

DINÂMICA DO USO DA TERRA E SEUS REFLEXOS NA COBERTURA VEGETAL EM ÁREAS DO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, NORDESTE PARAENSE

*ORLANDO DOS SANTOS WATRIN
SANDRA MARIA NEIVA SAMPAIO*
ADRIANO VENTURIERI*

Resumo

O nordeste do Estado do Pará tem em Tomé-Açu um dos municípios mais peculiares no que tange ao processo de colonização, pois foi marcado pela forte imigração japonesa ocorrida na década de 30. Tal processo imprimiu na paisagem padrões particulares no uso das terras com uma dinâmica até então inusitada. Visando avaliar espacialmente a dinâmica das alterações antrópicas nesta paisagem e o papel da cobertura vegetal frente ao uso da terra, foram selecionadas duas áreas amostrais de 12 km x 16 km. Na caracterização da vegetação e uso da terra a partir de sistemas de geoprocessamento foram empregadas imagens TM/Landsat de 1991 e 1995, com apoio de levantamentos de campo. Foi observado que as áreas de vegetação secundária independente do estágio sucessional, constituem o padrão dominante na paisagem, apesar das áreas de floresta primária serem significativas. No uso da terra, as áreas de pastagem foram aquelas que mais se destacaram, além de experimentarem um incremento entre os anos considerados. Para a dinâmica da paisagem foi verificado que as áreas de floresta primária apresentaram os maiores percentuais de estabilidade, pois há tendência de que a incorporação de novas áreas para a agropecuária se concentre nos estádios iniciais da vegetação secundária. As classes de uso da terra apresentaram as maiores flutuações quanto à estabilidade, apesar de uma parte significativa destas áreas permanecerem com a mesma exploração. A diferença entre as áreas de estudo foi mais nítida quando os sistemas produtivos foram analisados considerando aspectos sociais, agrônômicos e tecnológicos.

Palavras-chave: Dinâmica da Paisagem, Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento

Embrapa Amazônia Oriental, Área de Recursos Naturais e Meio Ambiente, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/nº, Telefone: 0(xx)91.276.6333, C.P. 48, CEP: 66.095-100. Belém, PA - Brasil.
E-mail: watrin@cpatu.embrapa.br, *sandra@cpatu.embrapa.br, adriano@cpatu.embrapa.br.

Abstract

Land use cover dynamic and its impacts on vegetation at Tomé-Açu municipality (northwestern of State of Pará-Brazil)

North Eastern Pará, in the municipality of Tomé-Açu, Brazil, is quite singular in nature due to the fact that the process of colonization has been marked by intense Japanese migration which occurred in the decade of the thirties. This colonization process imprinted on the landscape unique forms of land use with a dynamic until now quite unascertained. With the aim of spatially evaluating the dynamics of human alterations to this landscape and the role of the vegetation in relation to the land use, 12 km x 16 km samples were selected from two areas. To characterize the vegetation and land use with geographic processing systems TM/Landsat images from 1991 and 1995 were used, with the support of surveys in the field. It was observed that the areas of secondary vegetation, independent of their state of succession, were most predominant in the landscape even though areas of primary forest are significant. In relation to land use the areas of pasture were most prominent, and they also showed an increase during the period under consideration. In relation to the landscape dynamics, the areas of primary forest showed the highest percentages of stability, as there is a tendency to concentrate the incorporation of new areas for livestock from secondary vegetation in initial stages of regeneration. The classes for land use define the greatest fluctuations in stability, even though a significant part of these areas remain under the same use, thus minimizing pressure on the areas with forest features. The difference between the areas studied was clearer when the productive systems were analysed considering social, agricultural and technological aspects.

Key words: Landscape Dynamics, Land Use/Cover Changes, Slash-and-Burn Agriculture, Amazonian Region.

INTRODUÇÃO

Na região amazônica, a parte leste do Estado do Pará foi tradicionalmente a mais afetada por pressões de natureza antrópica, devido, em grande parte, à sua posição geográfica, facilitando o avanço das frentes pioneiras de colonização. Neste contexto, o município de TOMÉ-AÇU, localizado no nordeste paraense apresenta uma certa peculiaridade no que tange ao processo de colonização, pois foi marcado significativamente pela imigração japonesa, ocorrida com maior intensidade durante a década de 30.

A primeira colonização efetiva da bacia do rio Acará foi efetuada por imigrantes japoneses em 1929, instalando-se na atual sede do município de Tomé-Açu, as margens do rio Acará-Mirim (Tomé-Açu, 1991). Após a implementação inicial do cacau e do arroz no final da II Guerra Mundial, a cultura da pimenta-do-reino introduzida pelos próprios imigrantes, trouxe uma importante fonte de riquezas para a região. A exploração dessa cultura teve seu apogeu durante a década de 50, quando o país atingiu a autossuficiência e começou a exportação em larga escala, tendo a partir de então a pipericultura experimentado uma fase de declínio na região face aos grandes problemas fitossanitários enfrentados com o monocultivo extensivo.

