

PAISAGEM CULTURAL DA ILHA DO MOSQUEIRO: EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL (1986 – 2016)

Gil Mendes Sales

Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, Belém, PA, Brasil.
gilsales@gmail.com

Maurício da Silva Borges

Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, PA, Brasil.
mauricio@ufpa.br

Jorge Luis Gavina Pereira

Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, Belém, PA, Brasil.
jorgegavina@museu-goeldi.br

Marcelo Cordeiro Thalês

Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, Belém, PA, Brasil.
mcthalês@museu-goeldi.br

Arlete Silva de Almeida

Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, Belém, PA, Brasil.
arlete@museu-goeldi.br

RESUMO

Desde 1680, o processo de ocupação humana na Ilha do Mosqueiro transformou bastante a estrutura original de sua paisagem. Maior entre as ilhas que compõem o arquipélago e distrito administrativo de Belém do Pará, encontra-se hoje sob forte pressão antrópica. Neste sentido, objetivou-se investigar a paisagem cultural da ilha em 30 anos. Para tal, empregaram-se métricas da paisagem para averiguação de quão dispersa e fragmentada ela se encontra. Neste estudo foram utilizadas imagens do satélite Landsat e conhecimentos de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Os resultados demonstraram que é preciso se adotar medidas para preservação dos remanescentes de floresta como critério da manutenção da biodiversidade da ilha. Os resultados anuais da evolução paisagística para cada classe (ha/ano), demonstraram valores expressivos quanto aos aumentos de área na ordem de 116, 13 e 145 ha/ano de incremento para Núcleo Habitacional, Exploração Mineral e Sucessão Secundária, respectivamente; e antagonísticos em relação a classe Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, que diminuiu na ordem de 200 ha/ano em área. Isto representa uma perda de 66% da floresta em 30 anos e se estabelece como evento particular considerável, quando comparado ao estimado para a Amazônia Legal nos últimos 40 anos, na ordem de 18%.

Palavras-chave: Paisagem Cultural; Métricas da Paisagem; Evolução Espaço-Temporal; Ilha do Mosqueiro.

CULTURAL LANDSCAPE OF MOSQUEIRO ISLAND: SPATIAL-TEMPORAL EVOLUTION (1986 – 2016)

ABSTRACT

Since 1680, the human occupation process on Mosqueiro Island has strongly transformed the original structure of landscape. Largest island from Belém city administrative district, is today under strong anthropic pressure. To evaluate this pressure, the objective was to investigate the island cultural landscape evolution in 30 years. To this end, we employed landscape metrics to verify how dispersed and fragmented it is. In this study we used Landsat satellite images and remote sensing and geoprocessing knowledges. The results

showed that it is necessary to adopt actions for forest remnants preservation as a criterion for the island biodiversity maintaining. The results of the landscape evolution for each class (ha/year) showed area increases in the order of 116, 13 and 145 ha/year to Urban Core, Mining and Secondary Growth, respectively; and an area decrease of 200 ha/year to Lowland Dense Evergreen Forests. This represents a loss of 66% of the forest in 30 years, a considerable amount when compared to the estimated deforestation for the Legal Amazon in the last 40 years, in the order of 18%.

Keywords: Cultural Landscape; Landscape Metrics; Spatial-Temporal Evolution; Cultural Landscape of Mosqueiro Island.

INTRODUÇÃO

No final do século XV, interesses de toda ordem se instalaram na dinâmica social do espaço amazônico. A partir de 1680, a oficializada Ilha do Mosqueiro, maior entre as ilhas que compõem o arquipélago e distrito administrativo de Belém do Pará, foi província dos Tupinambás e muito importante no processo de desenvolvimento da Colônia fornecendo mão-de-obra especial e farta. A ilha também foi responsável pelo abastecimento alimentar da capital durante muito tempo a partir do *moqueio*⁴ de caças e peixes, sem entranhas, em suas vastas praias. Mais Tarde, estas praias passaram a ser ocupadas por estrangeiros que vieram trabalhar na urbanização da cidade de Belém durante o período áureo da borracha e, posteriormente, pelos próprios belenenses (MEIRA FILHO, 1978).

De lá para cá, o processo de ocupação humana da ilha transformou bastante a estrutura original de sua paisagem, o que é plenamente factível atribuir-lhe, portanto, o conceito de “Paisagem Cultural”. Este conceito de paisagem estabelece que o meio natural fornece a dimensão habitável, enquanto a dimensão cultural é o agente pelo qual esta paisagem é modificada (SMALL e WITHERICK, 1992; RIBEIRO, 2007; IPHAN, 2009; PIERI, 2015). Na verdade este conceito surge para responder a crescente complexidade da estrutura social contemporânea e a velocidade cada vez maior dos processos sociais e econômicos sobre a descaracterização dos territórios (ALMEIDA, 2017). O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), através da Portaria nº127, de 30 de abril de 2009, em seu do Art. 1º, traz uma definição pontual para este conceito:

Paisagem Cultural Brasileira é uma porção peculiar do território nacional, representativa do processo de interação do homem com o meio natural, à qual a vida e a ciência humana imprimiram marcas ou atribuíram valores. (DOU, Seção 1, 2009, pag. 17)

A Ilha do Mosqueiro está disposta num arranjo heterogêneo de variadas formas, cuja estrutura, as inter-relações e a dinâmica que ocorreram em sua superfície ao longo do tempo, definiram a feição e a fisionomia desse espaço, sendo a própria paisagem vista como um sistema ou como uma unidade real e integrada.

Essa avaliação não permite que o termo paisagem assuma apenas o retrato de elementos geográficos específicos para caracterizá-la qualitativamente (e.g., paisagem vegetal), mas compor o resultado advindo de uma série de combinações e interações entre elementos físicos, biológicos e antrópicos, fazendo da paisagem cultural um conjunto representativo em constante evolução.

Para Forman (1995), os padrões que definem as várias paisagens que contemplam o “mosaico de paisagens” constituintes da superfície terrestre, podem ser definidos por três mecanismos: heterogeneidade do substrato (tais como o relevo, lugares com muita umidade e tipos de solos); distúrbios naturais (incluindo o fogo, tempestades e pragas); e atividades humanas (tais como cultivar os campos, cortar florestas e construir estradas).

Casquilho (2012), menciona a composição e a configuração como sendo características básicas de um “mosaico de paisagens” ou “Ecomosaico”. A composição é relativa aos habitats presentes e ao número de manchas de diferentes tipos e proporções da área total. Já a configuração, é relacionada ao arranjo espacial dos elementos como, por exemplo, a fragmentação e conectividade.

⁴ Processo de Conservação primitivo de animais putrescíveis através de calor brando por longo tempo.

