

DINÂMICA DA VEGETAÇÃO E DO USO DA TERRA NO “POLÍGONO DOS CASTANHAIS”, SUDESTE PARAENSE, UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS

*Orlando dos Santos WATRIN**

Sandra Maria Neiva SAMPAIO

Adriano VENTURIERI

Resumo

A região sudeste paraense, cuja economia até meados da década de 80 era baseada no extrativismo da castanha-do-pará, constitui hoje uma das áreas críticas de desflorestamento na Amazônia, fruto das grandes transformações que tem atravessado. Neste trabalho é avaliada espacialmente a dinâmica da paisagem de uma área de 940.818,24 ha denominada “Polígono dos Castanhais”, considerando-se imagens TM/ Landsat de 1984 a 1997, analisadas no programa SPRING. Foi observado que a classe Floresta Primária, ocupando mais de 80% da área total em 1984, foi reduzida para cerca de um terço deste total em 1997, formando manchas descontínuas. Por outro lado, as áreas de pastagem que em 1984 alcançaram em torno de 9% do total, em 1997 atingiram mais de 36%, comportamento este semelhante ao registrado pelas áreas de capoeira. Para a dinâmica da paisagem, foram observados baixos percentuais de estabilidade para as classes de cobertura vegetal e uso da terra no período em questão. Assim, os valores de estabilidade foram de apenas 37% para Floresta Primária, enquanto as áreas de pastagem registraram percentuais médios de 28%, sendo superiores aos apresentados para as áreas de capoeira. Foram constatados para todas as classes mapeadas, os maiores percentuais de conversão para pastagem, fenômeno ligado ao processo de pecuarização que vêm ocorrendo em áreas de fronteira agrícola na Amazônia.

Palavras-chave: Dinâmica da Paisagem, Análise Multitemporal, Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, Região Amazônica.

* Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/nº, C. P. 48, CEP: 66095--100, Belém, PA.
E-mail: owat@terra.com.br

Abstract

Land Cover and Land Use Dynamics in the “Polígono dos Castanhais”, Brazilian Amazonia, Using Geotechnology

The southeastern region of the State of Pará, Brazil, until the mid 80's had an economy based mainly on the extraction of Brazil Nuts. Today this region is one of the critical areas of Amazon deforestation, due to the great transformations that have occurred there. In this paper the landscape dynamics of an area of 940,181,24 ha, known as the “Polígono dos Castanhais” is spatially evaluated by considering the TM/ Landsat images of 1984 and 1997, analysed using the SPRING software. Observations showed that the class of Primary Forest, that had occupied more than 80% of the total area in 1984, had been reduced to approximately 1/3 by 1997, with only isolated patches remaining. On the other hand, the areas of pasture that in 1984 reached about 9% of the total, in 1997 accounted for more than 36% of the area. The same behaviour was shown for areas of “capoeiras” or secondary vegetation. For the landscape dynamics, low percentages of stability were observed for the classes of land cover and land use for the years under study. Thus, the stability value for the Primary Forest was only 37%, while the areas of pasture registered average percentages of 28%, superior to the values shown for “capoeiras”. For all of the classes mapped, the highest percentages of conversion were for pasture, a phenomenon linked to the process of establishing properties for cattle raising which has been occurring in the areas of the agricultural frontier in Amazon.

Key-words: Landscape Dynamics, Multi-Temporal Analysis, Remote Sensing, Geographic Information System, Amazon Region.

INTRODUÇÃO

Na década de 70, o governo militar ocupou a Amazônia com programas de distribuição de terras, entretanto, os que mais se aproveitaram desta medida foram os grandes grupos empresariais, com interesse na criação de gado e na exploração madeireira, dando início ao processo de destruição sistemática da floresta. Assim, nas últimas décadas a região amazônica vem recebendo atenção especial da comunidade científica internacional, proporcionalmente à intensificação das frentes pioneiras de colonização. As preocupações ambientais decorrentes do processo de ocupação da terra na região, oriundas principalmente de atividades antrópicas como formação de pastagens, agricultura e exploração madeireira devem-se, sobretudo, à velocidade e à intensidade com que vêm sendo implementadas, acarretando alterações ambientais significativas nas áreas mais críticas.

Nesse contexto, insere-se a região sudeste do Estado do Pará, cuja economia baseada no extrativismo da castanha-do-pará se manteve em ascensão até meados da década de 80, quando então progressivamente entrou em declínio pela mudança do paradigma desenvolvimentista (Instituto de Desenvolvimento Econômico-Social do Pará, 1992b). O processo de ocupação dessa região foi conduzido com maior intensida-

de, a partir da consolidação de grandes projetos governamentais, nas áreas mineral (Projeto Grande Carajás), energética (hidroelétrica de Tucuruí) e rodoviária (rodovias BR-230 e PA-150).

Na corrida desenvolvimentista saíram fortalecidos os grandes conglomerados nacionais/internacionais, pois detinham a base tecnológica e os recursos econômicos exigidos neste processo, além de contarem com as facilidades advindas dos programas especiais de incentivos fiscais e creditícios do governo (Instituto de Desenvolvimento Econômico-Social do Pará, 1992b). Segundo Homma et al. (1996), as transformações econômicas que se sucederam acabaram minando o poder político-econômico dos donos dos castanhais da região, fazendo com que o uso da terra com finalidade de cultivo, passasse a ganhar mais importância. Por outro lado, a região devido à melhoria da infraestrutura, aliada às suas características geográficas, recebeu um fluxo migratório crescente que contribuiu para ampliar ainda mais o espectro de mudanças na ordem sócio-econômica reinante na região.