Com a perspectiva de agravamento da situação fitossanitária, a falta de uma política que garantisse preços mínimos satisfatórios e a expansão da pipericultura para outros municípios do Estado, os produtores de Tomé-Açu foram levados a diversificar a agricultura, com destaque para maracujá, mamão e frutas regionais (TOMÉ-AÇU, 1991). Atualmente, esse município continua contribuindo com uma parcela significativa da produção agrícola estadual, tendo nos últimos anos experimentado um crescimento das áreas de pastagens cultivadas e de exploração madeireira numa tentativa de diversificar ainda mais as atividades econômicas.

Desta forma, em virtude do aumento na velocidade do processo de integração demográfica e econômica da região com uma dinâmica até então inusitada, os estudos com ações integradas de investigação para avaliar e monitorar as mudanças ocorridas no âmbito da paisagem revestem-se de grande importância. Segundo SADER et al. (1990), um conjunto fundamental de ferramentas para o monitoramento dos processos ambientais compreendem os dados fornecidos através do 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 vem sofrendo rápidas mudanças.

O entendimento ecológico da dinâmica da paisagem e seus elementos tem papel fundamental no planejamento da utilização das terras e recursos naturais, incluindo decisões sobre a criação e proteção de áreas para o uso sustentável (FORMAN, 1995). Na Amazônia, de acordo com WATRIN et al. (1996), 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. Tal abordagem tem a vantagem de permitir entre outras informações, a caracterização e quantificação dos elementos que compõem a paisagem no contexto de uma série histórica de dados.

Nesse contexto, ALENCAR et al. (1996) e WATRIN et al. (1996), verificaram a partir de dados multitemporais TM/Landsat, que a dinâmica da cobertura vegetal em áreas do nordeste paraense tende a uma maior relação de uso e troca entre as áreas de vegetação secundária mais novas e as classes de agricultura e pastagem, deixando preferencialmente as classes com feições florestais aptas para regeneração. Neste aspecto, SAMPAIO (1998), ressalta que na relação de uso e troca no sistema agrícola tradicional, em nível de pequenas propriedades, as áreas de vegetação secundárias mais novas atuam como componentes de pousio e acumuladoras de nutrientes, os quais são liberados com a queima de biomassa para o restabelecimento dos solos quimicamente pobres, reduzindo a pressão sobre as áreas de sucessão mais antigas.

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 e traçar paralelos relativos à dinâmica das alterações antrópicas na paisagem para duas áreas no município de Tomé-Açu, Estado do Pará.

ÁREAS DE ESTUDO

Para a realização deste estudo foram selecionadas duas áreas amostrais de aproximadamente 12 km x 16 km, localizadas no município de Tomé-Açu, na microrregião de mesmo nome, situada na porção nordeste do Estado do Pará e ao sul de sua capital Belém (Figura 1). A rede hidrográfica é formada por tributários da bacia do rio Acará-Mirim, enquanto a malha viária encontra-se representada pela rodovia PA-451, parcialmente pavimentada.

De acordo com SUDAM (1993), a região de estudo apresenta clima tropical chuvoso, com totais médios anuais de precipitação pluviométrica em torno de 2.300 mm, concentrados em um período mais chuvoso que se estende de dezembro a maio. Tal regime de precipitação proporciona ainda, a existência de um trimestre mais seco, de agosto a outubro, cujos índices de chuva são inferiores a 60 mm.

Por outro lado, a temperatura do ar apresenta pequena variabilidade da média mensal de temperaturas máxima, mínima e média compensada, sendo a oscilação da temperatura média anual de 25,8°C a 26,9°C, com as máximas de 31,8°C a 33,5°C e as mínimas de 21,0°C a 22,5°C. A umidade relativa do ar nessa região é bastante elevada e, da mesma forma que a temperatura, apresenta pequena variação, registrando-se valores médios anuais de 80% a 90%.

SILVA & VALENTE (1988) destacam que os solos nas áreas de estudo estão sob o domínio do Latossolo Amarelo Álico podzólico, horizonte A moderado, com

as classes texturais variando de argilosa a média, em relevo plano e suave ondulado. Nestes solos, podem ocorrer fases pedregosas com concreções lateríticas no perfil em profundidades variáveis, desde superficial ou abaixo dos 60 cm, normalmente nas pequenas ondulações do terreno. Nas áreas deprimidas e nos vales podem ser ainda observadas ocorrências de Solos Hidromórficos Indiscriminados.

Segundo o levantamento exploratório realizado pelo Projeto RADAM (JUFIASSU & GOES FILHO, 1974), a vegetação predominante na região do médio e alto rio Acará corresponde à Floresta Ombrófila Densa dos Baixos Platôs com cobertura de árvores emergentes. Nesta região ainda ocorrem áreas florestais significativas, que entretanto vêm atualmente sendo perturbadas devido estarem localizadas entre as rodovias PA-150 e BR-010, importantes vias de acesso para a colonização na parte leste do Estado do Pará.