Tais características, portanto, modelam a paisagem e, como tal, são objetos de estudos da chamada “Ecologia da Paisagem”. O referido termo foi empregado pela primeira vez pelo biogeógrafo alemão Carl Troll em 1938 e pode ser definido como o estudo dos efeitos dos modelos da paisagem, e suas mudanças ao longo do tempo, sobre os processos ecológicos (Frohn, 1998). A inferência inicial para a análise da ecologia da paisagem, baseia-se na premissa de que as unidades paisagísticas influenciam os processos ecológicos. E, desta maneira, a capacidade de quantificar a estrutura (modelo) da paisagem é primordial para o estudo da função e mudança da paisagem ocorrida ao longo do tempo (PEREIRA et al., 2001).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o *status* atual da paisagem cultural da Ilha do Mosqueiro, distrito administrativo de Belém-PA, por meio do estudo da evolução da Cobertura Vegetal e Uso da Terra ao longo de 30 anos, divididos em quatro momentos: 1986, 1995, 2003 e 2016. Para tal, lançou mão do uso de produtos de sensores remotos, técnicas de geoprocessamento e interpretação de imagens, bem como o emprego de métricas da paisagem para a obtenção de análises quantitativas comparativas para o período.

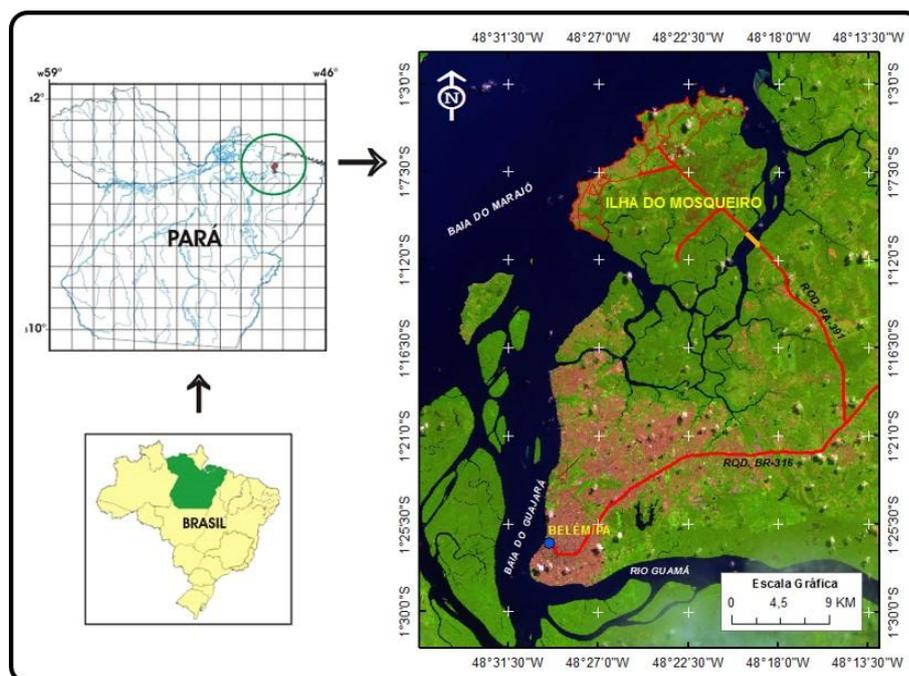
Pressupõem-se, portanto, que sua contribuição enseje sobre o processo de tomada de decisões relativas à organização racional da atividade humana, oferecendo subsídios para que as políticas de desenvolvimento local, não só superem os problemas de crescimento desordenado, como também possam impedir a deterioração da qualidade ambiental da ilha.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Parte integrante do município de Belém, a Ilha do Mosqueiro situa-se na porção leste do Estuário Guajarino, contida na região nordeste do Estado do Pará. Localiza-se geograficamente entre as coordenadas 01° 04' 11" a 01° 13' 42", de latitude Sul, e 48° 19' 20" a 48° 29' 14", de longitude Oeste de Greenwich, englobando uma superfície aproximada de 220 km², com altitude média de 15 m acima nível do mar (Figura 1). Distando cerca de 50 km da capital Belém, seu principal acesso é pela rodovia BR-316 e, posteriormente, pela rodovia PA-391.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo



BASE CARTOGRÁFICA

A base de dados cartográfica digital utilizada é oriunda do levantamento Aerofotogramétrico de Belém-PA que foi cedida por meio do Convênio entre a Companhia de Desenvolvimento e Administração Metropolitana de Belém (CODEM) e o Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM). Os dados incluem: Base cartográfica de 1977 e 1999 de Belém, na escala 1:10.000, com limites de bairros, distrito e curvas de nível; *Layer* de vegetação, extraído da cartografia de 1999; e Mosaico de fotografias aéreas de 1999. Além destes, foram utilizados os dados gerados por Sales (2005).

IMAGENS DE SATÉLITE

Para a geração dos mapas de Cobertura Vegetal e Uso da Terra da Ilha do Mosqueiro foram selecionadas imagens com menor cobertura de nuvens do satélite Landsat referentes à órbita 223 e ponto 61, nas bandas de comprimentos de onda do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Datas de obtenção das imagens do satélite Landsat.

SATÉLITE	IMAGENS		
	Dia	Mês	Ano
Landsat-5 ^(TM)	17	7	1986
	8	6	1995
Landast-7 ^(ETM+)	21	5	2003
Landast-8 ^(OLI)	15	03	2016

Fonte: Elaborada a partir dos metadados das imagens (USGS, 2016).

PROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES ESPACIAIS

O processamento das informações espaciais (Base de dados e Imagens de Satélite) foi realizado através do *software* SPRING [versão 4.0] (CÂMARA et al., 1996). Posteriormente, utilizou-se o *software* ArcGIS [versão 10.0] (ESRI, 2010), objetivando a geração de mapas temáticos da ilha, além da manipulação dos dados vetoriais para a apresentação dos resultados. Para a obtenção das métricas da paisagem foi empregado o *software* FRAGSTATS [versão 4.2] (MCGARIGAL e MARKS, 1994).

GERAÇÃO DE MAPAS

O estudo proposto foi realizado em quatro etapas, sendo elas: 1) Pesquisa e tratamento das fontes de informações para elaboração da base de dados espacial temática (Mapas) e validação por meio de trabalhos de campo; 2) Elaboração do Mapa de Cobertura Vegetal e Uso da Terra para 2016; 3) Análise da Estrutura da Paisagem (Métricas da Paisagem); e 4) Análise dos mapas elaborados.

COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA

A partir do mapa digital de Cobertura Vegetal e Uso da Terra do ano de 2003, gerado por Sales (2005), que contém a distribuição espacial das diferentes classes temáticas, estabeleceu-se a referência para a análise temporal sobre a imagem do ano de 2016 objetivando a atualização do avanço antrópico na paisagem ao longo de 30 anos (1986 a 2016). A geração do Mapa de Cobertura Vegetal e Uso da Terra no ano de 2016 foi realizado através de técnicas de interpretação visual de imagens (Figura 2).

Para validação da referida diversidade paisagística foi estabelecida uma amostragem aleatória sobre a área de estudo, num total 150 células amostradas e verificadas. O procedimento foi apoiado por

coleta de pontos através do GPS⁵ e informações adicionais de campo sobre as várias classes temáticas determinadas.

Com o resultado da coleta dos pontos, as classes foram avaliadas por meio de uma matriz de erro (CONGALTON, 1991). Sobre os dados desta matriz de erro, utilizou-se a técnica de análise multivariada denominada de estatística Kappa (**K**), para avaliar a concordância entre a verdade terrestre e os resultados obtidos pela classificação digital. O estimador da estatística **K** foi calculado através da equação 1.

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^m n_{ii} - \sum_{i=1}^m (n_{i+} * n_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^m (n_{i+} * n_{+i})}$$

Onde:

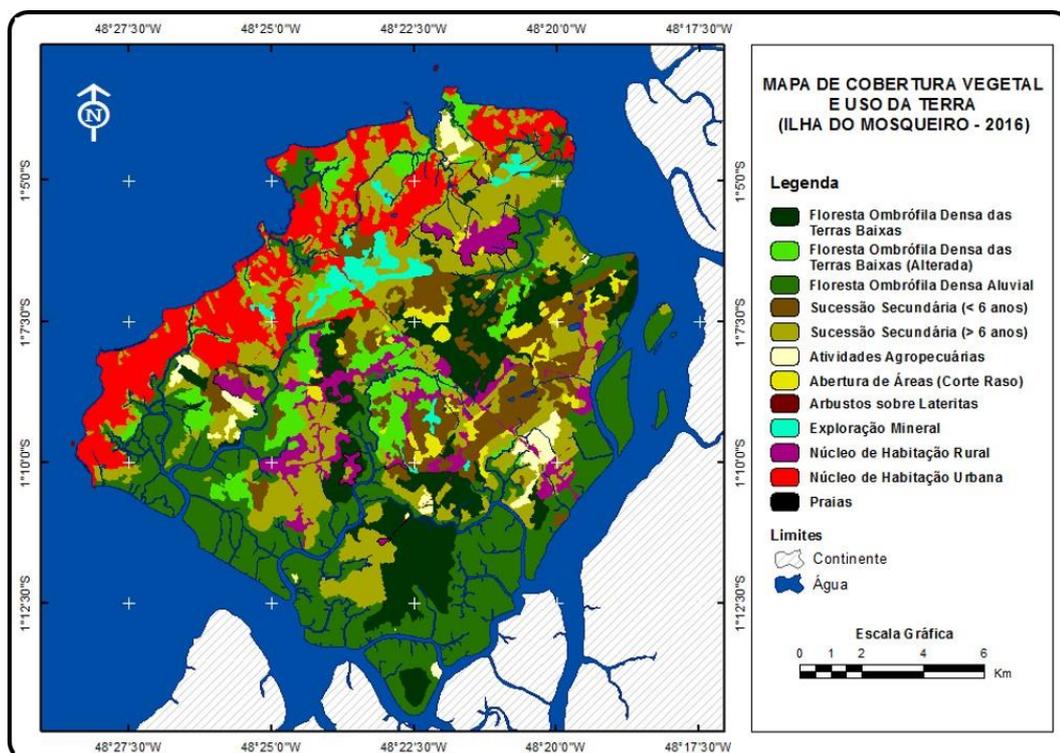
m = representa a dimensão da matriz quadrada (número de classes)

n_{ij} = representa o número de observações na linha *i* e coluna *j*

n_{i+} e n_{+i} = são os totais marginais da linha *i* e da coluna *i*, respectivamente

N = refere-se ao número total de observações obtidas durante os trabalhos de campo

Figura 2: Mapa de Cobertura Vegetal e Uso da Terra do ano de 2016



A avaliação do desempenho do estimador **K** foi estabelecida pelo julgamento da qualidade da classificação por Landis e Koch (1977). Esta classificação apresenta intervalos de **K** associados a critérios de concordância. Sua utilização para dados de sensoriamento remoto está restrita à divisão

⁵ Global Positioning System

arbitrária dos valores do coeficiente *Kappa* e pelo fato dela ter sido desenvolvida para a análise de diagnósticos clínicos. Contudo, tal utilização tem sido frequente na avaliação de elementos paisagísticos (Sales *et al.*, 2000). Desta forma, este trabalho seguiu as mesmas diretrizes. O estimador *K* para o Mapa de Cobertura Vegetal e Uso da Terra da Ilha do Mosqueiro (2016) foi de 0,90. Este valor confere ao mapa um excelente nível de concordância.

