

## **Geoprocessamento na análise da cobertura do solo e fragmentação de habitats sob efeito de estradas: um subsídio para estudos de conservação em florestas de terra-firme/Amazônia Central.**

Cristian Coelho Silva<sup>1</sup>  
Lizit Alencar da Costa<sup>1,2</sup>  
Mario Garcia Murayari<sup>1,3</sup>  
Ricardo Lopes de Medeiros<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas-UFAM  
Faculdade de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais-PPGCIFA  
Avenida General Rodrigo Octávio Jordão, nº 3000 – Manaus-AM, Brasil  
CEP: 69077-000. Bloco F – Mini-Campus  
<sup>1</sup>cristian\_coelho@yahoo.com.br , <sup>2</sup>lcosta@ufam.edu.br <sup>3</sup> magari@yahoo.com.br  
<sup>4</sup>rlmbigas@yahoo.com.br

**Abstract.** This study looked for to evidence through geoprocessing techniques, remote sensing and images of the Satellite CBERS-2 the process of fragmentation of habitats in a forest of terra-firme of Central Amazônia, with objective of creating bases for analysis of the effects of the impacts caused by the humans actions in this sets and perch of the forest covering that are habitats of great biodiversity

Palavras-chave: remote sensing, CBERS-2 image, fragmentation of habitats. sensoriamento remoto, imagens CBERS-2, fragmentação de habitats.

### **1. Introdução**

As florestas de terra-firme ocupam a maior parte do território no Amazonas, onde se deposita grande diversidade biológica. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) o Estado possui 98% da cobertura vegetal nativa, sendo ainda pouco explorada.

Com seu acesso restrito devido às barreiras geográficas, rios e grande cobertura florestal, é facilitado somente pela construção de estradas de deslocamento entre as áreas metropolitanas. Nestas áreas que margeiam as rodovias, mais especificamente a rodovia AM-010, que liga a capital do Estado Amazonas, Manaus, aos municípios de Rio Preto da Eva e Itacoatiara, e dá acesso ao local onde foi realizado o estudo, caracteriza-se pela influência antrópica e fragmentação da paisagem, ocupada por regiões de pequenas atividades agrícolas e de exploração dos recursos naturais, decorrentes de propriedades particulares e diversos projetos de assentamento do Governo (SUFRAMA, 2006). Estas atividades humanas têm ocasionado impactos significativos na natureza.

O presente estudo foi realizado na área rural do município de Rio Preto da Eva, em uma região de atividades predominantemente de culturas de subsistência e extração tradicional de madeira, localizadas as margens da rodovia Am-010 e os ramais (estradas de terra) “ZF-9” e “Procópio”, dando à fisionomia da região a existência de diferentes fragmentos quanto a forma e tamanho, decorrentes dos efeitos dessas estradas sobre o ambiente florestal.

Através da utilização de imagens CBERS-2, sensor: CCD associadas técnicas de geoprocessamento, tratamento e classificação de imagens, foi realizada uma análise da região com intuito de criar bases com dados espaciais dos efeitos da fragmentação, em áreas onde se concentram comunidades rurais e maior fluxo de atividades que alteram a paisagem natural,

essencial para que se conheça os processos de ocupação, nível de isolamento e grau de preservação destes ambientes para tomadas de decisões e medidas de conservação.

Produtos espaciais originários de sensoriamento remoto, tem se mostrado eficazes na análise da vulnerabilidade de habitats naturais onde se concentram populações humanas, constantemente alterados. Neste contexto, a área possui grande interesse para estudos dos efeitos da fragmentação e perda destes habitats, que segundo afirma Ehrlich (1988), é a causa primária do declínio da diversidade de espécies em florestas tropicais.

A alteração da paisagem natural em várias regiões do mundo tem sido alvo de diversos estudos, relacionando a presença humana e a conservação da natureza.