Considerando a área plantada em 1995 (Pará, 1998), as culturas do cacau (3.200 ha), pimenta-do-reino (1.880 ha), maracujá (1.463 ha), mandioca (1.100 ha) e arroz (600 ha) foram aquelas de maior expressão no âmbito do município de Tomé-Açu. Os módulos de estudo apresentam o uso da terra diferentes entre si, sendo observado para aquele denominado de Tucumandeuá predomínio da pequena agricultura de subsistência, enquanto no definido como Quatro-Bocas, as atividades agropecuárias são desenvolvidas em bases tecnológicas mais avançadas, basicamente pelos imigrantes japoneses e seus descendentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

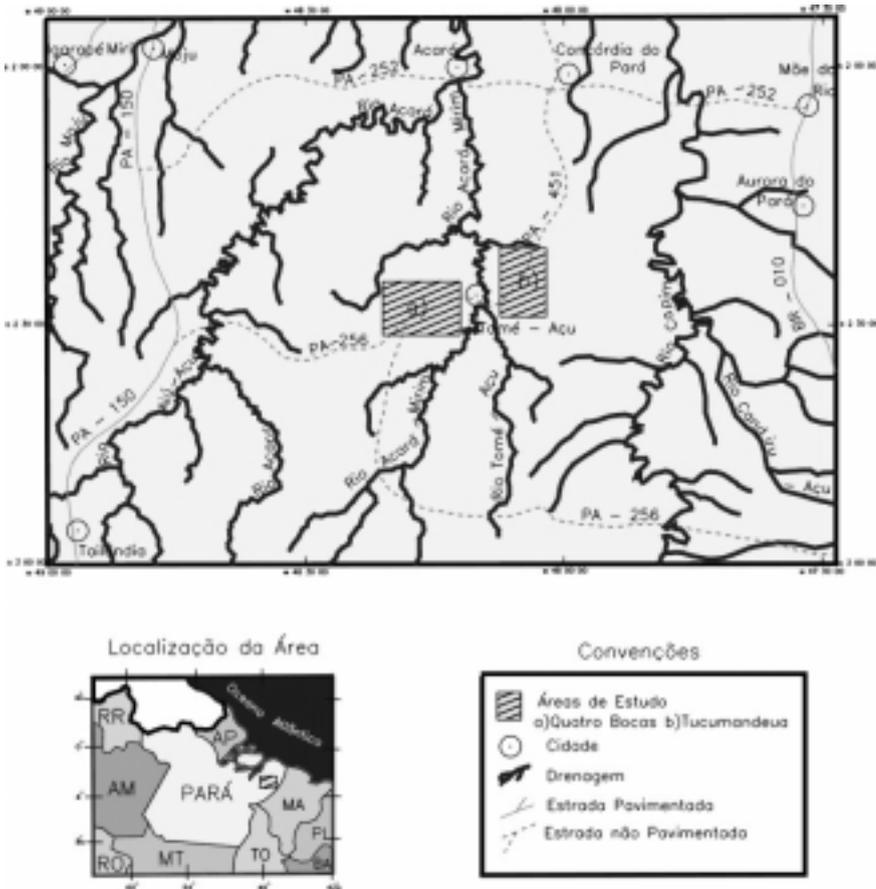
Visando a caracterização da vegetação e do uso da terra foram empregadas imagens TM/Landsat (órbita/ponto 223/062, bandas TM 3, 4 e 5), referentes às datas de 08/06/1991 e 28/05/1995, enquanto como base cartográfica foi considerada a carta planialtimétrica da DSG¹ (folha Tomé-Açu, MI-487), na escala 1:100.000.

O processamento das imagens, bem como a entrada e análise de dados foram conduzidas no programa SPRING² for Windows (NETGIS, 1998). Neste sistema há necessidade inicialmente da construção de um Banco de Dados, correspondente a um diretório, onde são armazenadas suas definições de Categorias e Classes, bem como os Projetos pertencentes ao banco. Os projetos são armazenados em subdiretórios, juntamente com os dados e informações da área de interesse em seus diversos tipos de representação. Assim, forma armazenados como planos de informação elementos digitalizados com base na carta topográfica selecionada (drenagem, malha viária e núcleos urbanos), além das imagens TM/Landsat de interesse aos módulos de estudo.

¹ Diretoria de Serviço Geográfico do Ministério do Exército

² Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

Fig.1 - Localização das áreas de estudo



As imagens originais sem nenhum padrão cartográfico foram submetidas ao processo de registro de imagens, sendo primeiramente realizado entre a imagem de 1995 e a carta de interesse e em seguida, entre a imagem de 1991 em relação a de 1995 já georreferenciada. Foram geradas para os módulos de estudo imagens sintéticas referentes à composição colorida TM 5R4G3B relacionadas pela técnica de Ampliação Linear de Contraste de modo a facilitar, posteriormente, a coleta de amostras de treinamento na etapa de classificação de imagens, pois há uma melhora significativa da qualidade visual, além de destacar as feições de interesse.

Visando minimizar as limitações intrínsecas dos métodos de classificação por pixel, que vem sendo comumente utilizados, realizou-se uma metodologia alter-

nativa onde a fase de análise é precedida pela fase de segmentação. Em tal abordagem de classificação de imagens multiespectrais há incorporação de informações como média e variância espectrais, parâmetros que descrevem a forma, o tamanho e o contexto do segmento ou região (BELAID et al., 1992). ENTende-se como região, um conjunto de pixels contíguos com alguma similaridade, que se espalham bidimensionalmente.

