

## **Avaliação da Dinâmica da Paisagem da Ilha do Mosqueiro, Município de Belém, Pará**

ADRIANO VENTURIERI<sup>1</sup>

ORLANDO DOS SANTOS WATRIN

ANA MARIA ÁGUILA DA ROCHA

BENEDITO NELSON RODRIGUES DA SILVA

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n°. Cx. Postal 48, 66.095-100. Belém, PA, Brasil

<sup>1</sup>E-mail: adriano@cpatu.embrapa.br

**Abstract.** The municipality of Belém, Pará, Brazil, has an area of about 505 km<sup>2</sup>, of which 66% corresponds to the insular region, with the biggest, Mosqueiro Island, contributing 41% of total municipal area. This island presents a very heterogenous landscape in terms of the kind of occupation and economic activities developed due to different edaphic and socio-economic factors. In this study, to characterize the vegetation and land use, TM/Landsat images for 1990 and 1995 were used, with the support of field surveys. A change in 53% of the natural vegetation cover of the study area was observed, were being an average forest area loss of 1 km<sup>2</sup>/yr over the period. The analyses permit the proposal to create conservations units and generate information on the dynamics of land use. Thus, the set of the results obtained are potentially important for planning the development of various activities on the island and the remote sensing and geoprocessing products and techniques, the tool responsible for a fast and efficient monitoring and control.

**Keywords.** Land Use/Cover Changes, Multi-Temporal Analysis, Conservation Units, Amazonian Region.

### **1. Introdução**

O nordeste do Estado do Pará representa uma das regiões mais antigas de ocupação humana na Amazônia brasileira e constitui um exemplo bem representativo da transformação de paisagens florestais em áreas com grau de antropização acentuado. A ocupação desta região que se acentuou a partir do começo deste século, nas últimas décadas experimentou grandes transformações na sua paisagem natural, com reflexos não apenas no segmento ambiental, mas também em um amplo espectro sócio-econômico.

A utilização dessas terras tem num dos aspectos mais característicos a prática da pequena agricultura familiar, onde áreas com menos de 2 ha são desmatadas, queimadas e cultivadas (Morán, 1990). Porém, o processo de colonização experimentou alguns reveses em face da baixa fertilidade natural dos solos e a ausência de propostas integradas de planejamento e gerenciamento de sistemas de produção agrícola considerando a realidade local.

Nesse universo, a ilha do Mosqueiro, com uma área aproximada de 220 km<sup>2</sup> (41% da área municipal de Belém, PA), apresenta uma paisagem bastante heterogênea quanto ao tipo de

ocupação e atividades econômicas desenvolvidas devido a fatores geográficos, edáficos e sócio-econômicos. Nos últimos 20 anos, principalmente após a construção da ponte de ligação com o continente, a ilha sofreu grande pressão de ocupação devido à expansão de atividades ligadas à agropecuária e às explorações madeireira, imobiliária e turística.

Na avaliação dos processos de ocupação de regiões tropicais, os estudos de monitoramento da vegetação e de mudanças no uso da terra através de ações integradas de investigação, são de grande relevância no acompanhamento destas áreas que vêm sofrendo rápidas mudanças. Neste sentido, Sader et al. (1990) observam uma otimização das análises envolvidas para estudos ambientais com a combinação de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Os estudos relacionados à dinâmica da paisagem utilizando tal abordagem em áreas da Amazônia vêm sendo conduzidos no âmbito de uma escala regional ou mesmo local.

Brondízio et al. (1993) e Morán et al. (1994) verificaram as vantagens do uso integrado de dados TM/Landsat e informações coletadas no campo para a análise multitemporal da vegetação e uso da terra em áreas da Amazônia Oriental. Para isso concorreram a modelagem de assinaturas espectrais dos alvos de interesse e os dados oriundos de GPS<sup>1</sup>, levantamento florístico-estrutural da vegetação e reconstituição etnográfica do uso terra.

Estudos da dinâmica da paisagem foram conduzidos também por Watrin et al. (1996) e Alencar et al. (1996), para áreas no nordeste do Estado do Pará, verificando-se que o estágio inicial da sucessão secundária participa mais ativamente como componente de pousio da pequena agricultura. O trabalho de campo, através dos dados e informações obtidas, mostrou-se imprescindível para a individualização dos diferentes alvos, bem como, explicar as variações observadas no comportamento dos mesmos no período estudado.