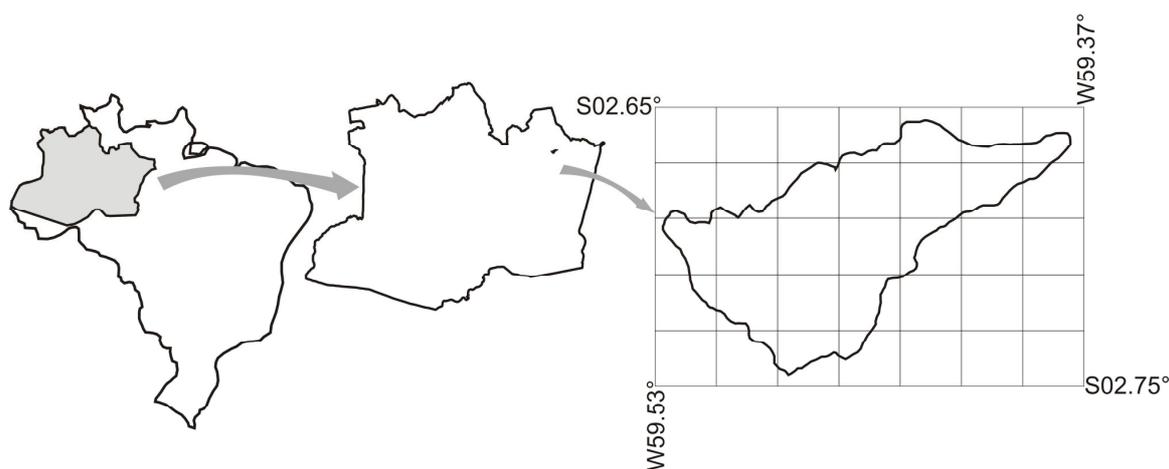
## 2. Área de estudo

A área analisada possui aproximadamente 220Km<sup>2</sup> e está situada a 66km de distância, em linha reta, a nordeste da cidade de Manaus. Cujo acesso se dá pela rodovia AM-010, entre as coordenadas: Limites norte: Latitude 2°65'S, Longitude 59°37'W e Limites sul: Latitude 2°75'S, Longitude 59°53'W, Município de Rio Preto da Eva – AM.

A cobertura vegetal é de floresta tropical úmida de terra-firme, apresentando grande diversidade de espécies. O clima desta área segundo Ribeiro (1976), é do tipo Afi, de acordo com a classificação climatológica de Köppen: Clima tropical praticamente sem inverno, a temperatura média anual oscila em torno dos 26C°, com precipitação pluviométrica superior a 2000mm/ano e umidade relativa superior a 80%.

A região pode ser caracterizada por um processo de fragmentação onde algumas regiões não estão mais conectadas diretamente com a composição florestal nativa, decorrentes da estradas e Ramais, sendo a Oeste a Rodovia Am-010, ao norte o Ramal ZF-9 e ao sul o Ramal do Procópio.

Possui uma grande quantidade de nascentes e outros corpos de água de diferentes tamanhos, que se distribuem pelas propriedades rurais e interior da floresta, fazendo parte da bacia do Rio Urubu, localizado a nordeste.



**Figura 1:** Localização da área de estudo na área rural do município de Rio Preto da Eva-AM

### **3. Materiais e métodos**

#### **3.1 Materiais**

Foi utilizado o Software SPRING 4.3, para análise das imagens, GPS (*Global Position System*) para coleta de dados em campo e obtido através do INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, imagens do Satélite CBERS-2 sensor CCD, Órbita/Ponto: 172/103 com todas as bandas, de 23/07/2006, em formato TIFF.

#### **3.2 Métodos**

##### **3.2.1 Conversão e Segmentação**

Foi feita a conversão das imagens TIFF através do software Impima-4.3 para um formato compatível e posterior georeferenciamento das mesmas no Spring 4.3.

O primeiro passo na análise das imagens foi a segmentação, que consiste, definir na imagem, recortes automáticos ao redor de objetos de interesse. A segmentação subdivide uma imagem em suas partes ou objetos constituintes. O nível até o qual essa subdivisão deve se realizada, assim como a técnica utilizada, depende do problema que está sendo resolvido (González & Woods, 2000). Algoritmos de segmentação permitem achar diferenças entre dois ou mais objetos, além de distinguir as partículas umas das outras e do fundo. Esta distinção permitirá ao programa interpretar pixels contíguos e agrupá-los em regiões.