Para que as imagens para sejam submetidas a este processamento no Spring, há necessidade de que sejam definidos os limiares de similaridade e de área. O limiar de similaridade, relaciona-se ao valor mínimo da distância Euclidiana entre duas regiões, estabelecido de modo que as mesmas possam ser consideradas similares, enquanto o 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 definição dos limiares mais adequados para a formação de segmentos homogêneos nas áreas de estudo, foram selecionados o valor 4 para o de similaridade e 10 para o de área. Após a fase de segmentação, as imagens foram submetidas ao processo de extração de regiões de atributos estatísticos, onde são adquiridos os parâmetros necessários para a realização da classificação, tais como média, matriz de covariância e área (BINS et al., 1993). O processo de classificação por regiões no Spring pode ser conduzido através de dois algoritmos de classificação distintos, sendo neste trabalho empregado o algoritmo Bhattacharya, que por ser ligado ao método supervisionado, necessita de um conhecimento prévio pelo analista das feições ocorrentes na área de estudo.

O analista no decorrer do processo de classificação fornecerá as amostras de treinamento e teste para o sistema, de modo a viabilizar esta etapa, com base em sua experiência e no conhecimento de campo. Tais amostras foram coletadas em diversos setores da imagem, considerando-se a legenda pré-estabelecida. Após a fase de aquisição, cada classe e suas respectivas amostras foram analisadas individualmente, utilizando-se o limiar de 99,9%, sendo ainda nesta ocasião gerada a matriz de confusão referente à classificação das imagens.

A classificação foi realizada utilizando-se o mesmo limiar da fase de análise das amostras (99,9%), visando obter um menor índice de rejeição, sem no entanto baixar o desempenho da classificação. A partir da classificação das imagens, foi realizado o mapeamento para as geoclasses (definidas no banco de dados), visando a criação das imagens temáticas finais de cada ano estudado. Salienta-se que ainda nesta fase, as unidades que constituíam subclasses, tais como Pasto Sujo 1 e Pasto Sujo 2, foram reagrupadas para uma única classe, denominada Pasto Sujo.

A primeira fase dos trabalhos de campo visou o reconhecimento da paisagem das áreas selecionadas, através da correlação das feições presentes nas imagens já processadas com os padrões de cobertura vegetal e uso da terra observa-

dos no campo, sendo ainda coletados pontos de controle com auxílio de um GPS³ e informações gerais, relativas ao uso da terra nos anos de 1991 e 1995. As campanhas de campo posteriores, foram destinadas à execução de levantamento sócio-econômico exploratório, visando subsidiar a identificação dos perfis funcionais, culturais e tecnológicos nos sistemas de produção das comunidades rurais pertencentes a cada módulo. Foram aplicadas um total de 50 entrevistas (25 para cada módulo), buscando-se ter representatividade no que tange aos pequenos produtores (área de até 100 ha), tanto ao nível dos sistemas tradicionais de produção, como aqueles que de alguma forma já incorporaram melhorias tecnológicas.

A partir da disponibilidade dos dados e informações de interesse, foram então efetuadas as diferentes análises derivadas. Foram feitas análises referentes à quantificação de áreas para cada módulo de estudo considerando os anos envolvidos, além da dinâmica das feições de interesse, através do cruzamento entre as imagens classificadas para o período de interesse, tomando-se por base a distribuição espacial das informações temáticas. Assim, a dinâmica das classes de cobertura vegetal e de uso da terra no período em questão teve por base a análise de matrizes de mudança entre as classes envolvidas, cujos valores correspondem ao percentual em área de uma classe que foi convertida em outra entre os anos de 1991 e 1995.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseado na avaliação das imagens de interesse com o suporte dos trabalhos de campo realizados nas áreas de estudo, foi definida uma legenda temática compreendendo além da classe Água, sete unidades de mapeamento onde figuram uma de vegetação primária (Floresta Primária, em sua maior parte representada por matas de terra firme) e duas de vegetação secundária (Capoeira Alta e Capoeira Baixa, individualizadas pelo estágio de sucessão). Segundo MORÁN et al. (1994) e WATRIN et al. (1996), a individualização dessas formações deve-se ao sombreamento interno promovido pelas suas diferenças estruturais, tais como a formação de estratos e altura do dossel. Tal comportamento permite assim 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 o uso da terra, foram definidas as classes Pasto Limpo, Pasto Sujo, Solo Exposto e Cultura Agrícola, baseando-se nos estádios de desenvolvimento e nas diversas práticas culturais e de manejo utilizadas na região, as quais promovem

³ Sistema de Posicionamento Global por Satélites

diferentes taxas de exposição do terreno. A classe Pasto Limpo refere-se as 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 Cultura Agrícola está ligada aos cultivos agrícolas perenes, enquanto a classe Solo Exposto refere-se as áreas em preparo para empreendimento agropecuário, ou ainda, áreas agrícolas que pela forma de condução ocorre exposição significativa do terreno pela semelhança de resposta espectral. Nesta classe foram também incluídos os núcleos populacionais.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os resultados definidos para a quantificação de áreas das classes temáticas nos módulos de interesse nos anos de 1991 e 1995. No que tange a distribuição das classes, as áreas de vegetação secundária, quando consideradas em conjunto, independente do estágio sucessional da capoeira, representam o padrão dominante em ambos os módulos de estudo. No módulo Tucumandeua, as áreas de capoeira assumem sempre valores superiores a 41% da área total, enquanto no módulo Quatro-Bocas foi registrado um valor mínimo em torno de 45% do total. Foi observado um padrão diferenciado entre as áreas de estudo quando considerada a variação no total classificado das áreas de capoeira entre as datas em questão, pois se no módulo Quatro-Bocas foi verificada uma redução em torno de 3% destas formações, para o módulo Tucumandeua, houve um incremento da ordem de 6%.