Considerando essas premissas, este trabalho teve como objetivo geral analisar a dinâmica da paisagem para a ilha do Mosqueiro, Estado do Pará, a partir do subsídio de dados TM/Landsat e de levantamentos de campo. Visa-se também a partir dos resultados obtidos, permitir o estabelecimento de um instrumento para a ordenação do espaço geográfico e assim, dar apoio ao Plano Diretor, documento de normatização para o desenvolvimento da ilha.

## 2. Área de Estudo

A ilha de Mosqueiro, com superfície aproximada de 220 km<sup>2</sup>, é a maior das 39 ilhas que, juntamente com a área continental, compõem o município de Belém, capital do Estado do Pará (**Figura 1**). Está situada na microrregião Guajarina em um típico ambiente estuarino com influências marinhas, possuindo 17 km de praias de água doce. Localiza-se geograficamente entre as coordenadas 01° 04' a 01° 14' de latitude sul e 48° 19' a 48° 29' de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 15 metros acima do nível do mar.

---

<sup>1</sup> *Global Positioning System.*

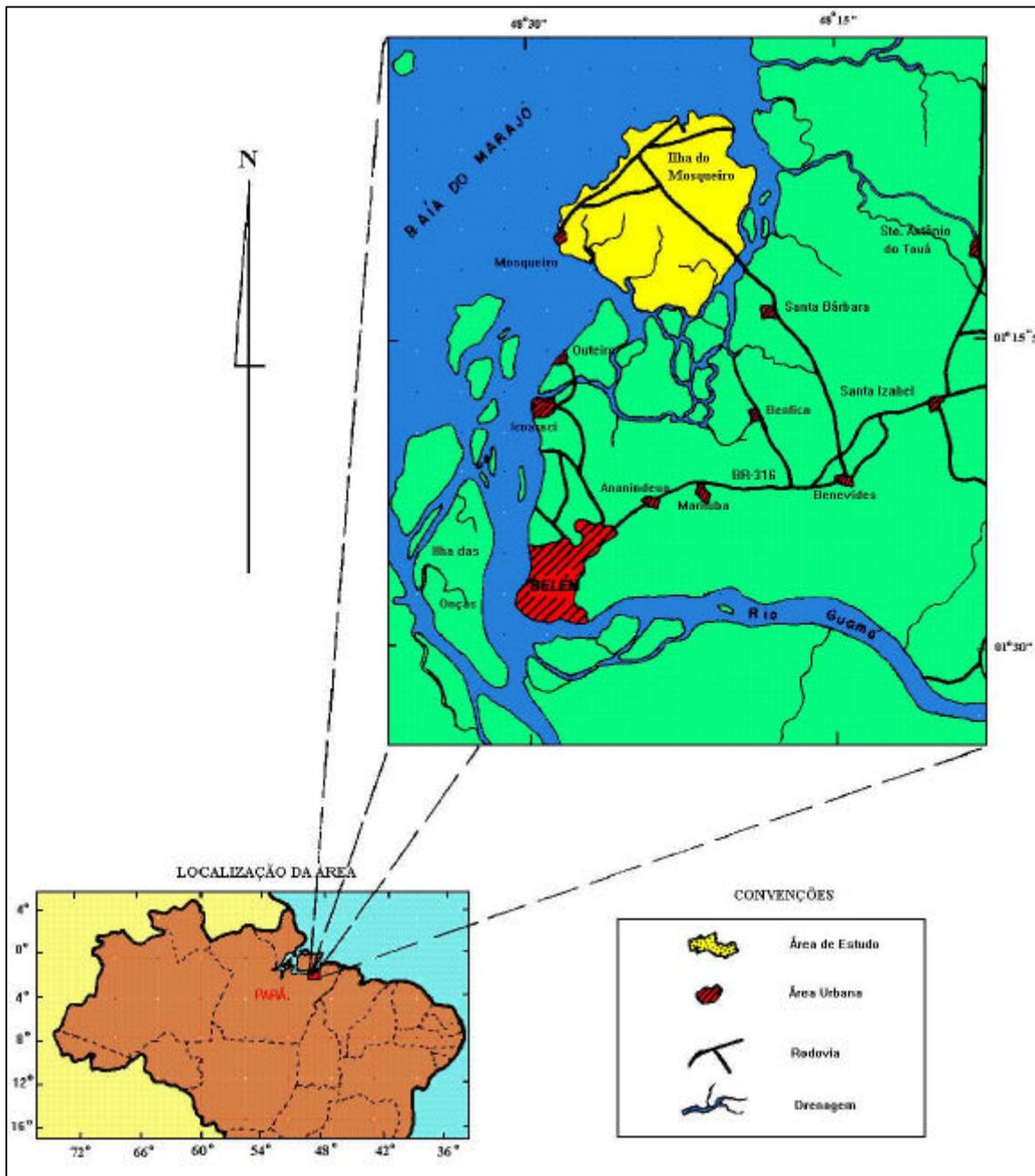


Fig.1 - Localização da área de estudo.

Os principais acessos à ilha são pela rodovia PA-391 e por via fluvial, sendo a ligação com o continente realizada a partir de 1976 pela ponte Sebastião R. de Oliveira, com 1.485 m de extensão sobre o Furo das Marinhas. Os principais rios que drenam a ilha são: Murubira, Pratiquera e Mari-Mari. O censo do IBGE<sup>2</sup> de 1991 aponta uma população residente em torno de 18.343 habitantes.

<sup>2</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Os solos da área de estudo encontram-se em duas seções fisiográficas distintas: Terraços Aluviais Pleistocênicos e Planície Aluvial de Inundação, Holocênica. Estão distribuídos nas seguintes grandes classes: Latossolo Amarelo textura média, Concrecionário Laterítico textura argilosa, Areia Quartzosa e Podzólico Vermelho-Amarelo textura argilosa, Podzol Hidromórfico textura arenosa, Gley Pouco Húmico textura argilosa e hidromórficos indiscriminados.