Os camponeses migrantes como em geral não tinham acesso à terra, acirravam os antagonismos sociais, principalmente nas áreas de mais fácil acesso (IDESP, 1992b). A pressão dos fluxos migratórios no sudeste paraense mudou definitivamente a ocupação das terras na região, havendo uma nítida tendência para a expansão da pecuária em detrimento das atividades extrativistas da castanha-do-pará. Para Homma et al. (1996), a localização dos atuais assentamentos fundiários e das invasões de propriedades em áreas de castanhais está levando à derrubada de castanheiras para dar lugar à agricultura de subsistência, em simbiose com os extratores de madeira.

De acordo com Alves et al. (1998), o sudeste do Pará, inserido no chamado “arco do desmatamento”, corresponde a uma das três principais regiões na Amazônia Legal, onde se concentram as maiores taxas de desflorestamento nos períodos de 1991-1992 e 1992-1994. Entretanto, o desmatamento intensivo da floresta primária vem provocando, além da problemática ambiental, impactos sociais que têm suscitado uma reorientação da ocupação espacial e da exploração econômica, em consonância com os interesses das comunidades estabelecidas nessa região.

Considerando esta ótica, o caráter dinâmico do processo de produção e exploração econômica traduz a necessidade da coleta e análise de dados volumosos de forma ágil, sendo ainda desejável o desenvolvimento de estudos integrados. Devido tais estudos apresentarem grande complexidade em uma abordagem tradicional, impõem-se as abordagens de pesquisa que proporcionem a obtenção de dados para a caracterização e avaliação dos diferentes ambientes, resultantes das mais variadas formas de ocupação da terra.

Segundo Sader et al. (1990), um conjunto fundamental de ferramentas para o monitoramento dos processos ambientais compreende os dados fornecidos pelo sensoriamento remoto, a administração de dados armazenados em sistemas de

geoprocessamento e a capacidade sinérgica destas tecnologias para a derivação de novas informações interpretativas através de modelos. Tais ferramentas são particularmente relevantes no âmbito de ambientes tropicais, na medida em que essa interface proporciona uma fonte de informações valiosas sobre estes ecossistemas, que vêm sofrendo rápidas mudanças.

Na Amazônia, a análise de dados históricos através de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento vem sendo realizada na região como instrumento auxiliar de planejamento regional e de acompanhamento do impacto das atividades de desenvolvimento (WATRIN et al., 1996). No âmbito da área conhecida como Polígono dos Castanhais, PA, foram conduzidos levantamentos das alterações da cobertura vegetal (Instituto de Desenvolvimento Econômico-Social do Pará, 1992a) a partir da interpretação visual de dados TM/Landsat em papel preto e branco (bandas TM 3 e 4) na escala 1:250.000, sendo verificado que o ritmo deste processo vem se mantendo de forma acelerada, registrando-se taxas de 23,80% para 1986 e de 44,58% em 1988.

Considerando essas premissas, este trabalho visa a partir de uma abordagem com o uso integrado de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, avaliar espacialmente a dinâmica das alterações antrópicas na paisagem para a área do Polígono dos Castanhais, sudeste do Estado do Pará, considerando os anos de 1984 e 1997.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localização e Extensão Geográfica

A área de interesse corresponde a um polígono irregular de aproximadamente, 9.404,86 km², conhecido regionalmente como Polígono dos Castanhais, sendo localizado entre as coordenadas 05°12'25" a 06°45'08" de latitude sul e 48°34'14" a 49°33'21" de longitude oeste de Greenwich (Figura 1). Encontra-se situado na porção sudeste do Estado do Pará, em área principalmente dos municípios de Marabá e Eldorado dos Carajás, apesar de ainda englobar áreas pertencentes a outros sete municípios (Bom Jesus do Tocantins, Curionópolis, São Domingos do Araguaia, São Geraldo do Araguaia, São João do Araguaia, Piçarra e Xinguara).

A rede hidrográfica é formada pelo rio Tocantins e seus tributários, sendo os mais importantes os rios Itacaiúnas, Vermelho, Sororó e Tauazinho. Por outro lado, a malha viária é representada principalmente pela rodovia PA-150, que corta esta área no sentido norte-sul em quase sua totalidade, além de um trecho da estrada de ferro Carajás-Itaqui, na porção noroeste.

Clima

Com base na análise da série de dados relativos ao período de 1973-1990 para a estação meteorológica de Marabá, o Laboratório de Climatologia da Embrapa Amazônia Oriental caracterizou o clima da região como tropical chuvoso, com índices pluviométricos anuais relativamente altos e observância de uma nítida estação seca. Na região de Marabá, a média anual da temperatura corresponde a 26,1°C, sendo a máxima em torno de 31,7°C e a mínima de 22,1°C. A média mensal da umidade relativa do ar apresenta uma variação de 76% a 86%, enquanto a média anual situa-se próximo a 82%.

Para a precipitação pluviométrica, foi registrado um total médio anual de 2.087,5 mm, distribuídos em períodos de alta e baixa pluviosidade. No período chuvoso, entre dezembro e abril, foram observados os maiores índices nos meses de fevereiro (357,0 mm), março (386,8 mm) e abril (298,8 mm). Por outro lado, no período seco entre maio e novembro, os meses de junho (34,4 mm), julho (20,6 mm) e agosto (56,1 mm) foram aqueles com os menores índices pluviométricos.