Tabela 1 - Quantificação de áreas para as classes de cobertura vegetal e uso da terra no módulo Tucumandeua, Tomé-Açu, PA.

CLASSE	1991		1995	
	ha	%	ha	%
Floresta Primária	7.069,86	36,62	4.654,26	24,10
Capoeira Alta	6.066,54	31,42	5.297,85	27,44
Capoeira Baixa	1.863,81	9,65	3.764,60	19,50
Pasto Limpo	881,08	4,56	1.662,66	8,61
Pasto Sujo	2.655,63	13,75	3.187,17	16,51
Solo Exposto	308,70	1,60	453,78	2,35
Cultura Agrícola	462,53	2,40	287,83	1,49
TOTAL	19.308,15	100,00	19.308,15	100,00

Tabela 2 - Quantificação de áreas para as classes de cobertura vegetal e uso da terra no módulo Quatro Bocas, Tomé-Açu, PA.

CLASSE	1991		1995	
	ha	%	ha	%
Floresta Primária	3.514,95	18,24	3.276,36	17,00
Capoeira Alta	4.474,89	23,22	4.562,82	23,68
Capoeira Baixa	4.903,83	25,44	4.158,36	21,58
Pasto Limpo	2.288,52	11,87	1.739,79	9,03
Pasto Sujo	2.499,12	12,98	4.631,94	24,03
Solo Exposto	1.323,81	6,87	551,43	2,86
Cultura Agrícola	266,94	1,38	344,25	1,79
Água	0,00	0,00	7,11	0,04
TOTAL	19.272,06	100,00	19.272,06	100,00

Com relação as áreas de Floresta Primária, cujos valores em área nunca foram inferiores 17% do total, foi observada no geral, uma redução entre os anos de interesse, com variação aproximada de 12% para o módulo Tucumandeu e de apenas 1% para o módulo Quatro-Bocas. Esse comportamento é explicado pelo fato que no módulo Quatro-Bocas as áreas cultivadas nas propriedades além de já encontrarem-se consolidadas, as práticas agrícolas são desenvolvidas sob melhores bases tecnológicas, promovendo assim uma maior estabilidade no uso das terras, o que não ocorre na ocupação do espaço no módulo Tucumandeu. Segundo HOMMA et al. (1995), como os incentivos governamentais para a atividade pecuária foram praticamente banidos da Amazônia, os desmatamentos e queimadas executados pelos pequenos produtores tendem a permanecer como forte componente de destruição ativa dos recursos florestais da região.

Considerando as classes de uso da terra, as áreas de pastagem foram aquelas que mais se destacaram em ambos módulos de estudo, além de terem no geral também experimentado um aumento entre os anos considerados. No módulo Tucumandeu foi observado um incremento em área de ambas as unidades relativas a pastagem, enquanto que no módulo Quatro-Bocas houve uma redução nas áreas ocupadas por Pasto Limpo em detrimento aparentemente das áreas de Pasto Sujo, que quase duplicaram.

VEIGA et al. (1996), destacam que na Amazônia Oriental há recentemente uma tendência da agricultura familiar à pecuarização⁴, pois a formação de pastagem

⁴De acordo com os mesmos autores a pecuarização refere-se a tendência de uma parcela de produtores, ou de uma região tipicamente agrícola, em adotar a pecuária como principal componente do sistema de produção.

é considerada pelos produtores como uma ótima forma de investimento. Esses autores comentam ainda que tal estratégia fundiária (valorização da terra pela pastagem), poderia afetar, substancialmente, o padrão de uso da terra nas áreas de fronteira agrícola. Para antigas áreas de ocupação na região, tal processo tem provocado uma visível concentração de terra e desestabilizado o sistema agrícola tradicional, implicando, entre outros, no desaparecimento da agricultura familiar e na redução da produção de alimentos.

Ocupando áreas bem mais modestas, excepcionalmente atingindo mais de 6% do total, a classe Solo Exposto apresentou comportamento diferenciado entre os módulos de estudo, praticamente duplicando a área classificada no módulo Tucumandeua, enquanto reduziu em torno da metade para o módulo Quatro-Bocas. De maneira análoga, as áreas ocupadas pela classe Cultura Agrícola foram pouco expressivas, com valores inferiores a 2,5% do total, mesmo para o módulo Quatro-Bocas onde a agricultura é uma atividade de grande importância. Os valores em área subestimados definidos para a classe Cultura Agrícola deve-se a limitação para a perfeita identificação de cultivos agrícolas perenes, pois o padrão espectral é muito semelhante ao exibido pela classe Capoeira Baixa, comparativamente a unidade de maior dominância.