MÉTRICAS DA PAISAGEM

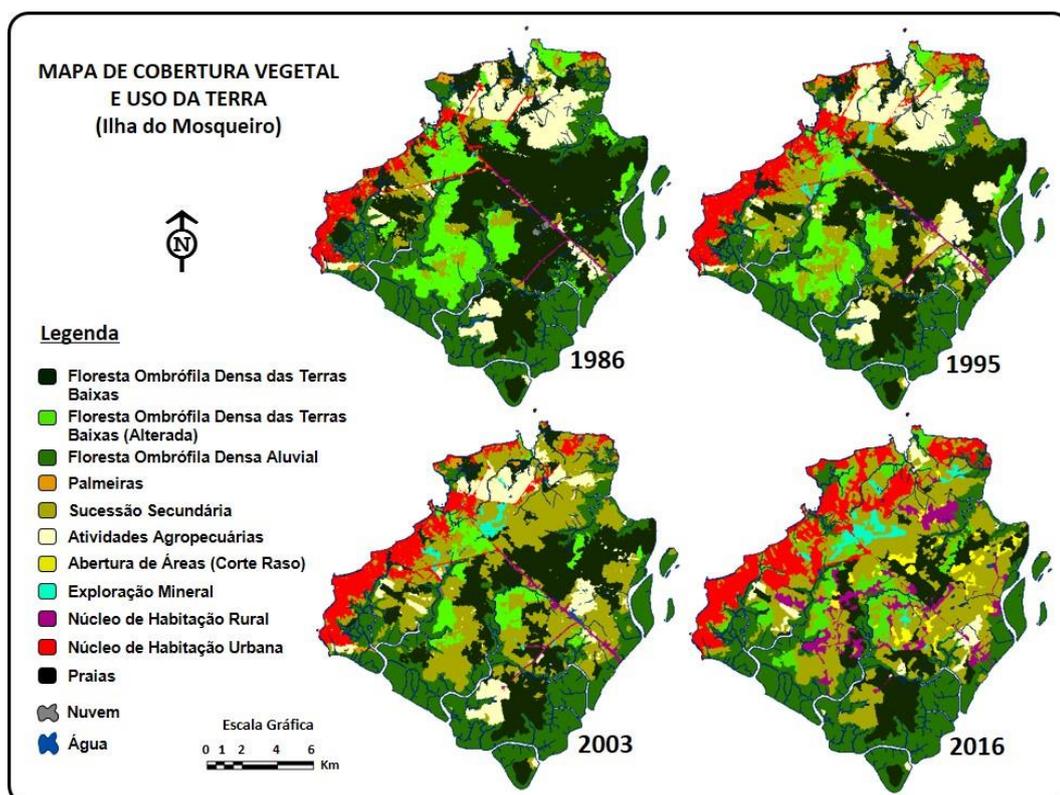
Para a avaliação do comportamento espacial das diferentes classes de Cobertura Vegetal e Uso da Terra e suas inter-relações ao longo de 30 anos, foram utilizadas métricas para elucidação do contexto evolutivo da paisagem cultural da ilha. Este procedimento constitui uma abordagem da ecologia da paisagem e teve por objetivo oferecer elementos iniciais de análise aos possíveis danos às estruturas vegetais originais em equilíbrio, assim como subsidiar medidas cabíveis para o bem da manutenção e/ou recuperação da diversidade paisagística local. Foram utilizadas as seguintes métricas para descrever a evolução da paisagem da Ilha do Mosqueiro no período 1986 a 2016: Número de Manchas (NP); Índice de Conectividade (CONNECT); e Índice de Contágio (CONTAG). Para o cálculo de conectividade foi utilizado um limiar de distância específico de 100 metros que resultou em um percentual máximo de possibilidades de conectividade dado o número de manchas da classe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos padrões espectrais registrados na imagem e, posteriormente, os trabalhos de campo para identificar a verdade terrestre, foram determinadas as classes que expressam os diversos padrões naturais e as alterações impostas pela atividade humana sobre a paisagem cultural da Ilha do Mosqueiro.

A evolução da paisagem cultural da ilha, a partir da confecção dos mapas temáticos de Cobertura Vegetal e Uso da Terra nos anos de 1986, 1995, 2003 e 2016, pode ser observada na Figura 3.

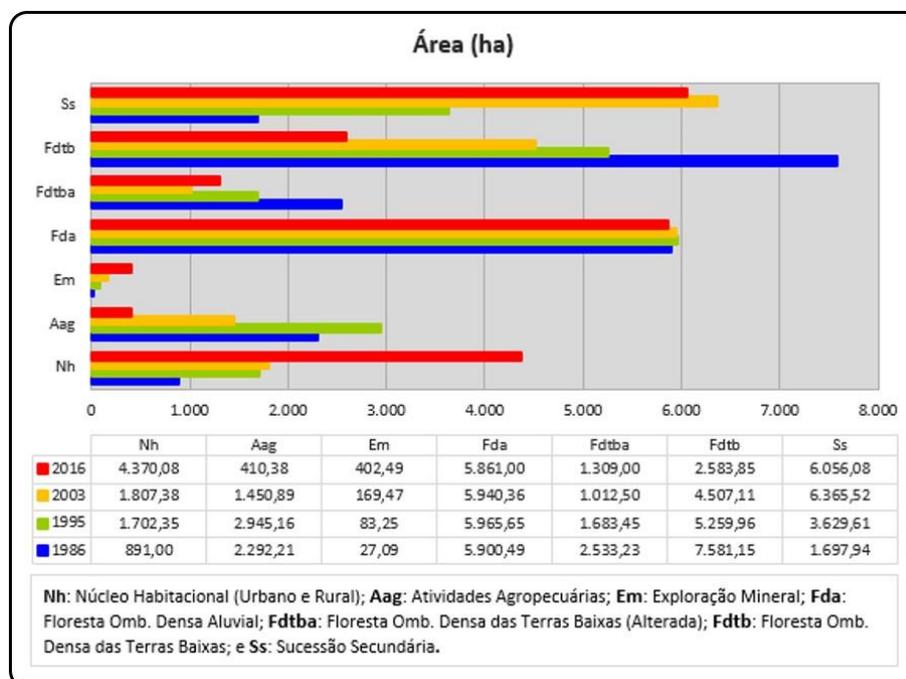
Figura 3: Evolução da paisagem cultural da Ilha do Mosqueiro em 30 anos



Ao se obter o resultado final demonstrando esta evolução, logo se percebe que a classe Núcleo de Habitação Urbana, que não envolve somente a área construída, mais também áreas em expansão, caracterizadas por áreas abertas (solo exposto) marginalmente às áreas construídas, avançou bastante ao longo de 30 anos. Esta expansão urbana ficou bem evidenciada no mapeamento no ano de 2016 (Figura 3). Também foi possível observar franca expansão na porção rural dantes reclusa às margens da estrada até a bifurcação (início dos bairros da ilha) em destino ao centro de Mosqueiro (Bairro Vila). O comparativo do avanço da ocupação pode ser visualizado na Figura 4.

A Figura 4 demonstra que o Núcleo Habitacional mais que quadruplicou (891,00 para 4.366,33 ha) em área do período de 1986 a 2016. Porém, é importante salientar que esta classe engloba a porção definida pelos limites dos bairros da ilha, aqui definido como Núcleo Habitacional Urbano, que totaliza 2.973,42 ha de área, e a porção rural da ilha definida como Núcleo Habitacional Rural com 1.396,66 ha de área. Numa análise visual da ocupação urbana (Figura 5), pode-se ter uma ideia que bairros e locais são potencialmente ativos para a construção dos vetores expansivos desse cenário futuro.

Figura 4: Quantitativo das classes (em ha) de Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 30 anos



Ao longo do período a classe Exploração Mineral (extração de areia e seixo, principalmente), ainda que não possua uma área muito grande, aumentou 14 (quatorze) vezes em área (27,09 para 401,75 ha). Este fato expõe uma forte participação desta atividade no cenário da ilha, mas não nos possibilita fazer inferências quanto a legalidade da atividade.