Geomorfologia e Solos

Silva e Carvalho (1986) destacam que a área de estudo encontra-se sob a depressão periférica e planalto dissecado do sul do Pará e depressão ortoclinal do médio Tocantins, sendo a primeira unidade, a de maior dominância. A depressão periférica do sul do Pará compreende uma superfície de relevo baixo, estendendo-se por áreas com altitudes entre 125 a 190 m esculpido em rochas do Pré-Cambriano. O planalto dissecado do sul do Pará é formado por maciços residuais de topo aplainado e conjuntos de cristas e picos interpenetrados por faixas de terrenos rebaixados, com altitudes variando entre 500 e 600 m, podendo atingir valores mais elevados, como observado na serra de Carajás (700 m). Por outro lado, a depressão ortoclinal do médio Tocantins é constituída, essencialmente, por amplos patamares estruturais das formações paleozóicas da bacia sedimentar do Maranhão-Piauí.

Segundo Silva (1982), há grande diversificação dos solos na região, tendo as ocorrências alta relação com as condições do relevo e da litologia das diversas formações geológicas, predominando os Latossolos Vermelho-Amarelo e os Latossolos Vermelho Escuro Argilosos, sob suas diversas fases pedregosas. Outros solos de expressão nesta região são classificados como Podzólicos Vermelho-Amarelo Distróficos e Areias Quartzosas. Em menor proporção ocorrem as Terras Roxas Estruturadas eutróficas, Latossolos Roxos eutróficos e distróficos, Solos Litólicos e Brunizem Avermelhado e nas áreas deprimidas aparecem os Plintossolos associados ao Glei Pouco Húmico e Solos Aluviais.

Vegetação

No tocante à cobertura vegetal, a área de interesse está sob o domínio de uma tipologia florestal que, considerando a fisionomia, a localização ambiental e a posição topográfica que ocupa é enquadrada na sua maior parte, por Veloso et al. (1974), como Floresta Ombrófila Densa Submontana. Essa formação de matas pesadas e mistas pode apresentar cobertura florestal de maneira uniforme ou com presença de árvores emergentes, entre as quais é freqüente a castanheira (*Bertholletia excelsa* H. B. K.), sendo mais baixa (10 a 15 m) nas áreas serranas e mais alta (=25 m) nos interflúvios. Em menor proporção, são registradas ainda manchas de Floresta Ombrófila Aberta, principalmente nas regiões do baixo rio Itacaiúnas e alto rio Sororó. Tal formação, composta de árvores com menor altura e mais espaçadas (sub-bosque aberto), ocorre sob a forma de duas variações distintas, com cipós ou com palmeiras, tendo no último caso como espécie característica o babaçu (*Orbygnia phalerata* Mart.).

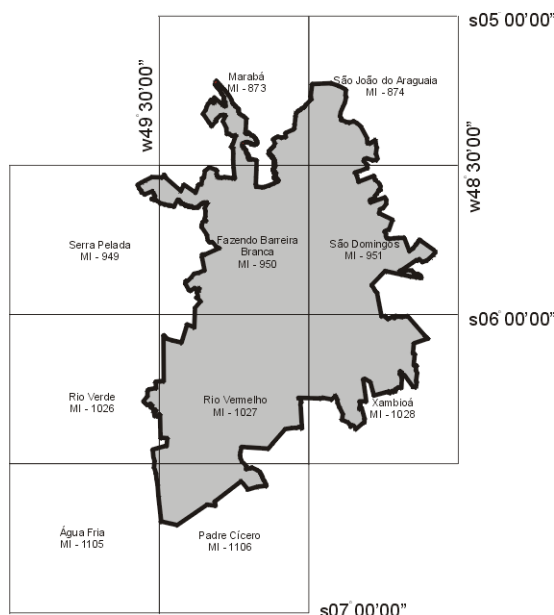
Em virtude das modificações nas áreas de floresta primária ocorridas, principalmente nas duas últimas décadas pelas atividades antrópicas, houve formação de áreas significativas de vegetação secundária. Esta formação, conhecida na região genericamente por capoeira, é encontrada em vários estádios de sucessão, com estrutura e densidade variáveis, sendo o babaçu uma das espécies mais representativas, em virtude da sua agressividade no processo de colonização.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado o levantamento de dados e informações sobre a área de interesse, incluindo a seleção de imagens de satélite, cartas topográficas e mapas básicos de diferentes temas e escalas. O limite da área de estudo foi definido com base no mapa "Polígono dos Castanhais" na escala 1:250.000, elaborado pelo GETAT em 1985, en-

quanto como base cartográfica foram consideradas cartas na escala 1:100.000 do IBGE e DSG (Figura 2). Visando a caracterização da vegetação e do uso da terra, foram empregadas imagens TM/Landsat (órbita/ponto 223/064 e 223/065, bandas TM 3, 4 e 5), no formato digital, referentes às datas de 27/07/1984 e 28/05/1997.

Figura 2 – Mapa de articulação das cartas planialtimétricas na escala 1:100.000 que recobrem a área de estudo.



O processamento das imagens, bem como a entrada e análise de dados foram conduzidas no programa SPRING¹ for Windows (versão 3.3, 1999), disponível no Laboratório de Sensoriamento Remoto da Embrapa Amazônia Oriental. Assim, foram armazenados como planos de informação elementos digitalizados com base nas cartas topográficas selecionadas (drenagem, malha viária e núcleos urbanos), além das imagens TM/ Landsat referentes à área de estudo.