Os algoritmos de segmentação para imagens monocromáticas são geralmente baseados em uma das seguintes propriedades básicas de valores de níveis de cinza: descontinuidade e similaridade. Na descontinuidade a abordagem é particionar a imagem baseada em mudanças bruscas nos níveis de cinza. As principais áreas de interesse é a detecção de pontos isolados, detecção de linhas e bordas na imagem em regiões distintas.

Na similaridade, as principais abordagens baseiam-se em limiarização e crescimento de regiões. No caso, foi analisado o crescimento de regiões que se encontra implementado no *software* Spring 4.3. Na segmentação analisamos a similaridade dos níveis de cinza da imagem.

##### **3.2.2 Processo de crescimento de Regiões por Agregação de Pixels**

O crescimento de regiões é um procedimento que agrupa pixels ou sub-regiões em regiões maiores. A mais simples dessas abordagens é a agregação de pixels, que começa com um conjunto de pontos "semente" e, a partir deles, crescem as regiões, anexando a cada ponto semente aqueles pixels que possuam propriedades similares (como nível de cinza, textura ou cor).

A seleção de um ou mais pontos iniciais pode freqüentemente se basear na natureza problema. Por exemplo, na utilização das bandas termais, que se baseiam na emissividade de energia dos corpos, os alvos de interesse são realmente mais quentes e, portanto, aparecem mais claros que o fundo (González & Woods, 2000).

##### **3.2.3 Vetorização e classificação da imagem**

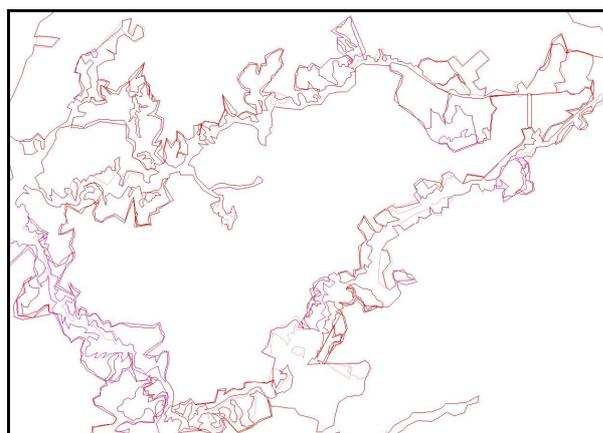
Através da vetorização da imagem foi ordenado e utilizado o processo de classificação supervisionada para a criação de um mapa temático com diferentes classes de composição de cobertura do solo na área, considerando que foram coletados 60 pontos de controle (PCT's)

com coordenadas obtidas por GPS (Global Position System) em campo, sendo: Rodovia (R) Ramal (Ra) Pasto (P) Curso de água (CA) Nascente (NA) Campo Abandonado (CAB) Plantação (PL) Extração de madeira (EM) Aceiros (AC) Comunidade (CO) Capoeira (CP) Floresta Primária (FP) Floresta em sucessão (FS) Campo Natural (CN). Essas classes deram origem aos mapas de cobertura do solo, agrupadas em 8 tipos, sendo: Floresta Primária, Floresta em sucessão, Capoeira Alta, Capoeira Baixa, Áreas antropizadas, Plantio de culturas, Rede Viária e Hidrografia.