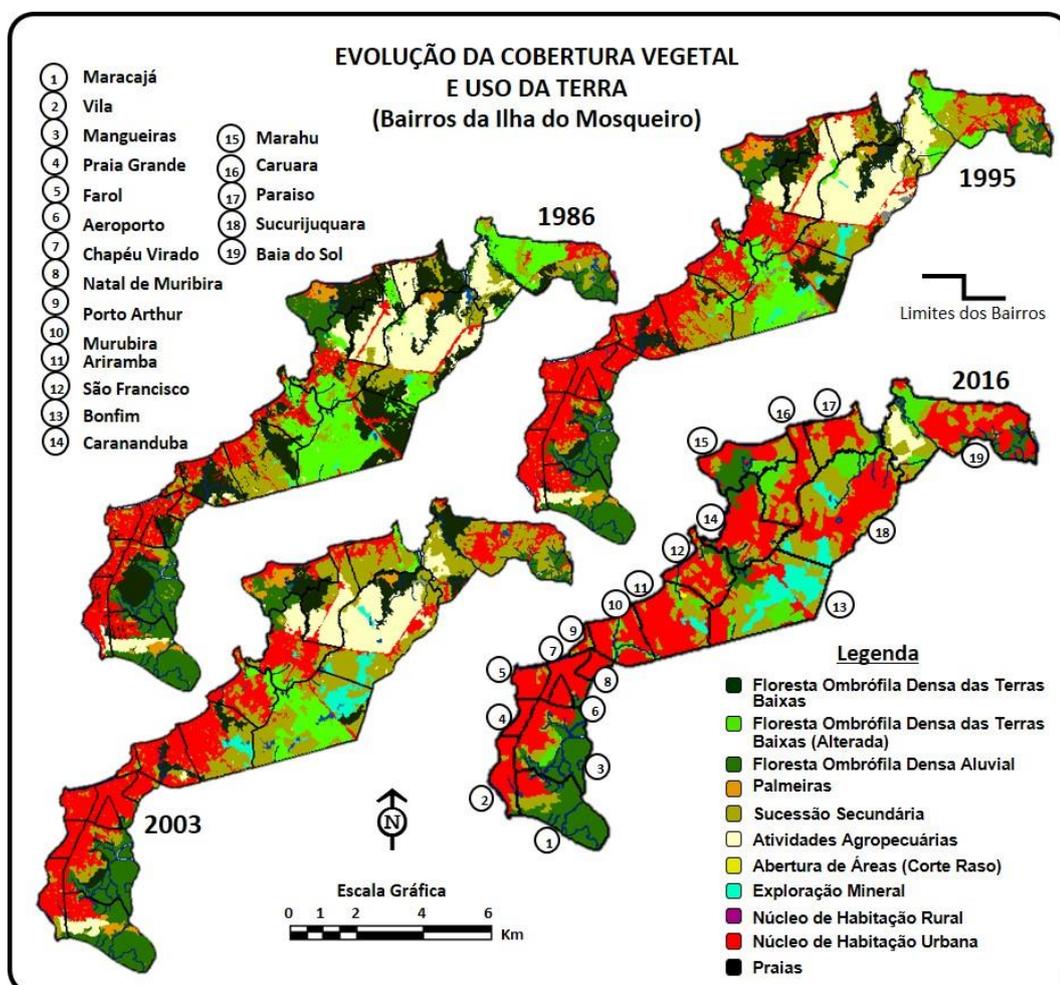
Houve redução de cerca de 66% da vegetação original (Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas) em relação ao ano de 1986. Os resultados refletem um modelo de ocupação e exploração da paisagem mais intenso do que o modelo macro de ocupação da Amazônia, que devastou 18% da área de floresta, de 1970 a 2013 (GREENPEACE, 2017). Fica claro a necessidade de uma análise mais criteriosa e veemente na avaliação das políticas de desenvolvimento para a Ilha do Mosqueiro, quer seja quanto ao meio ambiente ou quanto ao ordenamento de sua ocupação.

Em oposição a este perfil vegetativo, ganha-se destaque quando se analisa a degradação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas. Sobre esta classe o processo de ocupação adotado passa por duas fases. Primeiramente, é realizado a retirada de madeiras de valor comercial (ditas, Madeiras de Lei) para construção civil através do corte seletivo das árvores. Numa segunda fase se dá a transformação desta fitofisionomia explorada em locais para habitação ou realização de atividades

agropecuárias. Este processo, portanto, representa um sistema que engloba a derrubada, queima e, posteriormente, a constituição de pasto ou plantio de culturas.

O processo constante de degradação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas na ilha ressalta a necessidade se adotar medidas quanto a preservação dos remanescentes para a manutenção da biota característica da Ilha do Mosqueiro. E se agrava, quando se leva em conta que, tipologicamente, os solos que são substratos desta classe são resultantes da associação de Podzólicos Hidromórficos (Espodosolo) mais Areia Quartzosa Álica latossólica (Neossolo Quartzarênico) mais Latossolo Amarelo Álico plíntico (Latosolo Amarelo), e, por isso, se tornam vulneráveis aos processos de lixiviação, além do que, têm restrições para a condução de atividades agrícolas. Portanto, torna-se de inestimável valor a manutenção desta classe em razão da reconstituição da vegetação ser extremamente dificultada. Venturieri et al. (2003), considerando uma análise para zoneamento ecológico, menciona que estas áreas apresentam grandes restrições para sua utilização, indicando-as para preservação e conservação. Ademais, salienta a grande fragilidade ambiental destes remanescentes florestais que, pela sua representatividade, são importantes para manutenção da qualidade ambiental da região de Belém.

Figura 5: Evolução da Cobertura Vegetal e Uso da Terra nos Bairros da Ilha do Mosqueiro



Ao se analisar a Floresta Ombrófila Densa Aluvial, percebeu-se que suas áreas permaneceram preservadas ao longo dos 30 anos. Trata-se da preservação de uma cobertura vegetal estabelecida sobre estruturas paisagísticas de formação originária ligadas ao Pleistoceno. Acredita-se que esta preservação está associada à sua condição geomorfológica de planície aluvial, sujeita as inundações periódicas que dificultam sua utilização quer seja por atividades agropecuárias ou para a expansão urbana.

O aumento das áreas de Sucessão Secundária (regeneração da floresta) encontra sua distribuição nas áreas de expansão urbana, nas áreas abandonadas de pasto e de plantações, e na retomada de crescimento vegetativo em áreas de solo exposto e de extração mineral, ou, ainda, na degradação da estrutura original da floresta. Sobre o aspecto da degradação, é importante considerar o potencial desta classe para a reconstituição ambiental. É possível serem adotadas medidas de controle ambiental para potencializar o mecanismo de recuperação natural, garantindo um ordenamento territorial comprometido com a preservação/restauração ambiental.