A cobertura vegetal natural da ilha está sob o domínio da Floresta Ombrófila Densa, onde a grande diversidade florística representa a exuberância da floresta amazônica. São encontrados dois subtipos, cujos limites são coincidentes ao das seções fisiográficas presentes na área: nos terraços pleistocênicos ocorre a mata de terra firme enquanto nas planícies aluviais, a mata de várzea. Nas áreas de maior influência salina, encontram-se ainda, os manguesais.

Segundo dados do Laboratório de Climatologia da Embrapa Amazônia Oriental para a estação de Belém, o clima caracteriza-se por temperaturas médias altas e precipitação pluviométrica relativamente abundante durante o ano todo. Apresenta temperatura anual média de 25,9°C, com mínima de 21,9°C e a máxima de 31,4°C. A média anual da umidade relativa do ar é de 84%, sendo a precipitação pluviométrica de 2.900 mm, onde o trimestre mais chuvoso corresponde aos meses de janeiro, fevereiro e março.

### 3. Material e Métodos

Foram utilizadas para caracterização da vegetação e outros usos da terra, imagens TM/Landsat (bandas TM 3, 4 e 5) de junho dos anos de 1990 e 1995 (**Figura 2**) e ainda carta topográfica do IBGE na escala 1: 50.000 e mapas de solos (Silva, 1975). Para a entrada e análise dos dados de interesse através da digitalização e cruzamento dos diferentes produtos foi utilizado o *software* SGI/INPE, enquanto que as distintas fases do processamento das imagens teve suporte do SITIM.

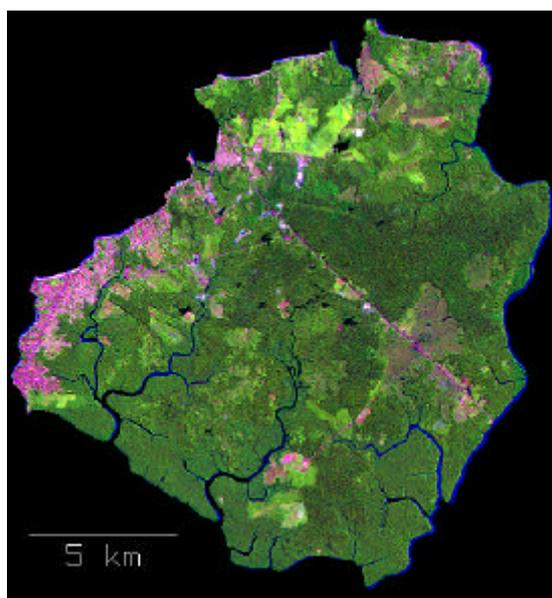


Fig. 2 - Imagem TM/Landsat de junho de 1995 composição colorida TM5R-4G-3B, referente a ilha do Mosqueiro, PA.

