressivo das áreas desmatadas e queimadas (Fearnside et al, 1990) e do fluxo de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para atmosfera, contribuindo para o aumento do efeito estufa, que pode alterar as condições climáticas atuais (Bueno & Helene, 1991; Schimel, et al. 1994).

As “Florestas Tropicais Úmidas” se caracterizam, entre outras coisas, por apresentar uma grande variação microclimática dentro da mata. Por exemplo, a variação espacial e temporal da qualidade e da quantidade de luz incidente, que podem determinar a composição das espécies de uma área. A vegetação pode ser dividida em duas classes básicas de espécies de árvores: pioneiras e de climax. Em cada uma das classes existem espécies com diferentes características. As pioneiras usualmente podem ser divididas pelas alturas das copas das árvores maduras, e as espécies climax pelo grau de tolerância para estocagem de sementes em locais sombreados (Whitmore,1992).

As pioneiras colonizam e formam grandes copas. Abaixo destas copas as espécies climax se estabelecem. As pioneiras morrem e criam áreas menos sombreadas, onde as espécies climax crescem.

Os solos das florestas tropicais úmidas contem bancos de sementes, que na sua maioria, são compostos por espécies pioneiras. Estas espécies tem a capacidade de dormência das sementes tornando-as mais aptas para germinação.

A Amazônia reúne a maior extensão contínua de área de floresta tropical do mundo. Nas últimas décadas, principalmente na região de Rondônia, vem ocorrendo um aumento exponencial da área desmatada (Fearnside, 1989), visando a implantação de empreendimentos agropecuários e a exploração madeireira. Além disso, a demanda de energia crescente nas regiões de maior densidade populacional, levou à implantação de diversas usinas hidroelétricas na Amazônia que levam a um processo de inundação de vastas áreas (Fearnside, 1989). Portanto, a totalidade de área florestada perdida tem sido significativa e seus efeitos pouco conhecidos. Alguns estudos demonstram que o valor econômico da floresta é muito superior quando a mesma permanece intacta, e são explorados somente seus produtos, como feito nas chamadas *Reservas Extrativistas* (Allegratti, 1990; Fearnside, 1987 and Hecht and Cockburn, 1989).

Acredita-se que as florestas secundárias tenham um importante papel na reassimilação e estocagem do carbono atmosférico originado pelas emissões de CO<sub>2</sub>. As taxas de assimilação e respiração dessas florestas, além da área total que ocupa, são importantes parâmetros para os estudos do ciclo do carbono (Schimel, D. et al. 1994; Brown & Lugo,1990)

Existem várias definições para floresta secundária. A forma mais abrangente de se definir é como: “a floresta formada em consequência do impacto humano e ou de distúrbios naturais em áreas de floresta”. Em geral, são identificadas até 60-80 anos, a partir de então, passam a ser confundidas com florestas primárias, devido a composição de espécies e ao porte das árvores (Brown & Lugo, 1990).

A produtividade de uma pastagem é relativamente alta em um período de 4 a 6 anos após a sua implantação. Com o tempo, essa produtividade declina e há uma invasão de inúmeras ervas daninhas. Estas ervas estão melhor adaptadas às condições edáficas e se estabelecem rapidamente. Uma vez abandonada a pastagem, o local sofre um processo de regeneração até a dominância das espécies da vegetação secundária.

O abandono de pastagens e a agricultura itinerante são os principais tipos de manejo que têm contribuído para aumentar as áreas de florestas secundárias, em prejuízo das áreas de florestas primárias. Dependendo do tipo de manejo as florestas secundárias terão diferentes condições para o seu desenvolvimento (e.g. diversidade de espécies, estrutura do solo, disponibilidade de nutrientes, etc.).

A estrutura da vegetação das florestas secundárias pode ser caracterizada pelos seguintes pontos: a. Alta densidade de troncos mas baixa densidade de árvores com DAP (Diâmetro na Altura do Peito) > 10 cm, b. Pequena área basal, c. Baixo volume de madeira e d. Alto índice de área foliar. Tais características estruturais podem variar de acordo com a idade da floresta, o clima e o tipo de solo (Brown & Lugo, 1990). Segundo Whitmore (1990), o dossel de uma floresta muda continuamente conforme as árvores crescem e morrem e outras a substituem, num estado dinâmico das três fases do ciclo de desenvolvimento de uma floresta: a fase de clareira, a fase de construção e a fase madura.