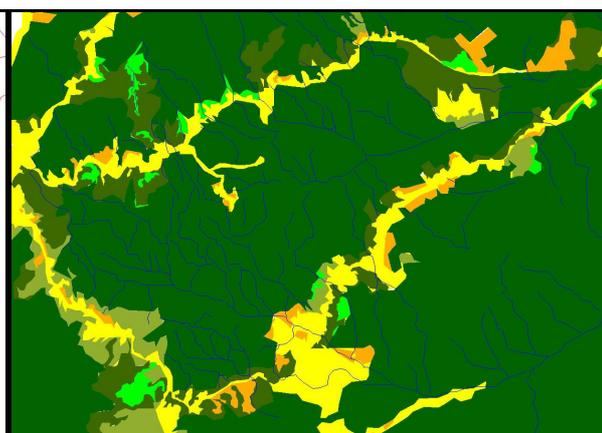
A carta de cobertura do solo da região analisada foi realizada a partir da foto-interpretção e classificação supervisionada das imagens CBERS-2 (sensor CCD – órbitas ponto: 172/103), utilizando-se várias combinações falsa cor, criando diferentes “layers de classes”. A imagem classificada foi então mosaicada, permitindo a caracterização e quantificação dos tipos de cobertura do solo no banco SIG do SPRING 4.3, como entorno de floresta nativa, áreas antropizadas, bordas da rodovia e ramais.

#### 4. Resultados e Discussão

Foi classificada, uma área total de cerca de 22,000ha. As classes deram origem a um mapa de cobertura do solo, sendo possível através de imagens CBERS-2 obter dados referentes a perda de habitats na região de interesse, evidenciando o processo de fragmentação decorrentes da ocupação humana e seus sistemas de produção e exploração.

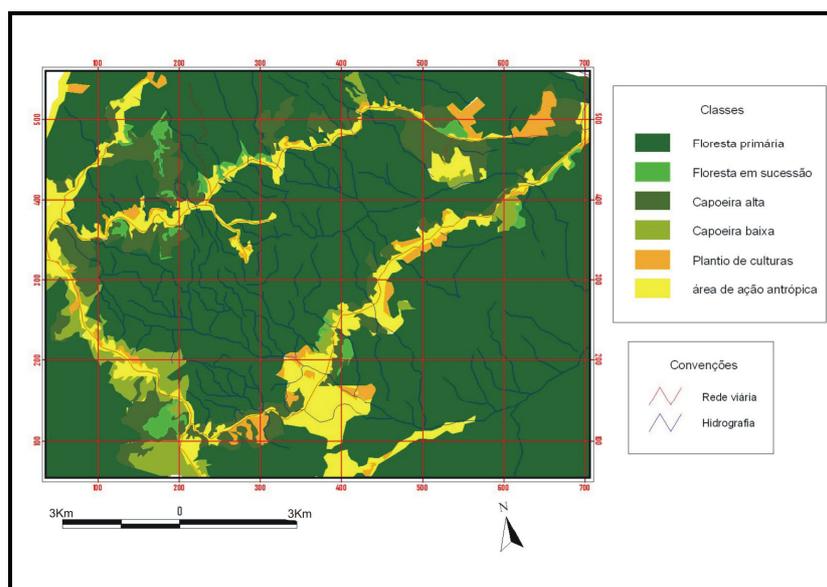


**Figura 2.a:** Imagem Segmentada



**Figura 2.b:** Imagem final

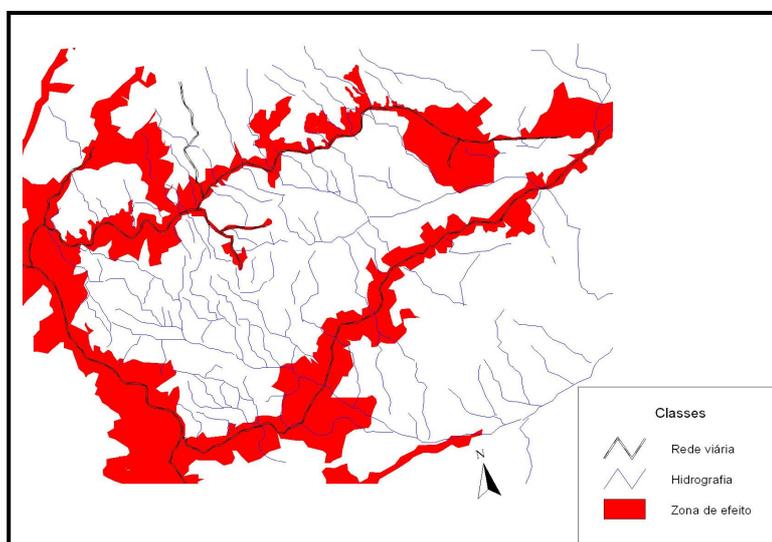
Através da vetorização e segmentação da imagem foi possível obter resultados significativos para análise. A separação das classes pelos diferentes níveis de cinza gerou dados da paisagem, distinguindo as ordens de cobertura do solo através de diferentes classes. O conhecimento In-loco da região de estudo forneceu subsídios com informações mais seguras quanto a composição do mosaico fisionômico, permitindo gerar produtos mais próximos da realidade de cobertura do solo.