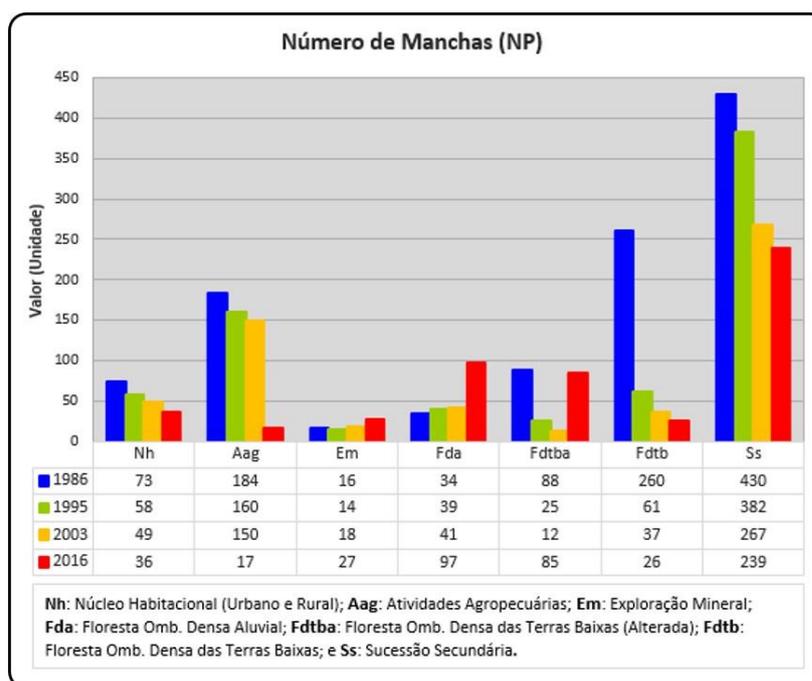
O aspecto área não é o único a ser considerado. Uma análise no contexto distributivo das classes mostra outras vertentes analíticas. A espacialização das classes e fragmentação da paisagem cultural da ilha é de extrema importância como constituinte qualitativo aos dados quantitativos. Neste sentido, dentro do contexto da ecologia de paisagem, são utilizadas métricas que descrevem os padrões encontrados e que estão relacionadas a três elementos básicos que compõem uma paisagem: matriz, mancha e corredor.

A configuração dos elementos espaciais que compõem a paisagem define sua particularidade (padrão). Um modelo popular conveniente para conceituar e representar os elementos num padrão categórico de um mapa é descrito como uma matriz antropogênia (não habitat) onde estão presentes manchas e corredores de habitats (FORMAN, 1995).

Dentro de uma perspectiva ecológica, as manchas representam áreas relativamente discretas (território espacial) ou períodos (território temporal) de condições de ambiente relativamente homogêneos. Seus limites são distribuídos por descontinuidades e seus ambientes levam em consideração a vizinhança e a magnitude em que os organismos ou fenômenos ecológicos são apreciados (WIENS, 1976).

Seguindo este aspecto conceitual, foram avaliadas as manchas de cada classe sobre a paisagem cultural da Ilha do Mosqueiro. Na Figura 6 é possível perceber que o Núcleo Habitacional evoluiu espacialmente de uma condição mais fragmentada e dispersa originalmente (73 manchas) para um cenário mais compactado que une 27 manchas na porção urbana e 9 manchas na porção rural. Em termos teóricos, essa condição revela uma fragilidade da paisagem no que concerne as possíveis implicações ambientais ainda não conhecidas e que foram impostas por esse processo de transformação, sugerindo uma investigação mais profunda e especializada.

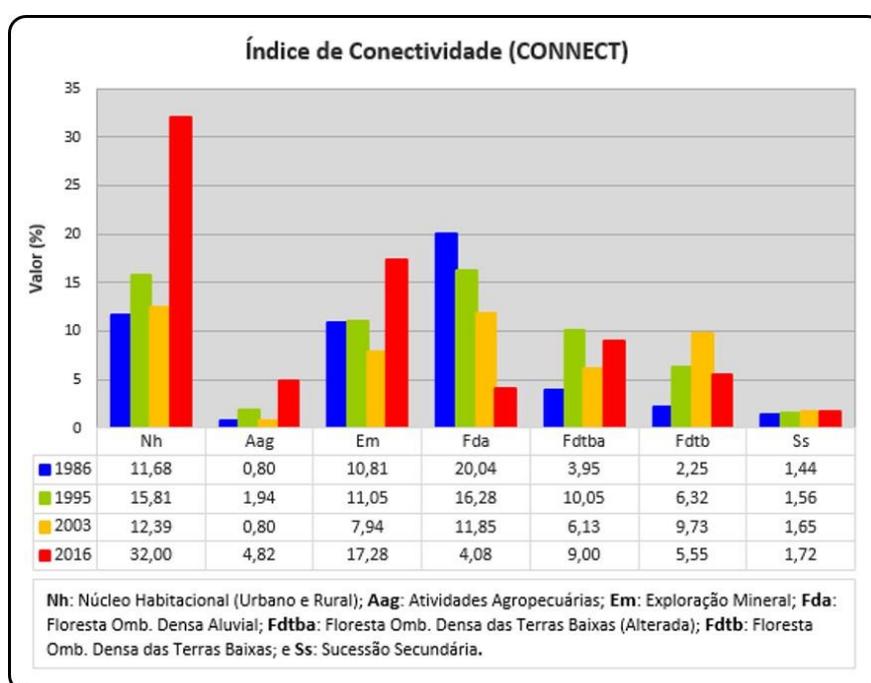
Figura 6: Quantitativos das manchas de cada classe de Cobertura Vegetal e Uso da Terra.



A classe Sucessão Secundária (regeneração da floresta) reduziu quase a metade das manchas, mas com aumento significativo na sua extensão e aglutinação de seus polígonos. O mesmo não ocorreu às áreas de floresta em terra firme, posto que a quantidade de manchas caiu de 260 para 61 manchas em 1995 (na ordem de 76,5%), para 37 manchas em 2003 (na ordem de 85,7%) e 26 manchas em 2016 (na ordem de 90%), sendo sua extensão em área muito reduzida e fragmentada.

Estes resultados levam a uma avaliação sobre o Índice de Conectividade (CONNECT) da classe, reforçando a ideia de fragmentação e trazendo à tona a necessidade de manutenção de corredores ecológicos, pois a forma e contexto desses corredores estruturais podem funcionar como habitat, condutos de dispersão ou barreiras ao avanço antrópico imposto. A Figura 7 traz uma noção desse tipo de análise.

Figura 7: Índice de conectividade das classes de cobertura vegetal e uso da terra.