Apesar de apresentar o padrão de ocupação das terras distinto daquele desenvolvido na microrregião Bragantina (ALENCAR et al., 1996; WATRIN et al., 1996), numa análise sumária os módulos de estudo registraram algumas semelhanças com esta microrregião no que tange a distribuição entre as classes de uso da terra. As áreas de vegetação secundária contribuem com uma parcela significativa da área total envolvida, a despeito de que na microrregião de Tomé-Açu as áreas de floresta primária sejam mais expressivas.

No contexto da dinâmica das classes de cobertura vegetal e de uso da terra no período de interesse, foi observado para ambos os módulos um comportamento similar, onde a classe Floresta Primária foi aquela que apresentou os maiores percentuais de estabilidade, sempre superiores a 55%. Assim, mais da metade do total das regiões classificadas em 1991 como Floresta Primária permaneceram em 1995 como sendo esta classe, denotando que as áreas de reserva vem sendo relativamente preservadas. Tais resultados são porém inferiores aos valores de estabilidade observados para outras áreas do nordeste paraense com reservas florestais mais limitadas, como na microrregião Bragantina (WATRIN et al., 1996), haja vista que os remanescentes estão circunscritos em sua maioria as margens dos rios e igarapés.

As áreas de Floresta Primária quando não permaneceram estáveis no período analisado, foram preferencialmente modificadas para o padrão de Capoeira Alta, a despeito de terem sido observadas pequenas conversões desta classe para pastagem. Apresentaram também percentuais de estabilidade significativos as áreas de

vegetação secundária, sendo ligeiramente maiores os valores obtidos para a classe Capoeira Alta. Uma parcela significativa das áreas de Capoeira Alta foram transformadas em Capoeira Baixa, muito embora tenha-se também verificado, em menor proporção, a evolução para a classe Mata. Por outro lado, as áreas de Capoeira Baixa que não evoluíram para o estágio de Capoeira Alta dentro do processo sucessional normal, foram incorporadas ao processo produtivo para formação de agropecuária, em especial áreas de pastagem, indicando uma certa tendência à pecuarização, como observado por WATRIN et al (1998), para áreas da microrregião Bragantina.

O menor estoque de vegetação secundária nas faixas recente da fronteira agrícola, segundo HOMMA et al. (1995), força a incorporação de novas áreas de floresta densa. Com o passar do tempo, os produtores passam a abrir simultaneamente áreas de floresta e de capoeira, até que nas antigas áreas de colonização, pelo baixo estoque do remanescente florestal, o desmatamento e a queimada passam ser feitos exclusivamente em áreas de capoeiras. Ainda de acordo com HOMMA et al. (1995), com a produtividade decrescente naquelas áreas, onde a capoeira já sofreu sucessivas derrubadas e queimadas e com períodos de pousio muito curtos e baixos preços dos produtos, a tendência será a inviabilização da sua utilização.

Em oposição às unidades de cobertura vegetal, as classes de uso da terra dada as suas características dinâmicas nas áreas de interesse, foram aquelas que definiram as maiores flutuações em termos de estabilidade. As maiores percentagens de permanência para este grupo foram registradas entre as unidades ligadas a pastagem (Pasto Limpo e Pasto Sujo), sendo que para o módulo Tucumandeua as duas classes praticamente definiram o mesmo valor (34%), enquanto no módulo Quatro Bocas, Pasto Limpo foi a classe dominante.

Houve uma certa tendência das áreas ocupadas com Pasto Limpo em 1991 serem convertidas para Pasto Sujo já em 1995, enquanto que as áreas antes rotuladas como Pasto Sujo, com o subsequente abandono, evoluíssem para o padrão de Capoeira Baixa. Esse comportamento deve-se principalmente a perda de produtividade das pastagens, sendo relacionada a problemas tais como manejo inadequado e falta de capital para realizar reforma destas áreas. Ainda assim, foram observadas conversões de áreas de Pasto Sujo em Pasto Limpo, indicando que o processo de renovação das pastagens é uma prática que vem sendo desenvolvida nas áreas de estudo.

No tocante a classe Solo Exposto, grande parte das ocorrências foram geralmente convertidas para pastagem (Pasto Limpo), com a particularidade de no módulo Quatro-Bocas os percentuais de estabilidade terem sido significativos (20%), em virtude de áreas de ocupação urbana, representada pelo distrito de Quatro-Bocas, estarem englobadas na mesma. Por sua vez, a classe Cultura Agrícola, em função

das limitações para a sua perfeita identificação, apresentou tendência a ser modificada para o padrão estabelecido para Pasto Sujo.

De acordo com WALKER et al. (1998), o sistema de uso da terra em determinado local e tempo, e sua vinculação como formas de cobertura do solo constitui o resultado de um conjunto de fatores interagindo em um processo evolucionário. Desta forma, as mudanças dos sistemas de produção familiar dependem de alternativas mais lucrativas ou decorrentes de um ato mais imediato de necessidade econômica do produtor.