O trabalho foi dividido em três etapas: a primeira destinou-se à entrada de dados e informações no SGI a partir da digitalização do mapa básico de solos, além de dados relativos à drenagem e malha viária presentes na base cartográfica. A segunda etapa do trabalho ligada ao processamento das imagens, teve início com a definição da área de estudo e a condução do processo de registro de imagens, este último com o intento de subsidiar posteriormente a análise das mudanças na paisagem no período considerado. O registro das imagens foi realizado em duas fases, primeiramente ajustando-se a imagem de 1995 sobre a carta topográfica e, a seguir, a calibração da imagem de 1990 a partir daquela já ajustada anteriormente.

Ao nível do processamento das imagens, foi ainda realizado o realce utilizando a técnica de Ampliação Linear de Contraste, visando melhorar a qualidade visual e destacar os diferentes padrões de interesse, além de uma classificação digital preliminar utilizando o algoritmo Maxver. A seguir, foram obtidos produtos em papel na escala aproximada de 1: 50.000 das imagens realçadas e classificadas, de modo a dar suporte a uma avaliação posterior no campo.

Os trabalhos desenvolvidos no campo envolveram atividades de reconhecimento e caracterização da paisagem, voltados principalmente à identificação dos padrões de cobertura vegetal e uso da terra presentes na área de estudo e sua correlação com as diversas feições identificáveis nas imagens já processadas. A avaliação no campo dos produtos em questão foi importante para subsidiar uma nova classificação temática e permitir, assim, a obtenção do mapa da cobertura vegetal e uso da terra com maior precisão.

Com a obtenção dos produtos temáticos desejados, estes foram então migrados para o ambiente SGI e, a partir da disponibilidade de todos os dados e informações de interesse, foi dado início à última fase relacionada às diferentes análises. Desta forma, foram feitas análises referentes à quantificação de áreas e à dinâmica das classes mapeadas, através do cruzamento entre as imagens classificadas para os anos considerados, tomando-se por base a distribuição espacial das informações temáticas.

Adicionalmente, foi realizado um zoneamento dos remanescentes florestais indicados para preservação da biodiversidade, baseado em linhas gerais, no resultado da superposição das áreas de floresta primária referentes à imagem temática de 1995 e ao plano de aptidão agrícola das terras definido por Silva (1975). O referido plano foi gerado a partir do agrupamento das classes de solos com características físico-químicas semelhantes, sendo consideradas as seguintes unidades em ordem crescente de limitação de uso: boa, regular, média, restrita e não recomendada. Assim, foi obtido um plano de informação derivado compreendendo três classes:

- Preservação 1 - Áreas de floresta assentadas em solos com fortes limitações de uso (classes restrita e não recomendada), recomendadas para proteção e conservação.
- Preservação 2 - Florestas que embora assentadas em solos agrupados nas unidades de aptidão agrícola média e regular, devem ser indicadas para a preservação da biodiversidade local.
- Preservação 3 - Áreas florestais que embora localizadas em solos de aptidão agrícola considerada boa, devem ser recomendadas para a preservação da biodiversidade local.

#### 4. Resultados e Discussão

Através da avaliação dos produtos obtidos a partir das imagens e das verificações de campo realizadas na área de estudo, foi gerada uma legenda baseada naquela definida por Watrin et al. (1996), formada por três classes de cobertura vegetal e três de uso da terra. Para as formações vegetais, definiram-se as classes Floresta Ombrófila Densa (englobando em geral matas de terra firme e várzea), e os estádios avançado e inicial da sucessão secundária, relacionados às classes Capoeira Alta e Capoeira Baixa, respectivamente. A individualização dessas formações deve-se ao sombreamento interno promovido pelas diferenças estruturais, tais como a formação de estratos e altura do dossel (Morán et al., 1994; Watrin et al., 1996).