O georreferenciamento das imagens foi realizado entre a imagem de 1997 e as cartas de interesse, e a seguir, entre a imagem de 1984 em relação a de 1997 já registrada.

¹ Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas.

Foram geradas imagens sintéticas referentes à composição colorida TM 5-R/ 4-G/ 3-B realçada pela técnica de Ampliação Linear de Contraste, visando melhorar a qualidade visual e destacar as feições de interesse, de modo a facilitar posteriormente, a coleta de amostras de treinamento na etapa de classificação de imagens.

Visando minimizar as limitações intrínsecas dos métodos de classificação por pixel, realizou-se uma metodologia alternativa, onde a fase de análise é precedida pela fase de segmentação. Em seguida foram realizadas a segmentação e a classificação das imagens multiespectrais. Segundo Belaid et al. (1992), nessa abordagem há incorporação além de informações como média e variância espectrais, de parâmetros que descrevem a forma, o tamanho e o contexto do segmento ou região.

As imagens para serem submetidas a esse processamento no Spring, há necessidade em definir os limiares de similaridade e de área. O limiar de similaridade está relacionado ao valor mínimo da distância Euclidiana entre duas regiões para que possam ser consideradas similares, enquanto que o limiar de área indica a área mínima, dada em número de pixels, para que uma região seja individualizada.

Após a realização de vários testes visuais para a definição dos limiares mais adequados para a formação de segmentos homogêneos nas áreas de estudo, foram selecionados os valores 6 para similaridade e 10 para área. Posteriormente, as imagens foram submetidas ao processo de extração de regiões de atributos estatísticos, onde foram adquiridos os parâmetros necessários para a classificação, tais como média, matriz de covariância e área (BINS et al., 1993).

De posse de uma legenda pré-estabelecida, definida com base na experiência dos analistas e no trabalho de campo, foram adquiridas amostras de treinamento e teste na imagem, as quais foram submetidas a uma avaliação do desempenho. Este procedimento ocorreu através da análise individual de cada classe e suas respectivas amostras utilizando limiar de 99,9%, sendo ainda nesta ocasião gerada a matriz de confusão da classificação das imagens. Assim, foi então realizada a classificação por regiões através do algoritmo Bhattacharya, utilizando-se o mesmo limiar usado na fase de análise das amostras (99,9%), visando obter um menor índice de rejeição, sem no entanto baixar o desempenho da classificação.

Vale salientar que, devido à dimensão da área de estudo, cada imagem para ser segmentada e classificada teve que ser fracionada em seis módulos distintos de igual tamanho, haja vista a limitação do sistema em trabalhar com um número excessivo de fragmentos a serem gerados. Com a conclusão dessas etapas, os módulos em questão foram novamente reagrupados através de processo de moiscagem, para a partir de então ser realizado o mapeamento para as geoclasses, visando a criação das imagens temáticas finais dos anos de estudo. Salienta-se que ainda nessa fase, as unidades que constituíam subclasses, tais como Pasto Sujo 1 e Pasto Sujo 2, foram oportunamente reagrupadas para uma única classe.

Para a obtenção dos produtos temáticos finais contribuiu de modo significativo o trabalho de campo realizado visando o reconhecimento da paisagem da área de estudo, através da correlação das feições presentes nas imagens com os padrões de cobertura vegetal e uso da terra observados no campo. Nessa ocasião foram também coletados pontos de controle com o auxílio de um GPS² (Magellan Field PRO VTM, 3.03) e informações gerais, relativas ao uso da terra nos anos de 1984 e 1997.

A partir da disponibilidade dos dados e informações de interesse, foram efetuadas análises derivadas como a quantificação de áreas das classes de interesse, bem como a dinâmica de tais feições, através do cruzamento entre as imagens classificadas obtidas para os anos de estudo, com base na distribuição espacial das informações temáticas. Assim, a dinâmica das classes de cobertura vegetal e uso da terra no período em questão considerou a análise das matrizes de mudança entre as classes envolvidas, cujos valores correspondem ao percentual da área de uma classe que foi convertida em outra entre os anos de 1984 e 1997.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise das imagens TM/Landsat e nas observações de campo realizadas na área de estudo, foi gerada uma legenda temática compreendendo além da classe Água, sete unidades de mapeamento, onde figuram uma de vegetação primária (Floresta Primária) e duas de vegetação secundária (Capoeira Alta e Capoeira Baixa). Segundo Morán et al. (1994) e Watrin et al. (1996), a individualização das classes de cobertura vegetal é proporcionada pelo sombreamento interno promovido pelas suas diferenças estruturais, tais como a formação de estratos e altura do dossel. Tal comportamento permite que haja individualização da floresta primária da mesma forma que a diferenciação entre estádios de sucessão secundária, desde que apresentem também uma taxa de sombreamento diferenciado.

Para uso da terra, a estratificação nas diferentes classes foi baseada em Watrin et al. (1996), considerando os estádios de desenvolvimento e as diversas práticas culturais e de manejo utilizadas na região, que promovendo diferentes taxas de exposição do terreno, permitiram a definição das classes Pasto Limpo, Pasto Sujo, Solo Exposto e Queimada. A classe Pasto Limpo refere-se às áreas recém-implantadas ou com baixo grau de infestação por invasoras, enquanto Pasto Sujo, envolve os estádios de degradação mais avançados que, entretanto, ainda comportam o pastejo. Por outro lado, a classe Queimada está ligada ao preparo de áreas pelo processo de corte e queima, enquanto a classe Solo Exposto refere-se às áreas preparadas para uso agropecuário,

² Sistema de Posicionamento Global por Satélites.

ou ainda, áreas agrícolas que dependendo do manejo, ocorre exposição significativa do terreno; pela semelhança de resposta espectral, foram também incluídos nesta classe os núcleos populacionais.