Os dois módulos de estudo quando analisadas no contexto das variáveis do levantamento sócio-econômico, mostraram-se bem mais contrastantes, a despeito de estarem distantes em média apenas 14 Km entre si. Este comportamento deve-se ao fato que apenas na área referente ao módulo Quatro-Bocas as atividades agropecuárias são desenvolvidas pelos colonos de origem japonesa em bases tecnológicas mais avançadas.

Assim, em Quatro-Bocas além dos colonos ocuparem propriedades com tamanho médio de 50 ha, a totalidade dos mesmos já exploram tais áreas num período igual ou superior a dez anos. Em oposição, no módulo Tucumandeuá, onde predomina a pequena agricultura itinerante, as propriedades cujas dimensões são em média de 35 ha, apresentam mais da metade de seus proprietários (53%) explorando tais áreas a menos de dez anos. No aspecto da utilização da mão de obra, outra vez são registradas divergências, pois se em Quatro-Bocas a participação da mão-de-obra familiar estava sempre atrelada ao emprego de pessoal assalariado temporariamente, em Tucumandeuá a propriedade é conduzida por mão de obra exclusivamente familiar.

As áreas ocupadas com culturas de subsistência, como mandioca, milho, arroz e feijão caupi, caracterizadas pelo baixo nível tecnológico, só assumem expressão no módulo Tucumandeuá, onde, entretanto, os cultivos perenes e semi-perenes são praticados de forma modesta por apenas 35% do total de produtores. Por outro lado, em Quatro-Bocas além da área cultivada ser bem maior, os cultivos, com destaque para as frutas tropicais, são conduzidos visando a comercialização dos produtos no âmbito dos mercados interno e externo do Estado. Com relação as áreas de pastagens, no módulo Tucumandeuá foram mais freqüentes, porém de pequenas dimensões; em Quatro-Bocas apesar desta atividade não ser importante e relativamente recente, foram registradas as maiores áreas individuais.

O antagonismo entre os dois módulos de estudo é também visível quando são consideradas outras variáveis agrônômicas e tecnológicas, como a utilização de adubo químico e mecanização das áreas cultivadas. Nas propriedades em Quatro-Bocas a mecanização e a adubação são práticas já incorporadas ao processo produtivo pela totalidade dos colonos, o que não acontece para Tucumandeuá, onde estas mesmas práticas são desenvolvidas numa escala muito modesta, sendo

quase desconhecidas pelo maioria dos agricultores entrevistados. Como a mecanização e a adubação estão vinculadas à intensificação do uso do solo para produção de alimentos, estas práticas contribuem para o melhor aproveitamento do mesmo com a manutenção da fertilidade que, por sua vez, tem impactos na redução de desmatamentos, fixando o produtor por mais tempo numa mesma área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito de apresentarem padrões de ocupação das terras distintos, as áreas enfocadas registraram algumas semelhanças no que tange a distribuição das classes de cobertura vegetal e uso da terra. As áreas de vegetação secundária quando consideradas independente do estágio sucessional, representaram o padrão dominante na paisagem, apesar das áreas de floresta primária registrarem ainda percentuais significativos.

Entre as classes de uso da terra, as áreas de pastagem foram aquelas que mais se destacaram, além de terem também experimentado um incremento em área entre os anos considerados nas análises, mesmo para o módulo Quatro-Bocas, onde a agricultura constitui a base econômica. Este comportamento é reflexo do fenômeno da pecuarização, processo que vem sendo observado em um amplo espectro de paisagens da Amazônia. Por outro lado, as áreas agrícolas em função das limitações para a sua perfeita identificação através das imagens TM/Landsat foram subestimadas, haja vista que também as práticas culturais e de manejo empregadas restringem a sua individualização frente aos padrões dominantes na paisagem (capoeiras).

No contexto da dinâmica das classes de vegetação e uso da terra foi também observado um comportamento similar entre as áreas em questão, como o fato da Floresta Primária ter sido a classe com os maiores percentuais de estabilidade. Apesar de um pouco mais da metade do total das áreas com Floresta Primária permanecerem com este padrão no período analisado, tais valores de estabilidade são inferiores aos observados em outras áreas de ocupação mais antiga, cujos remanescentes florestais são mais restritos. Tal comportamento deve-se entre outros fatores a uma tendência que a incorporação de novas áreas para o desenvolvimento de atividades agropecuárias se concentre principalmente nos estágios iniciais da vegetação secundária em detrimento das áreas com tipologia florestal.

Em oposição às unidades de cobertura vegetal, as classes de uso da terra foram aquelas que definiram as maiores flutuações em termos de estabilidade, sendo as maiores percentagens de permanência registradas para as unidades ligadas a pastagem. Houve uma certa tendência das áreas ocupadas com Pasto Limpo serem

convertidas para Pasto Sujo, enquanto que as áreas rotuladas como Pasto Sujo evoluíram para o padrão de Capoeira Baixa. Salienta-se também que uma parte significativa das áreas de pastagens e agricultura, principalmente para o módulo Quatro-Bocas, permaneceram com o mesmo tipo de exploração durante o período analisado, o que contribuiu para minimizar a pressão nas áreas com feições florestais.