O objetivo deste estudo é mapear a cobertura da terra na região de Ariquemes (RO), dando ênfase às áreas ocupadas por floresta secundária, através do uso de técnicas de processamento de imagens TM Landsat.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

Na imagem digital WRS 231/67 (região de Ariquemes-Ji-Paraná), foi selecionada uma área (quadrante C) apresentando diferentes padrões de uso e ocupação do solo, na região de Ariquemes (RO) totalizando uma área aproximada de 8887 km<sup>2</sup> (Figura 1).

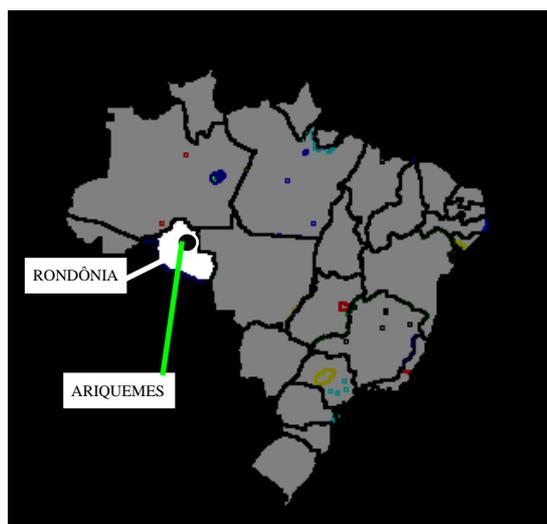


FIGURA 1. Localização da área de estudo.

Os principais tipos de solo encontrados na região são Litólicos Eutróficos com afloramentos rochosos, Podzólicos Vermelho-Amarelo Eutróficos e Álicos e Latossolo Vermelho-Amarelo Álico. O relevo é ondulado, quanto as práticas agrícolas mais comuns na região destacam-se as pastagens, cacau, milho, frutas tropicais etc. De acordo com as condições gerais do clima e segundo a classificação de Köppen, a região se enquadra no tipo climático Am, definido como clima tropical chuvoso, com temperatura média mensal acima de 18°C, cujo regime pluviométrico anual define uma estação relativamente seca, porém com total pluviométrico anual suficiente para manter este período. (Estação Meteorológica de Porto Velho).

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

As bandas 3, 4 e 5, associadas às cores azul, verde e vermelho, respectivamente, foram escolhidas para a composição colorida da imagem WRS 231/67, datada de 15 de julho de 1994.

Para o processamento das imagens foi utilizado o SPRING (Sistema de PRocessamento de INformações Georeferenciadas), desenvolvido no INPE. Trata-se de um sistema de informações geográficas (SIG) para ambiente UNIX com todas as funções básicas de processamento de imagens (Câmara et al., 1993). A versão utilizada foi desenvolvida para a estação de trabalho IBM RISC 6000-530 conectada a uma mesa digitalizadora “A1”, e a uma estação servidora SUN Sparc 390.

O módulo “Geocod” do Spring foi usado para ler as bandas de interesse, gerando um arquivo no formato “GRIB” (Gridded Binary), o qual é aceito pelo Spring.

Ainda neste módulo foi efetuado o registro da imagem com pontos conhecidos e registrados com GPS.

Foi criado um banco de dados, gerenciado pelo software “SPRINGDBMS”, o qual permite armazenar e recuperar dados geográficos em suas diferentes geometrias (imagens, vetores, grades), bem como as informações descritivas (atributos não espaciais). Durante a geração do banco de dados foram introduzidas as categorias “Imagem” e “Mapeamento Geral” e as suas respectivas geoclasses (temas).

No Spring foi criado um projeto delimitando a área de interesse dentro da cena WRS 231/67. Utilizando a função “Importar Arquivos GRIB”, a imagem anteriormente lida e registrada foi importada para este projeto, como um plano de informação.

A normalização da banda 4 foi efetuada antes da fase de segmentação das imagens. Nesta etapa, foram aplicadas sobre a banda 4 as transformações lineares, de modo a obter a médias e variâncias similares para as bandas 4 e 5 e garantir que a codificação das informações estejam nos limites de quantização das imagens com 256 níveis de cinza. Esse procedimento foi realizado para evitar que a detecção das bordas na banda com maior variância ocorra de forma privilegiada.

A segmentação particiona a imagem em regiões espectralmente semelhantes. Dessas regiões são extraídos atributos espectrais, geométricos e contextuais que são usados na classificação de cada região. O processo usado para segmentar as imagens, foi baseado na técnica de crescimento de regiões, a qual agrega pixels com propriedades similares (Câmara et al., 1993).