Para o uso da terra, foram detectadas as classes Solo Exposto, Cultura Agrícola e Pastagem, sendo tal estratificação baseada nas diversas práticas culturais e de manejo utilizadas na região, as quais promovem diferentes taxas de exposição do terreno. Na classe Cultura Agrícola foram incluídos apenas os cultivos perenes, tais como coco (*Cocos nucifera*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), dendê (*Elaeis guineensis*) e açaí (*Euterpe oleracea*), pois os cultivos anuais encontravam-se nas imagens predominantemente na fase de pós-colheita. Desta forma, tais cultivos foram englobados na classe Solo Exposto, caracterizada pelo predomínio da feição solo sobre os demais alvos e, sendo ainda, ligada a áreas de ocupação urbana ou que estão em preparo para implantação de atividade agropecuária. Adicionalmente, foi definida a classe Pastagem, englobando as áreas de pastagens cultivadas em diferentes graus de infestação por espécies invasoras.

A **Figura 3** apresenta o resultado da classificação temática para as imagens de 1990 e 1995. A partir da manipulação dos dados e informações no *SIG*, foi realizada a quantificação de áreas das classes de cobertura vegetal e uso da terra, sendo os resultados obtidos para as imagens temáticas dos anos considerados (**Tabela 1** e **Figura 4**).

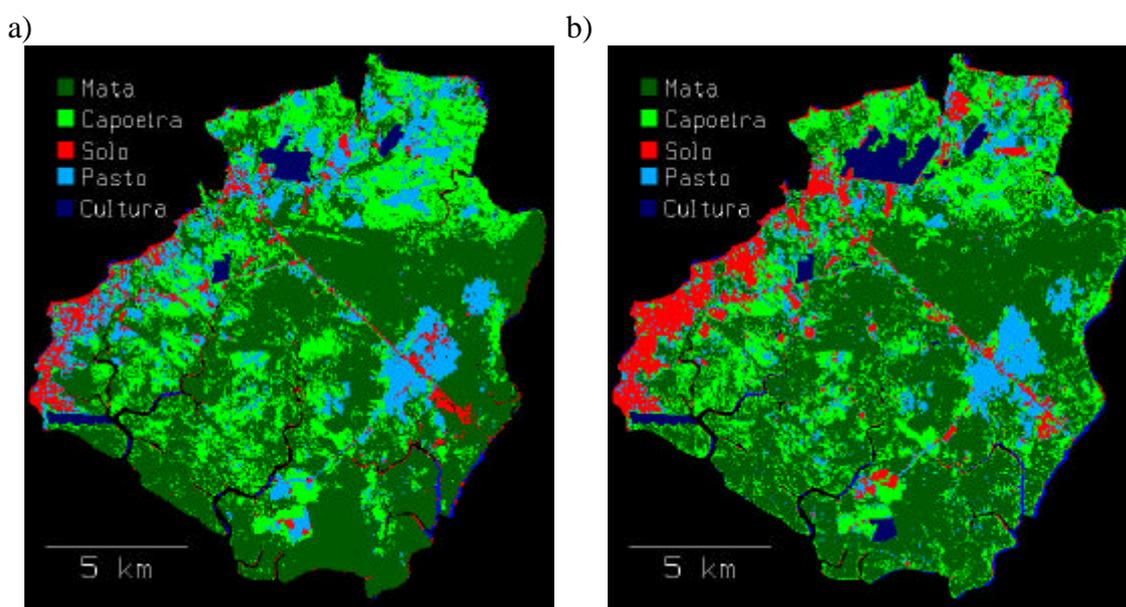


Fig. 3 - Imagens temáticas de cobertura vegetal e uso da terra geradas a partir de imagens dos anos 1990 (a) e 1995 (b).

A área de estudo apresentou para os anos analisados como classe dominante, a Floresta Ombrófila Densa, com valores sempre superiores a 47% da área total, sendo assim, a feição mais característica no contexto da paisagem. Ocupando uma área mais modesta, aparecem as classes referentes à vegetação secundária, que quando analisadas independente do estágio de sucessão que se encontram, verifica-se que juntas podem chegar a ultrapassar 23% da superfície em questão.