Na Tabela 1 e nas Figuras 3 e 4 são apresentados os resultados referentes à quantificação de áreas das classes de cobertura vegetal e uso da terra nos anos de 1984 e 1997. Considerando-se o ano de 1984, observa-se que Floresta Primária foi a classe dominante, contribuindo com mais de 80% da área total, porém, em decorrência do processo de expansão das atividades econômicas, este percentual foi reduzido a um terço em 1997, abrindo espaço para outros usos. Uma parcela significativa do remanescente florestal observado em 1997 encontra-se sob a forma de pequenas manchas descontínuas ou fragmentos de mata, dificultando a sua preservação, na medida em que se tornam bastante vulneráveis para novas intervenções antrópicas, ou mesmo quando se considera o aspecto de sua maior fragilidade biológica.

TABELA 1 - Quantificação de áreas das classes de cobertura vegetal e uso da terra no "Polígono dos Castanhais", sudeste do Estado do Pará – 1984/1997

Classes	1984		1997	
	ha	%	ha	%
Floresta Primária	791.774,28	84,16	316.672,08	33,63
Capoeira Alta	29.543,40	3,14	116.674,17	12,37
Capoeira Baixa	11.797,02	1,25	142.597,50	15,12
Pasto Limpo	49.901,31	5,30	112.882,02	11,96
Pasto Sujo	37.812,51	4,02	231.490,50	24,57
Solo Exposto	10.617,03	1,13	12.796,98	1,32
Queimada	1.667,70	0,18	0,00	0,00
Água	7.704,99	0,82	7.704,99	0,82
Total	940.818,24	100,00	940.818,24	100,00

A Figura 5 representa um mapa simplificado da dinâmica do uso da terra entre os anos envolvidos. Nele, as áreas antrópicas em 1984 e as áreas antrópicas em 1997 correspondem às áreas modificadas (capoeira, pastagem, solo e queimada) nos respectivos anos, enquanto que o tema floresta remanescente refere-se às áreas de Floresta Primária observadas em 1997.

Figura 3 - Distribuição das áreas das classes de cobertura vegetal do “Polígono dos Castanhais”, sudeste do Estado do Pará – 1984/1997