O classificador “Isoseg” é o algoritmo, atualmente disponível no SPRING, para classificar imagens já segmentadas. Este classificador, do tipo não supervisionado, realiza um agrupamento de dados e é aplicado sobre um conjunto de regiões, as quais são caracterizadas por seus atributos estatísticos de média, matriz de covariância e área. Trata-se de uma técnica para classificação que procura agrupar regiões, a partir de uma medida de similaridade entre elas. A medida de similaridade utilizada consiste na distância de Mahalanobis entre a classe e as regiões candidatas à relação de pertinência com esta classe (INPE-DPI, 1994).

Ao término da classificação, todas as regiões estão associadas à uma classe definida pelo algoritmo. Cada classe (denominada tema, no Spring) é associada às geoclasses anteriormente definidas no banco de dados. Neste caso as geoclasses utilizadas foram: floresta,

não-floresta, água, nuvem, sombra, rebrota, desflorestamento e queimada. O resultado do mapeamento é um plano de informação no formato varredura, que pode ser visualizado como uma imagem temática (INPE-DPI, 1994).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.

O resultado do mapeamento pode ser observado na figura 2b juntamente com a imagem TM Landsat - banda 5 da área de estudo. Cabe ressaltar que este estudo não teve um caráter quantitativo, portanto não são apresentados cálculos de área para cada tema.

A área de estudo foi submetida a testes para determinação dos limiares de segmentação mais adequados para promover a delimitações dos alvos, tendo em vista que os limiares de segmentação mais elevados não separavam corretamente áreas de florestas primárias e de florestas secundárias. Foram utilizados então, limiares menores (8 e 10) para permitir a separabilidade esperada, embora delimitando um número muito elevado de polígonos e implicando em um maior tempo de processamento automático.

O classificador utilizado (ISOSEG) não permitiu boa identificação dos alvos quando foram utilizados baixos níveis de significância (acima de 75%). Para melhorar essa separabilidade, foi utilizado nível de significância de 75%, que propiciou um mapeamento temático com maior detalhamento devido a geração de várias classes. Entretanto, mesmo com o elevado índice de significância, o classificador não se mostrou eficiente para separação de alguns alvos, principalmente aqueles com mais baixos níveis de radiação como é o caso das áreas de maior biomassa.

Esta constatação foi possível após a verificação de campo, onde observou-se que várias áreas mapeadas como floresta secundária, na verdade correspondem à plantações de cacau ou seringueira, ou ainda pastagens ricas em babaçu e árvores remanescentes das queimadas; prática muito comum na região. Além disso, áreas de floresta secundária com idade maior ou igual a 10 anos, podem ser confundidas com floresta primária. É importante ressaltar também a dificuldade de diferenciar o cacau e a seringueira na região devido a suas idades (acima de 10 anos) e ao estado de abandono dessas culturas, confundindo sua resposta espectral com a de florestas (primárias e secundárias).

Todos estes fatores contribuem para aumentar o erro nas estimativas de áreas mapeadas. Considerando que essas estimativas são utilizadas como base para estudos de modelagem de ecossistemas quanto ao

sequestro, estoque e dinâmica do carbono e elementos associados, além dos erros inerentes às estimativas de biomassa, torna-se necessário a realização de mapeamentos mais criteriosos com um trabalho exaustivo de edição. Recomenda-se estudos sobre a dinâmica do uso e ocupação do solo, mapeando séries multitemporais para o melhor monitoramento da região.

## 5. AGRADECIMENTOS.

À SEDAM-RO (Secretaria de Desenvolvimento da Amazônia) e a FAUTRON (Fundação Fauna e Flora Tropical Rondônia) pelo apoio no trabalho de campo.