Por outro lado, a área ocupada em conjunto pelas unidades de uso da terra não chega a 22% do total de área da ilha. Devido o predomínio de pequenos produtores na região, as restrições na detecção de áreas de cultivo muito reduzidas (roças) e o fato das culturas anuais estarem em geral na fase de pós-colheita durante a tomada das imagens, as áreas agrícolas foram pouco expressivas. Dentre as classes de uso da terra, foi verificado ainda que as áreas de solo exposto ocorrem também sempre em pequenas áreas, em oposição às áreas revestidas com pastagens que registram áreas bem mais significativas, com valores sempre superiores a 10% da área total.

TABELA 1 - Quantificação das áreas em km<sup>2</sup> referentes às classes de cobertura vegetal e uso da terra para a ilha do Mosqueiro, PA.

CLASSES	1990	1995
Floresta Densa	109,25	104,39
Capoeira Alta	44,96	30,75
Capoeira Baixa	8,39	21,41
Solo Exposto	10,20	17,65
Pastagem	28,49	23,12
Cultura Agrícola	3,58	6,70
Outras*	15,90	16,69
<b>TOTAL</b>	<b>220,70</b>	<b>220,70</b>

\* Classe formada por corpos d'água e, em menor proporção, por pixels não classificados

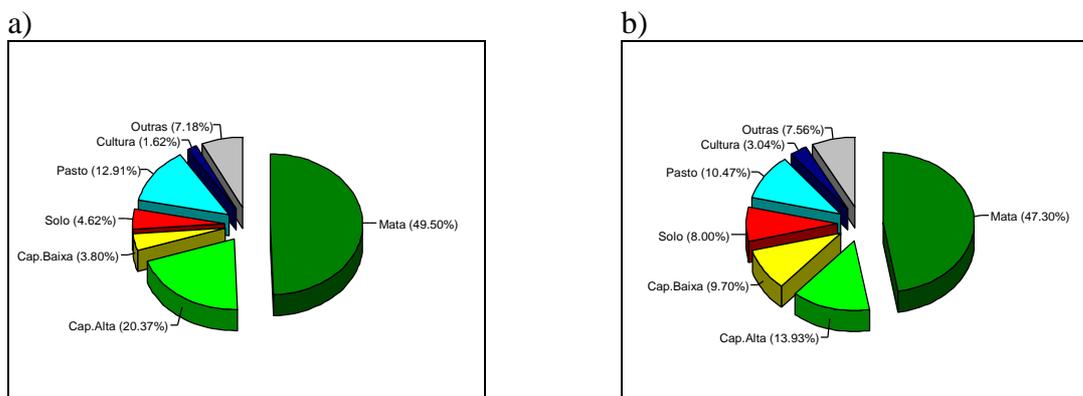


Fig 4 - Quantificação de áreas das classes de cobertura vegetal e uso da terra para os anos de 1990 (a) e 1995 (b).

A partir da análise da dinâmica das feições de interesse para o período considerado, pode-se associar as atividades de uso da terra às mudanças ocorridas no contexto da cobertura vegetal. A dinâmica das classes de cobertura vegetal e de uso da terra no período de interesse 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 considerados. Foi observado que a unidade com as menores flutuações em termos de mudanças relacionam-se às áreas de florestas, ou seja, os *pixels* classificados em 1990 como floresta primária permaneceram em 1995 como tal classe. Isso explica-se pelo fato que estas áreas estão em grande parte distantes das regiões noroeste e norte da ilha, as quais vêm sofrendo tradicionalmente as maiores pressões de ocupação, em virtude de concentrarem a vila do Mosqueiro e sobretudo as praias. Mesmo assim, foi verificado entre os anos analisados uma redução aproximada de 5 ha de florestas, o que por sua vez proporciona uma perda estimada da ordem de 1 km<sup>2</sup>/floresta/ano.

Uma outra classe que apresentou valores de permanência relativamente altos (53,8%) refere-se ao Solo Exposto, devido as áreas de ocupação urbana estarem incluídas na mesma. Convém salientar que esta classe quase duplicou a área que ocupava em relação a 1990, o que pode ser justificado pela expansão da área urbana no período em questão, em detrimento das áreas limítrofes ocupadas com pastagens degradadas e capoeiras baixas.