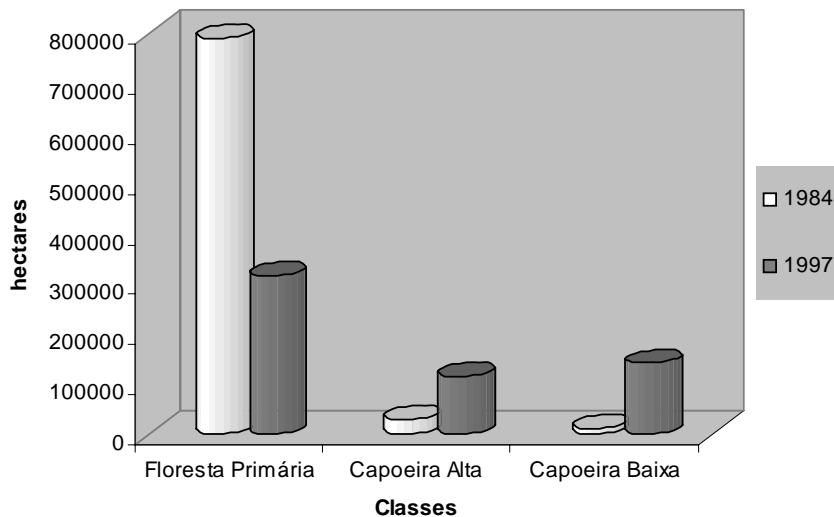
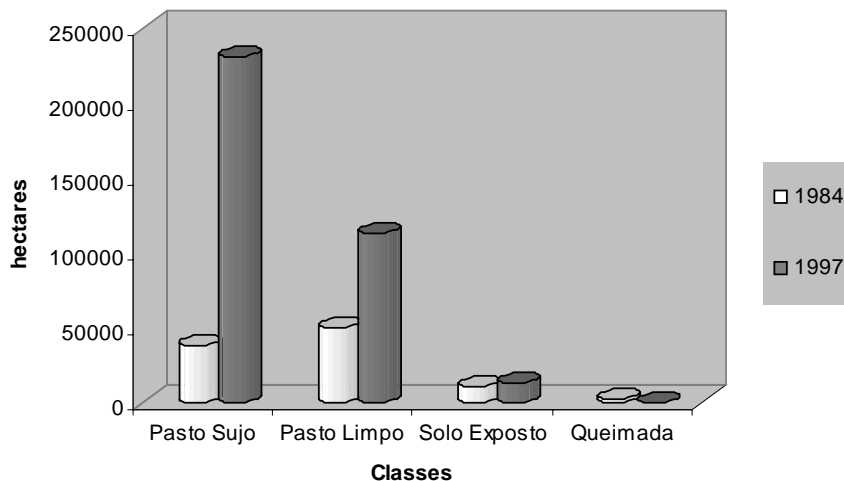
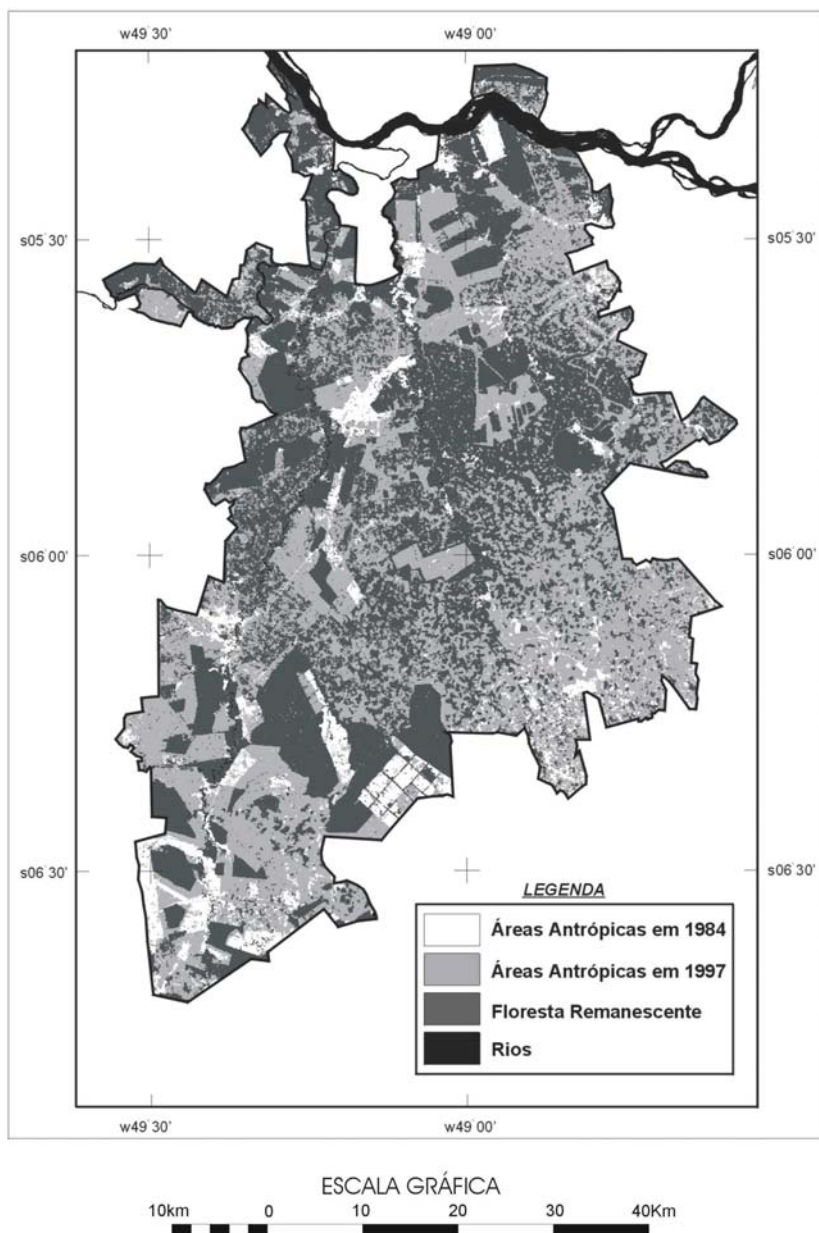


Figura 4 - Distribuição das áreas das classes de uso da terra do “Polígono dos Castanhais”, sudeste do Estado do Pará – 1984/1997



**Figura 5 – Dinâmica do uso da terra no “Polígono dos Castanhais”,
sudeste do Estado do Pará – 1984/1997**



A despeito dos resultados do desflorestamento para o Polígono dos Castanhais obtidos para os anos de 1986 e 1988 pela SUDAM (Instituto de Desenvolvimento Econômico-Social do Pará, 1992a), terem sido baseados em produtos, técnicas e escala diferentes das adotadas neste trabalho, em linhas gerais, foi também observado um ritmo acelerado no processo de antropização da paisagem na região. Nesse aspecto, as áreas desmatadas praticamente duplicaram em um período de apenas dois anos, sendo registradas taxas de desmatamento da ordem de 23,80% para 1986 e de 44,58% já em 1988.

Por outro lado, as áreas de pastagem (Pasto Limpo e Pasto Sujo) que em 1984 alcançaram em torno de 9% do total da área de estudo, em 1997 registraram um aumento significativo, atingindo mais de 36% da área total, sugerem que o avanço da fronteira pecuária na região ocorreu sobretudo em detrimento de áreas de floresta. Outra questão a ser considerada é que a esse processo de mudança no uso da terra se soma o aparecimento da vegetação secundária (Capoeira Alta e Capoeira Baixa), que vêm assumindo papel de destaque na paisagem, podendo ser observado que as mesmas passaram de um percentual em torno de 4% em 1984 para 27% em 1997. Tal comportamento demonstra indícios da baixa estabilidade no uso das terras na região, a qual constitui um reflexo do emprego de uma base tecnológica deficiente.

Ocupando áreas mais modestas, aparecem ainda as classes Solo Exposto e Queimada, sendo a última registrada apenas na imagem de 1984, em virtude da data de passagem ter sido favorável para registrar esta prática.