**Figura 3:** Mapa temático de cobertura do solo segundo a classificação.

Nota-se que as vias de acesso, a Rodovia Am-010 e os ramais ZF-9 e Procópio, são as principais causas da ocupação nesta região e conseqüente fragmentação da floresta, que se dá da borda (margem da estrada) para dentro, ou seja, em direção ao centro que é a região mais preservada e similar a vegetação nativa da região. Toda paisagem que recebe estradas está associada à ocorrência de impactos negativos sobre a integridade biótica, tanto de ecossistemas terrestres como aquáticos (Trombulak & Frissell, 2000).

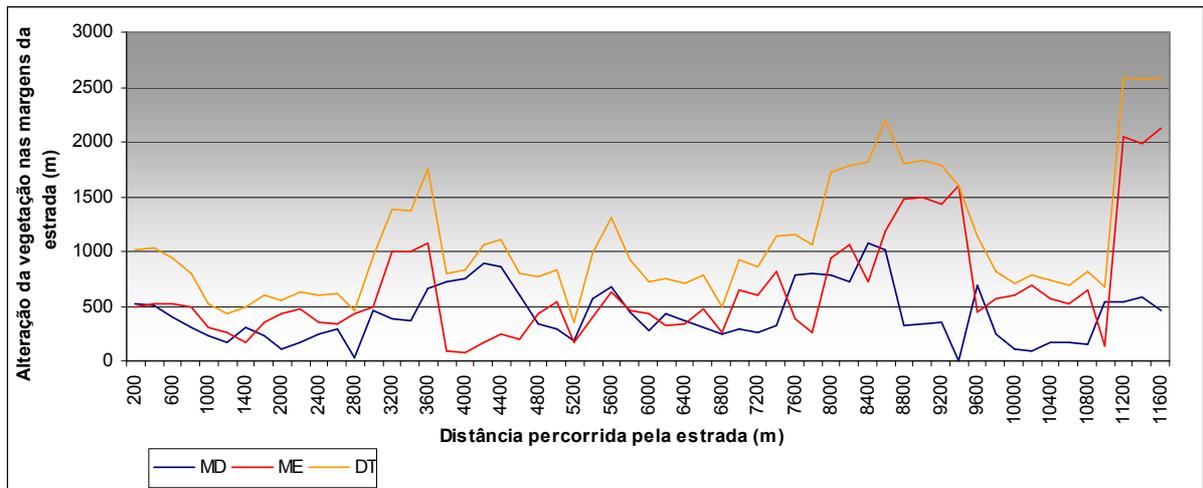
O tamanho dos fragmentos é relativo às disposições das vias de acesso, sendo que quanto mais próximo uma via da outra, menor será o fragmento. A alteração do habitat original por estradas não se limita apenas à área cortada para a confecção do seu traçado, mas pode afetar grandes distâncias no sentido das suas margens, indicando que a ocupação é extremamente dependente do acesso ao interior das regiões de floresta, como se pode observar na figura 4.