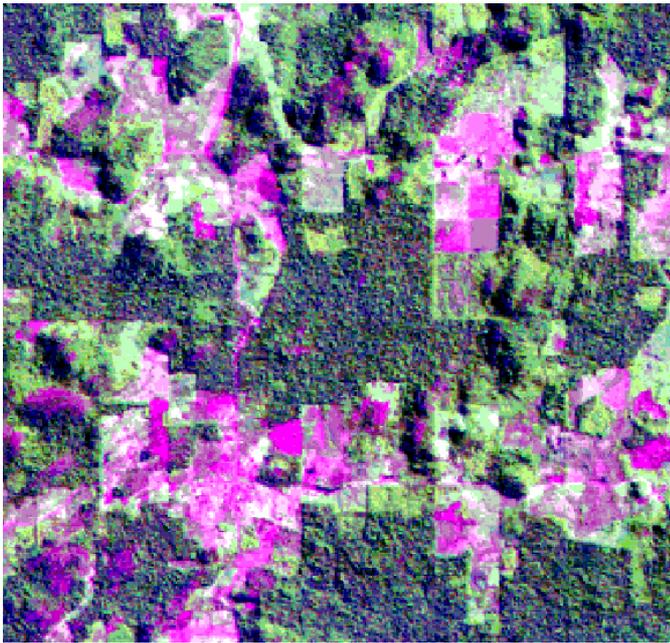
À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo apoio financeiro.

## 6. BIBLIOGRAFIA.

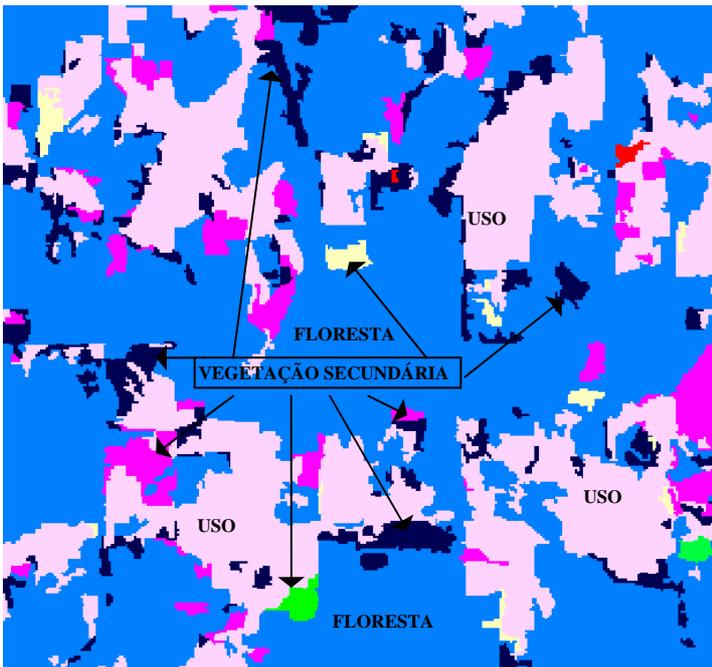
- Allegretti, M.H. Extractive Reserves: an Alternative for Reconciling Development and Environmental Conservation in Amazonia. **Chapter 16, 253-264pp. In: A.B.Anderson (ed.). Alternatives to Deforestation Step Toward Sustainable Use of The Amazon Rain Forest. Columbia University Press, New York, 281p, 1990.**
- Brown, S. and Lugo, A. E.. Tropical Secondary Forests. **Journal Tropical Ecology 6: 1-32, 1990.**
- Bueno, M.A. & Helene, M.E.M.. Desmatamento global e emissões de CO<sub>2</sub> : Passado e presente - Uma revisão crítica. **Série Ciências Ambientais, 7. Coleção documentos, Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, 1991.**
- Fearnside, P.M. Extractive Reserves in Brazilian Amazonia. **Bioscience 39: 387-393, 1989.**
- Fearnside, P.M. Summary of Progress in Quantifying the Potential Contribution of Amazonian Deforestation to the Global Carbon Problem. In: D.Athie; T.E.Lovejoy e P.M.Oyens (eds.), **Workshop on Biogeochemistry of Tropical Rain Forests: Problems for Research. Piracicaba, Brasil, 1987.**
- Hecht, S. and Cockburn, A. **The Generals' Blueprint. In: The Fate of the Forest. Developers, Destroyers and Defenders of the Amazon. Harper Perennial, 357pp, 1989.**
- INPE-DPI. **SPRING, Manual do usuário, São José dos Campos, 1994.**
- Lal, M.. Global Warming: concern for tomorrow. **McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1993.**

Schimmel, D.; Entnig, I. G.; Heimann, M.; Wigley, T. M. L.; Reynaud, D. Alves, D. & Siegenthler, U. CO<sub>2</sub> and Carbon Cycle. **In: Intergovernmental Panel on Climate Change, pg 36-71, 1995.**

Whitmore, T. C. An Introduction to Tropical Rain Forests. **Oxford University Press, 226 pp, 1992.**



(a)



(b)

**FIGURA 2. (a) Imagem TM Landsat banda 5;  
(b) mapeamento das geoclasses.**