De acordo com os relatórios do IBAMA e INPE (BRASIL, 1998), a principal causa do desflorestamento na Amazônia atualmente é atribuída à conversão da floresta para a produção de pastagens e lavouras temporárias em pequenas propriedades de tamanho inferior a 50 ha. Homma et al. (1995) afirmam que como os incentivos governamentais para a atividade pecuária foram praticamente banidos da Amazônia, os desmatamentos e queimadas executados pelos pequenos produtores tendem a permanecer nos dias atuais como forte componente de destruição ativa dos recursos florestais da região. Tais atividades são frutos de estratégias de sobrevivência que, juntamente com as estruturas sociais evoluíram e, conseqüentemente, as exigências da população sobre o meio ambiente promovendo, de forma direta, a superutilização dos recursos florestais disponíveis.

Considerando a dinâmica intensa do uso da terra na região e sobretudo o período de 13 anos decorridos entre as datas das imagens TM/ Landsat utilizadas, foram observados baixos percentuais de estabilidade para as classes de cobertura vegetal e uso da terra. Entre as classes de cobertura vegetal, Floresta Primária foi a que apresentou o maior valor de estabilidade, em torno de 37%, muito embora este percentual indique que bem menos da metade do total de regiões classificadas em 1984 como Floresta Primária continuaram como esta classe em 1997. Tal resultado constitui uma constante em áreas de fronteira agrícola onde os estoques de floresta são ainda muito grandes, bem diferente da realidade observada por Watrin et al. (1996) em áreas de

colonização mais antiga do nordeste paraense, cujos valores de estabilidade em torno de 70% devem-se aos remanescentes florestais encontrados em circunscritos, em sua maioria, às margens dos rios e igarapés.

O menor estoque de vegetação secundária nas faixas recentes da fronteira agrícola, segundo Homma et al. (1995), força a incorporação de novas áreas de floresta densa até que nas antigas áreas de colonização, pelo baixo estoque do remanescente florestal, o desmatamento e a queimada passam a ser feitos exclusivamente em áreas de capoeiras. Nesse contexto, de acordo com Homma et al. (2000), madeireiros e agricultura familiar de fronteira são, por razões diversas, os principais atores sociais, que se complementam e se opõem nas chamadas zonas de frente pioneira na Amazônia.

Com relação as áreas de pastagens, os percentuais de estabilidade ficaram em torno de 24% para Pasto Limpo e 33% para Pasto Sujo, sendo superiores aos registrados para as áreas de capoeira. Os percentuais de estabilidade relativamente baixos, de 19% para Capoeira Baixa e 17% para Capoeira Alta, demonstra indícios de que mesmo os estádios de sucessão mais avançados vêm sendo incorporados ao processo produtivo.

De um modo geral, foi observado nas classes mapeadas os maiores percentuais de conversão para pastagem, principalmente para a classe Pasto Sujo, em decorrência da invasão progressiva de invasoras, inclusive plantas lenhosas (juquirá) e palmeiras (babaçu). No caso da Floresta Primária, foram observadas conversões de aproximadamente 34% para pastagem, sendo 24% destas áreas contabilizadas como a classe Pasto Sujo. Comportamento semelhante foi observado para as áreas de capoeira, onde foram registradas taxas de mudança para as mesmas classes de pastagem em torno de 37% para Capoeira Alta e de mais de 50% para Capoeira Baixa, onde a maior contribuição ficou a cargo da classe Pasto Sujo, com 25% e 27% destes totais, respectivamente. Tais resultados apontam para uma maior relação de uso e troca das áreas de pastagem com áreas de vegetação secundária, no contexto do processo de pecuarização que ocorre nas áreas de fronteira do sudeste paraense.

A mudança progressiva da paisagem com a formação de áreas degradadas, devido, principalmente, à perda de produtividade do solo por razões técnicas e sócio-econômicas, reforça a visão de que ainda são insustentáveis muitos dos atuais sistemas de uso da terra desenvolvidos na região.

CONCLUSÕES

Considerando os resultados alcançados, algumas considerações finais podem ser feitas quanto a dinâmica da paisagem no "Polígono dos Castanhais":

- O processo de ocupação sistemática do sudeste paraense a partir da consolidação de grandes projetos de desenvolvimento, gerou mudanças em um

amplo espectro sócio-econômico que, por sua vez, promoveram profundas repercussões ao nível de paisagem no Polígono dos Castanhais no período 1984-1997.

- A forte pressão migratória então verificada desencadeou um processo inusitado de desflorestamento na região, onde grandes extensões de floresta primária foram arrasadas em detrimento do avanço da fronteira agropecuária. Aproximadamente 70% da área do Polígono até 1997 foi desflorestada e praticamente 40% da área total foi ocupada por pastagens, sendo este incremento proporcional ao verificado para as áreas de vegetação secundária.
- Tal padrão de comportamento foi responsável pelos baixos percentuais de estabilidade verificado para as classes de cobertura vegetal e uso da terra no período em questão. Foi constatado para todas as classes mapeadas os maiores percentuais de conversão para pastagem, principalmente para a classe Pasto Sujo, fenômeno este ligado ao processo de pecuarização que vem ocorrendo em áreas de expansão da fronteira agrícola na Amazônia.
- A ausência de conhecimento dos recursos naturais e das condições econômicas e tecnológicas, para o manejo adequado dos solos pelos produtores rurais, estimulam novas migrações e a ocupação desordenada do espaço. Entretanto, a implementação de sistemas agropecuários apropriados poderiam garantir, além da sobrevivência das populações rurais, a conservação dos remanescentes florestais, desde que superadas as limitações que impedem a introdução de formas de uso sustentáveis.
- Embora as mudanças observadas na paisagem venham ocorrendo em ritmo acelerado, muito ainda pode ser feito para coibir novos desflorestamentos e promover a recuperação de áreas abandonadas, cujas estratégias passariam pela aplicação de processos de intensificação do uso da terra, com a utilização de insumos e mecanização agrícola, dando assim melhores condições de fixação do agricultor em sua propriedade.