No contexto da área de estudo, uma parcela significativa das áreas ocupadas pela classe Capoeira foram convertidas para Pastagem, sendo também observado para a imagem de 1995 uma tendência das áreas com Capoeira Alta evoluírem para o padrão espectral definido para a Floresta Densa. A classe Pastagem foi aquela que sofreu as maiores alterações em termos de mudanças, sendo parte das ocorrências, como observado acima, convertidas posteriormente em áreas de Solo Exposto.

Considerando a análise efetuada para o zoneamento ecológico (**Figura 5**), foi verificado que do total de 104,4 ha de áreas de florestas primárias observadas em 1995, quase 73% estão enquadradas na classe Preservação 1, ou seja, áreas com grandes restrições para utilização, pois localizam-se na, sua maioria, em áreas de solos hidromórficos e/ou pedregosos. Tal observação vem comprovar a grande fragilidade ambiental destes remanescentes florestais, que pela sua representatividade são importantes para manutenção da qualidade ambiental da região de Belém.

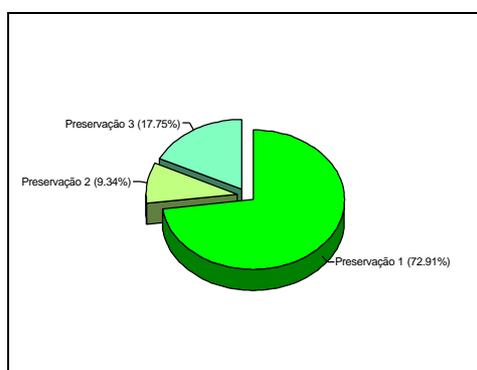


Fig. 5 - Distribuição das áreas referente às zonas de preservação para a ilha do Mosqueiro, PA.

## 5. Considerações Finais

O presente trabalho resgata informações valiosas para subsidiar qualquer ação administrativa futura no que tange ao uso e ocupação da ilha do Mosqueiro, notadamente o Plano Diretor para desenvolvimento da ilha. Para isto, concorreram o levantamento realizado ao nível do uso da terra para os anos de 1990 e 1995, a análise da dinâmica da paisagem conduzida para o mesmo período e a compartimentação em zonas de preservação.

Ocupando uma área de 220,7 km<sup>2</sup>, a ilha do Mosqueiro representa uma das últimas áreas do município Belém, onde o remanescente florestal, em geral matas de terra firme e várzea, é significativo. Estas áreas florestais através das análises efetuadas mostraram-se vulneráveis pelas condições edáficas e geográficas, a despeito de estarem no período considerado, relativamente estáveis no aspecto de alteração.

Foi observado ainda, um incremento significativo da área urbana em função da crescente especulação imobiliária, que vem acontecendo de uma forma localizada, nas porções Norte e Noroeste, devido à ausência de um planejamento efetivo. Tal comportamento vem ocasionando uma ocupação desordenada na ilha, com reflexos no segmento ambiental, assim como, de uma forma visível, no componente sócio-econômico.

A importância da manutenção dos remanescentes de floresta em uma área de ocupação muito antiga e bastante antropizada, assume um papel relevante na preservação da biodiversidade da região. Desta forma, busca-se através deste trabalho fornecer subsídios para a criação futura de uma unidade de proteção ambiental na ilha do Mosqueiro.

## Referência 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.

Brondízio, E. S.; Morán, E. F.; Mausel, P.; Wu, Y. Dinâmica da Vegetação do Baixo Amazonas: Análise Temporal do Uso da Terra Integrando Imagens Landsat-TM, Levantamento Florístico e Etnográfico. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7., Curitiba, 10-14 maio, 1993. **Anais**. São José dos Campos, INPE, 1993, v. 2, p. 38-46.

Morán, E. F. **A Ecologia Humana das Populações da Amazônia**. Petrópolis, RJ, Vozes, 1990, 367 p.

Morán, E. F.; Brondízio, E. S.; Mausel, P. Secondary Succession. **Research & Exploration**, 10 (4) : 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**, 56 (10) : 1343-1351, 1990.

Silva, B. N. R. **Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos da ilha de Mosqueiro (Pará) com auxílio de fotointerpretação.** (Dissertação de Mestrado) – USP/ESALQ, Piracicaba, SP, 1975. 156 p.

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.