A diferença entre os módulos de estudo foi mais nítida quando os sistemas produtivos foram analisados considerando aspectos sociais, agronômicos e tecnológicos, pois enquanto no módulo Tucumandeuá predomina a pequena agricultura de subsistência, no módulo Quatro-Bocas as atividades agropecuárias são calcadas em bases tecnológicas bem mais avançadas. Assim, o módulo Quatro-Bocas apresentou maior diversificação no contexto do processo produtivo e uma área agrícola útil superior ao do módulo Tucumandeuá que, por sua vez, concentrou as áreas com culturas alimentares de subsistência e a maior frequência dos produtores com áreas cultivadas com pastagens.

Desta forma, apesar das similaridades entre as áreas enfocadas, cada uma possui características próprias, que variam em decorrência dos processos naturais e sócio-econômicos, influenciando a permanente mudança da cobertura vegetal e do uso da terra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, A. A. C.; VIEIRA, I. C. G.; NEPSTAD, D. C.; LEFEBVRE, P. Análise multitemporal do uso do solo e mudança da cobertura vegetal em antiga área agrícola da Amazônia Oriental. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., Salvador, 14-19 abril, 1996. *Anais*. São José dos Campos, INPE, 1996, CD-Rom.
- 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*, 7 (3) : 53-60, Sep. 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, PE, out., 1993. *Anais*. São José dos Campos, INPE, 1993, v.2, p. 65-68.
- FORMAN, R. T. T. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, 10 (3): 133-142, 1995.

- 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., 1995, Curitiba. *Anais*. Brasília, SOBER, 1995, v.2, p.1075-1096.
- JUPIASSU, A. M. S.; GOES FILHO, L. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos: estudo fitogeográfico da folha SA. 22 Belém. In : PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SA. 22 Belém* : geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. cap. 4, p.1 - 93. (Projeto RADAM. Levantamento de Recursos Naturais, 5).
- MORÁN, E. F.; BRONDÍZIO, E. S.; MAUSEL, P. Secondary succession. *Research & Exploration*, 10 (4) : 458-476, 1994.
- NETGIS - GEOPROCESSAMENTO E INFORMÁTICA. *Apostila de curso - Spring 3.0 (versão Windows/UNIX)*: Spring básico. São José dos Campos: NETGIS/INPE, 1998. Paginação irregular.
- PARÁ. Secretaria de Estado de Agricultura. Departamento de Planejamento. Divisão de Estatística. *Produção agrícola do Estado do Pará*: dados estatísticos 1993-1997. Belém, 1998. v. 2.
- 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*. 56(10) : 1343-1351, oct. 1990.
- SAMPAIO, S. M.. N. Técnicas de geoprocessamento na avaliação da cobertura vegetal e do uso da terra em comunidades rurais do nordeste paraense. Rio Claro: UNESP, 1988, 132p. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA, B. N. R.; VALENTE, M. A. *Diagnóstico de recursos naturais, na área-programa Guamá-Acará-Moju*: solos e aptidão agrícola das terras. Belém: SUDAM-CSRA/OEA, 1988. v.1. 178p.
- SUDAM. Departamento de Recursos Naturais. Centro de Hidroclimatologia e Sensoriamento Remoto da Amazônia. *Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornwaite/Mather)*. Belém, SUDAM/EMBRAPA-SNLCS-CRN, 1993. 52p.
- TOMÉ-AÇU. Prefeitura Municipal. *Autodiagnóstico e plano de desenvolvimento municipal de Tomé-Açu*: estudo da realidade. Belém, EMATER-Pará. 1991. v. 1, 132 p.

- VEIGA, J. B.; TOURRAND, J. F.; QUANZ, D. *A pecuária na fronteira agrícola da Amazônia: o caso do município de Uruará, PA, na região da Transamazônica*. Belém: Embrapa-CPATU, 1996. 61p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 87).
- WALKER, R. T.; HOMMA, A. K. O.; SCATENA, F. N.; ROCHA, A. C. P. N.; SANTOS, A. I. M.; CONTO, A. J.; PEDRAZZA, C. D. R.; FERREIRA, C. A. P.; OLIVEIRA, P. M.; CARVALHO, R. A. A evolução da cobertura do solo nas áreas de pequenos produtores na Transamazônica. In: HOMMA, A. K. O. ed. *Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola*. Brasília: Embrapa-SPI/Belém: Embrapa CPATU, 1998. p. 321-343.
- 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, 14-19 abril, 1996. *Anais*. São José dos Campos, INPE, 1996, CD-Rom.
- WATRIN, O. S.; VENTURIERI, A.; SAMPAIO, S. M. N. Análise multitemporal do uso da terra e suas interações com a cobertura vegetal em comunidades rurais do nordeste paraense. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9., Santos, SP, 11-18 setembro, 1998. *Anais*. São José dos Campos, INPE/SELPER, 1998, CD-Rom.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos aos pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental Rui Amorim de Carvalho e Nilza Araújo Pacheco, pelo apoio no trabalho de campo e pelo subsídio na caracterização climática das áreas de estudo, respectivamente. Tais agradecimentos são extensivos a colega Maria de Nazaré Magalhães dos Santos, do Comitê de Publicações do Centro, pela revisão gramatical deste trabalho.