REFERÊNCIAS

ALVES, D.S.; COSTA, W.M. ESCADA, M.I.S.; LOPES, E.S.S.; SOUZA, R.C.M.; ORTIZ, J.D. **Análise da distribuição espacial das taxas de desflorestamento dos municípios da Amazônia Legal no período 1991-1994**. São José dos Campos: INPE, 1998. 86 p. (Relatório Técnico AMZ-R04/98).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Primeiro relatório nacional para convenção sobre diversidade biológica**: Brasil. Brasília, 1998. 283p.

BELAID, M.A.; EDWARDS, G.; JATON, A.; THOMSON, K.P.B.; BEAULIEU, J.M. Post-segmentation classification of images containing small agricultural fields. **Geocarto International**, v.7, n.3, p.53-60, 1992.

BINS, L.S.; ERTHAL, G.J.; FONSECA, L.M.G. Um método de classificação não supervisionada por regiões. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA E PROCESSAMENTO DE IMAGENS, 6., Recife, 1993. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 1993. v.2, p.65-68.

HOMMA, A.K.O.; CARVALHO, R.A.; FERREIRA, C.A.P.; NASCIMENTO JÚNIOR, J.D.B. **A destruição de recursos naturais**: o caso da castanha-do-pará no sudeste paraense. Belém. Embrapa Amazônia Oriental, Jun. 2000. 74 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 32).

HOMMA, A.K.O.; WALKER, R.T.; CARVALHO, R.A.; CONTO, A.J.; FERREIRA, C.A.P. Razões de risco e rentabilidade na destruição de recursos florestais: o caso de castanhais em lotes de colonos no Sul do Pará. **Revista Econômica do Nordeste**, v.27, p.515-535, 1996.

HOMMA, A.K.O.; WALKER, R.T.; SCATENA, F.N.; CONTO, A.J.; CARVALHO, R.A.; FERREIRA, C.A.P.; SANTOS, A.I.M. Redução dos desmatamentos na Amazônia: política agrícola ou ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 33., Curitiba, 1995. **Anais**. Brasília: SOBER, 1995. v.2, p.1075-1096.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ-IDESP. Modelo militar: desmatar para desenvolver. **Pará Agrário**. Ocupação do solo e subsolo: castanhais. Belém: IDESP, 1992a. p.35-47. (Edição especial).

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ-IDESP. Por trás do desmatamento, a política de ocupação. **Pará Agrário**. Ocupação do solo e subsolo: castanhais. Belém: IDESP, 1992b. p.3-8. (Edição especial).

MORÁN, E.F.; BRONDÍZIO, E.S.; MAUSEL, P. Secondary succession. **Research & Exploration**, v.10, n.4, p.458-476, 1994.

SADER, S.A.; STONE, T.A.; JOYCE, A.T. Remote sensing of tropical forests: an overview of research and applications using non-photographic sensors. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.56, n.10, p.1343-1351, 1990.

SILVA, B.N.R. **Solos da área do Programa Grande Carajás**. Belém: EMBRAPA, CPATU, 1982. 19p. (Documentos, 11).

SILVA, B. N. R.; CARVALHO, J. S. Os solos da Amazônia Oriental. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Pesquisa sobre a utilização e a conservação do solo da Amazônia Oriental**: Relatório Final do Convênio EMBRAPA, CPATU, GTZ. Belém: EMBRAPA, CPATU, GTZ, 1986. p.15-42. (Documentos, 40).

VELOSO, H.P.; JAPIASSU, A.M.S.; GOES FILHO, L.; LEITE, P.F. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos: estudo fitogeográfico da área abrangida pelas folhas SB.22 Araguaia e SC.22 Tocantins. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**: Folha SB.22 Araguaia e Parte da Folha SC.22 Tocantins. Rio de Janeiro, 1974. cap.4, p.1-119. (Levantamento de Recursos Naturais, 4).

WATRIN, O.S.; SANTOS, J.R.; VALÉRIO FILHO, M. Análise da dinâmica na paisagem do nordeste paraense através de técnicas de geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., Salvador, 1996. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 1996. 1 CD-ROM.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve suporte financeiro do Convênio Funtec/ Embrapa 0026/97 intitulado “Políticas Agrícolas para a Conservação de Recursos Naturais: O Caso dos Lotes de Colonos no Sul do Pará”. Os autores expressam ainda seus agradecimentos aos pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, Nilza Araújo Pacheco e Benedito Nelson Rodrigues da Silva, pelo subsídio na caracterização do clima e dos solos da área de estudo, respectivamente. Tais agradecimentos são extensivos à colega Maria de Nazaré Magalhães dos Santos, do Comitê de Publicações do Centro, pela revisão gramatical deste trabalho, bem como ao estagiário do Laboratório de Sensoriamento Remoto Rodrigo Ramos Silveira, pela valiosa colaboração na digitalização de dados e na geração dos mapas de interesse.

Recebido em junho de 2001.

Aceito em agosto de 2001.