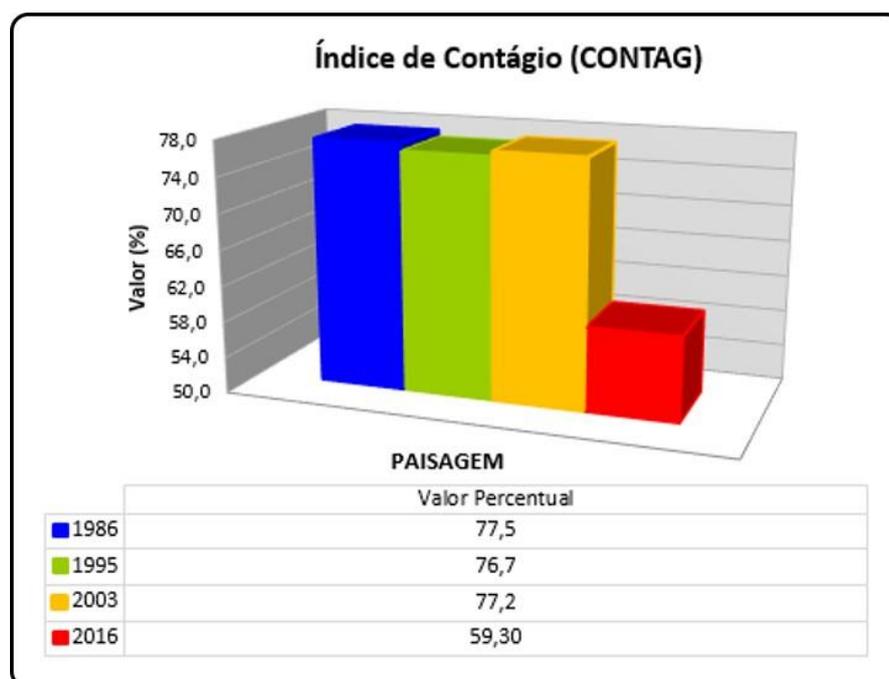
A conectividade refere-se ao grau de como a paisagem cultural facilita ou impede o fluxo ecológico (e.g., o movimento de organismos entre manchas de habitats com consequências na razão de movimento entre populações locais e metapopulações). Pode ser definida como o número funcional de ligação (probabilidade), onde cada par de manchas qualquer é ligado ou não (McGarigal e Marks, 1994). Segundo os autores, uma abrupta diminuição na conectividade da paisagem cultural indica perda de habitat e fragmentação da mesma. Isto traz forte viés a possibilidade de declínio da dinâmica das populações e, em última análise, a extinção de populações típicas da paisagem.

A necessidade de corredores ecológicos salienta o entendimento de funções importantes na manutenção da diversidade da fauna e flora. Segundo Forman (1995), basicamente quatro tipos de funções importantes podem ser destacadas para os corredores ecológicos: a) como habitat (fornece sobrevivência, natalidade e movimento); b) como elemento facilitador da paisagem (fornece sobrevivência e movimento, mas não necessariamente natalidade); c) como filtro (proíbe ou impede o fluxo de energia, nutrientes minerais e espécies de um lado para o outro); e como fonte abiótica e de efeitos bióticos no elemento matriz adjacente da paisagem (modifica a entrada de energia, nutrientes minerais, espécies da matriz adjacente e assim afeta o funcionamento da matriz adjacente).

Quando se faz uma análise dos pontos críticos das classes reinantes na paisagem cultural da Ilha do Mosqueiro, pode-se expor uma avaliação das perspectivas ou possibilidades de contágio destas classes, a fim de buscar o cenário futuro desta paisagem cultural. Neste sentido, julgou-se

interessante analisar esta componente através do Índice de Contágio (CONTAG). O contágio expressa a tendência de tipos de “mancha” serem agregadas espacialmente, isto é, transformar-se em um grande agregado ou distribuição “contagiosa”. O contágio ignora manchas em si, e mede a extensão à qual manchas de classes semelhantes são agregadas (MCGARIGAL e MARKS, 1994). A Figura 8 demonstra esta análise.

Figura 8: Índice de contágio da paisagem da ilha do mosqueiro



O que se percebeu nesta análise foi a manifestação de quão distribuídas e arranjadas estavam as classes ao longo dos anos de 1983, 1995 e 2003, a ponto de manterem-se proximalmente, mesmo com o crescimento de determinadas classes em detrimento de outras. O que não se observou em 2016, pois o cenário mais disperso ou fragmentado e menos propício a agregação, foi a tônica neste ano.

Atribui-se a este contexto da fragmentação da classe Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas: a abertura de novas áreas por corte raso da floresta; e a expansão da ocupação na porção rural (Núcleo Habitacional Rural) da ilha. A Figura 3 ilustra bem esta situação, indicando que a paisagem cultural atual pode caminhar para situações de desequilíbrio completo quanto ao seu processo formativo, o que seria lastimável para o aspecto ambiental e turístico, ou mesmo para a uma descaracterização de um patrimônio cultural e bucólico.

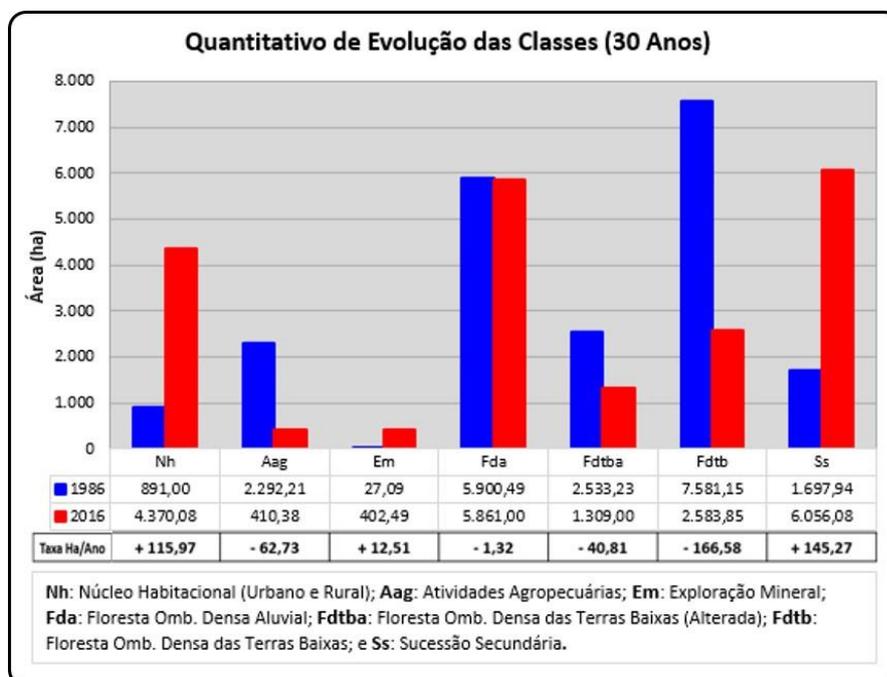
Para se ter uma ideia da importância da manutenção destes remanescentes, Costa e Pietrobom (2007), estudando as pteridófitas (Lycophyta e Monilophyta), identificaram 18 famílias, 34 gêneros e 70 espécies, das quais 5 (cinco) pertencem a Lycophyta e 65 a Monilophyta. Entre estas, sete espécies foram citadas pela primeira vez para o estado do Pará (*Salpichlaena hookeriana* (Kuntze) Alston, *Elaphoglossum obovatum* Mickel, *E. styriacum* Mickel, *Trichomanes trollii* Bergdolt, *Triplophyllum angustifolium* Holttum, *Hecistopteris kaieteurensis* Kelloff & G.S. McKee e *Thelypteris macrophylla* (Kunze) C.V. Morton), sendo esta última, um novo registro de ocorrência para a região Norte.