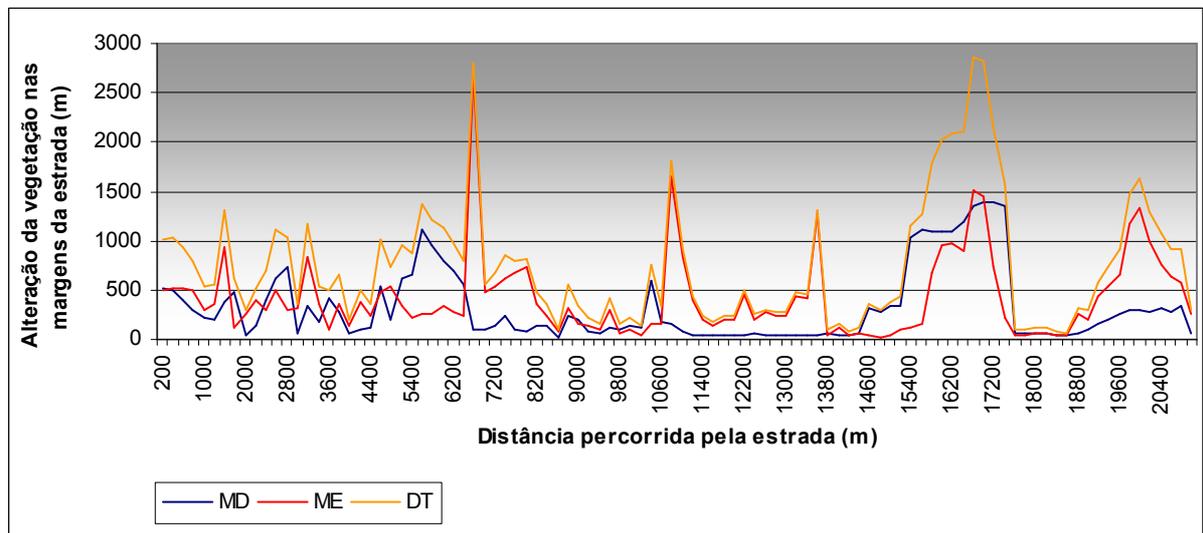
**Figura 4:** “zonas de efeito de estradas”.

Essa área se caracteriza como sendo zona de efeitos de estradas, que é definida como a “zona lateralmente influenciada”, atingindo não apenas o seu traçado, mas também distâncias variáveis das paisagens que compõem suas margens.

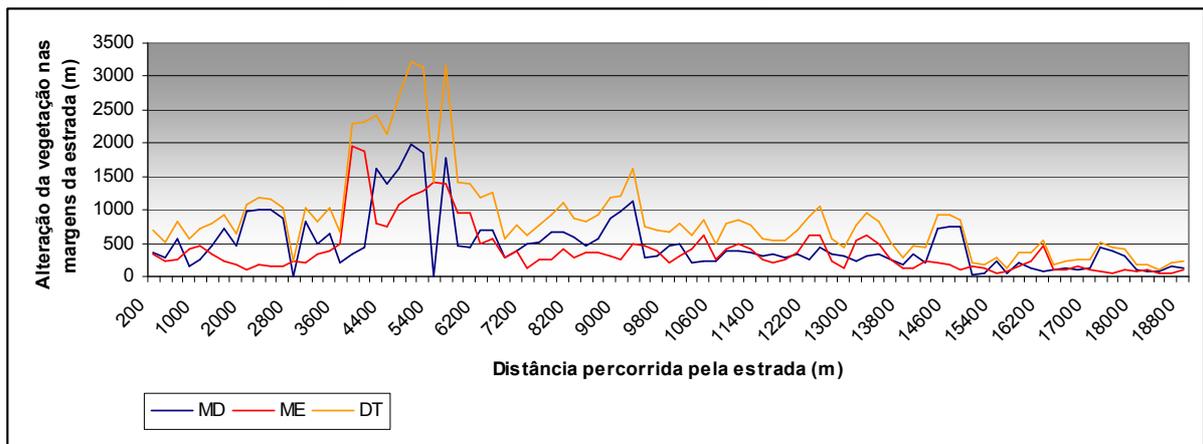
Os gráficos a seguir demonstram dados referentes do estudo realizado para análise da alteração das áreas naturais no percurso das estradas. A cada 200 metros de estrada percorrida, com medidas em direção “margem da estrada/borda da floresta” foi possível obter diferentes padrões de cobertura vegetal alterada decorrente da “zona de efeito de estradas” nas principais vias do entorno da área de estudo



**Gráfico 1.a** Rodovia Am-010 (sentido Manaus/Itacoatiara)



**Gráfico 1.b** Ramal ZF-9 (sentido Rod. AM-010/Rio Urubu)



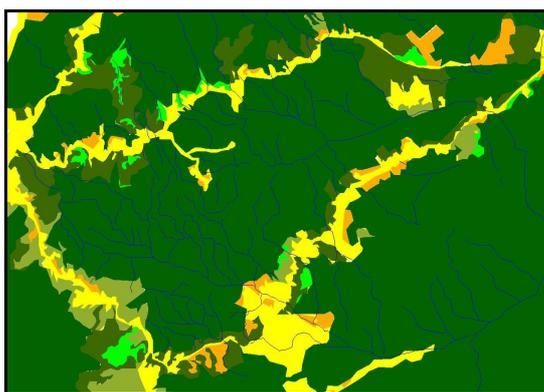
**Gráfico 1.c** Ramal Procópio (Rod. AM-010/Rio Urubu)

**Gráfico 1.a,b,c** Padrões de distribuição das áreas com cobertura florestal alterada em relação ao percurso das principais estradas. **MD**: margem direita, **ME**: margem esquerda, **DT**: distância total.

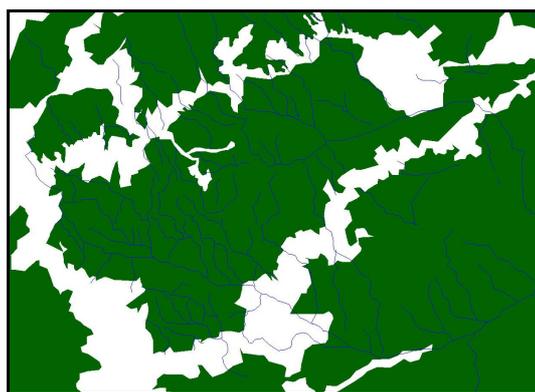
As estradas evidenciam o processo de ocupação e conseqüente fragmentação do hábitat em relação ao seu percurso. Segundo a análise de suas margens, a Rodovia de AM-010 em seus 11600 metros avaliados possui, 1201,627ha da cobertura natural alterada, o ramal ZF-9, em seus 20400 metros avaliados possui em suas margens 1580,764ha alterados e o ramal Procópio com 18800 metros avaliados configura 1651,139ha de paisagem natural alterada em seu traçado.

Durante as incursões para os trabalhos de campo, constatou-se a existência de regiões com paisagem alteradas, decorrentes de exploração de madeira, sendo posteriormente abandonadas e pelo processo de sucessão, essas regiões foram cobertas por capoeiras em diferentes estágios de desenvolvimento. Outras regiões sofrem com a ação antrópica pela ocupação do solo, sendo as propriedades particulares e comunidades distribuídas nas margens das estradas. O plantio de culturas é pequeno em toda região, sendo em proporções de subsistência, onde se predominam sistemas agrícolas convencionais de baixo impacto.

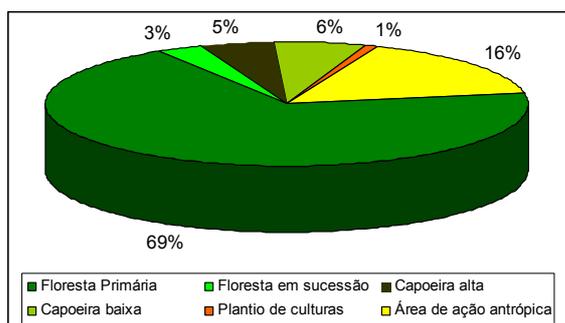
As classes permitem obter dados espaciais de comparação, acerca da alteração da cobertura florestal primária. A evidência das diversas classes geradas dão suporte para a quantificação aproximada da atual da cobertura do solo.



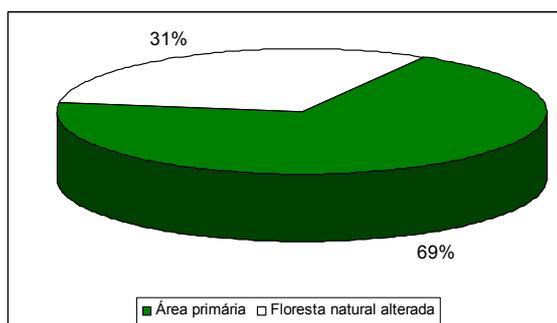
**Figura 5a:** Classes em evidência



**Figura 5b:** Análise da área natural alterada.



**Gráfico 2a:** Total de classes da região



**Gráfico 2b:** Comparação da área natural alterada

No total das áreas classificadas 69% da floresta, 15180 ha permanece conservada em estado primário, com grande diversidade de espécies vegetais. No restante, 39% ou 8,580ha das áreas naturais sofreram algum tipo de alteração. Essas alterações configuram 16%, 3520ha de áreas, de ação antrópica de fluxo contínuo, como estradas e áreas de ocupação, 1% ou 220ha de plantio de culturas, 6% ou 1320ha de capoeira baixa e com pouca diversidade de espécies, 5% ou 1100ha de capoeira alta e 3%, 660ha de áreas com floresta em sucessão, com espécies de sub-bosque em regiões que tiveram seu dossel alterado.

## 5. Conclusões

As imagens CBERS-2 apresentam uma boa resposta visual e espectral para identificação das alterações da floresta original, permitindo obter informações que operem como subsídio para análises em projetos de conservação destes habitats, que frequentemente são alterados pela ocupação. O estudo demonstrou a quão se torna vulnerável habitats que se encontram sob influência de estradas.

A visão espacial da realidade local da cobertura do solo permite contribuir para tomadas de decisões em qualquer plano que se realize nesta área. Todo o processo serviu de base para que se componha um banco de dados SIG com informações do mosaico fisionômico para que se possa compreender as complexas relações entre o processos do homem e suas relações com a natureza.

## Referências Bibliográficas

Crosta, A. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. 3ª Reimpressão Revisada. Campinas: IG/Unicamp, 1999.

Ehrlich, P. R. The loss of diversity: causes and consequences. In: **Biodiversity**. Wilson, E.O. (Ed.). Washington: National Academy Press, 1988. p. 29-35.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite <http://www.cana.cnpem.embrapa.br/setor.html> Acesso em 12/10/2006.

Gonzalez R.; Woods, R. **Processamento de Imagens Digitais**, Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2000.

INPE, Divisão de Processamento de imagens. Manual do Spring (Versão 4.0). INPE: São José dos Campos, 2004. <[www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manual](http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manual)>. Acesso em 15/11/2005.

Ribeiro, M.de C.M. Aspectos climáticos de Manaus. In: **Acta Amazônica**. Manaus.1976 6(2)p.229-33.

Sampaio, R; Cataldo, E.; Riquelme, R. **Introdução à Análise e ao Processamento de Sinais Usando o MATLAB**, Porto Alegre: Erica, 1998.

SUFRAMA-Superintendência da Zona Franca de Manaus. <[www.suframa.gov.br](http://www.suframa.gov.br)>. Acesso em 10/11/2006.

Silva, C.C. Projeto **Conservação de Predadores**. Plano de Estudo. Manaus. 2005.

“Spring: *Integrating remote sensing an GIS by object-oriented data modeling*”. Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J.. *Computers &Graphics*, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

Trombulak, C. S. & Frissel, A. C. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conserv. Biol.**, v.14, n.1, p.18-30. 2000.

Vásquez, G.A.; Vieira, P.R.; Carrilho, J. Z. Utilização de SIG (Sistemas De Informações Geográficas) na avaliação da adequação do uso da terra. **VII Simpósio Latinoamericano de Percepción Remota**. México. 1995. p. 864-870.