Na Figura 9 observa-se um comparativo quanto ao aumento de área das principais classes reinantes na paisagem da Ilha do Mosqueiro e que denotam condições expressivas e preocupantes quanto a imposição antrópica sobre a ilha.

Os resultados dessa quantificação anual (ha/ano) para cada classe, representam incrementos ou reduções dessa evolução paisagística em cada caso. A partir dos resultados, pode-se observar

valores bastante expressivos quanto aos aumentos de área na ordem de 116 e 145 ha/ano de incremento para Núcleo Habitacional e Sucessão Secundária (regeneração da flora), respectivamente. Além disso, é possível notar a diminuição da classe Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, que inclui a classe de floresta “Alterada”, na ordem de 200 ha/ano de redução.

Figura 9: Evolução (ha/ano) das classes de Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 30 anos



Sales (2005), quando comparou 1986 a 2003, observou uma redução de área em cerca de 180 ha/ano para a classe Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e um aumento de 54 ha/ano para a classe Núcleo Habitacional. Este fato, levou-o a conclusão que a vegetação original “floresta” das terras firmes corria sérios riscos. Neste caso, aumentaria para 3.100 ha a área de ocupação em 24 anos, ou seja, um estágio clímax de devastação em 2027. Os resultados deste trabalho demonstram que o remanescente de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas mantém essa lógica caminhando rumo a degradação total. Variou apenas em 4 (quatro) anos a longevidade prevista (2027) por Sales (2005), ou seja, para 2031.

Com os resultados obtidos, pôde-se demonstrar que, passados 13 anos (2003 a 2016), os valores de redução da floresta em terra firme se mantem relativamente próximos aos patamares de 2003 (167 ha/ano), porém mais que dobrou a área de ocupação da ilha. Neste sentido, é possível dizer que 11 anos antes do previsto, o Núcleo Habitacional Urbano praticamente atingiu esse patamar (2.973,42 ha) e que, se somado ao Núcleo Habitacional Rural (1.396,66 ha), excedeu em 30% a área prevista para 2027. Vale lembrar que se trata apenas de uma análise do recobrimento vegetativo sem considerar os danos bióticos intrínsecos a esse processo.

Apesar do cenário não ser otimista, é importante considerar que a regeneração (classe Sucessão Secundária - regeneração da floresta) pode trazer alento a reestruturação ou a manutenção destes fragmentos originais. Se forem tomadas medidas cabíveis e legais ou mesmo se houver um compromisso na gestão pública, é plenamente possível o reordenamento social, econômico e ambiental equilibrado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apontaram para uma expansão habitacional substancial no período de 1983 a 2016, passando de 891,00 ha para 4.366,33 ha, respectivamente, sendo bastante evidente nos últimos 13

anos. Além do crescimento urbano (nos bairros da Ilha do Mosqueiro), ocorreu um amplo e fragmentado crescimento na porção rural da ilha, potencializando assim novas frentes de exploração.

A demanda econômica, personificada pela especulação imobiliária sobre uma paisagem cultural e bucólica da capital do Pará, aliada a necessidade de moradia, dado o crescimento demográfico, forneceu as ferramentas necessárias para uma forte pressão sobre os recursos naturais da ilha, principalmente, sobre a floresta por meio da exploração seletiva dos recursos florestais e da abertura de novas áreas para uso, por corte raso. Para se ter uma ideia deste impacto houve uma redução de cerca de 66% (aproximadamente 5.000 ha) da vegetação original (Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas) em relação ao ano de 1986. Isso representou 22% da área da ilha. Estes valores são três vezes mais elevados que o modelo macro de ocupação da Amazônia.

A considerável redução da classe Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas expõe um consumo e/ou apropriação em 200 ha/ano de recursos florestais ainda não mensurados e que inferem na conservação de seus recursos naturais e, desse modo, potencializam a fragilidade dos ambientes e a perda de biodiversidade característica da ilha. Sendo parte importante da região metropolitana de Belém (PA) quanto ao contexto histórico e turístico, assim como explícito aos conceitos ambientais de uso da terra, é indispensável a adoção de medidas ou modelos capazes de gerir esta paisagem e garantir, no mínimo, a permanência dos serviços ecossistêmicos que ela proporciona. Caso contrário, os resultados apontam para alarmante declínio e total devastação dessa tipologia florestal em 2031.

Uma alternativa à reconstituição da floresta e, portanto, a uma exploração racional da paisagem cultural da ilha passaria, necessariamente, pela conservação de seus remanescentes, assim como por uma promoção da valoração, preservação e/ou enriquecimento de uma grande e considerável área de Sucessão Secundária, pois a relevância da conectividade (aglutinação de seus polígonos) e a contiguidade com as classes de floresta determinam seu potencial para ampliação de habitats, dos condutos de dispersão e das barreiras contra o avanço antrópico desordenado sobre o território. Ademais, elas trazem consigo ainda, a manutenção, em boa parte do território, da cobertura de solos frágeis e sujeitos a processos erosivos.

AGRADECIMENTOS

A Companhia de Desenvolvimento e Administração Metropolitana de Belém (CODEM) e ao Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM), pelo fornecimento da base de dados.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) por meio de sua Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia (COCTE), pela infraestrutura fornecida ao desenvolvimento deste trabalho através de sua Unidade de Análises Espaciais (UAS).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. F. O Futuro é a Paisagem. In.: **Jornal/Revista O Globo (10/06/2007)**. 2017. Disponível em: <<http://thacker.diraol.eng.br/mirrors/www.cultura.gov.br/site/2007/06/11/opiniao-o-futuro-e-a-paisagem/>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2017.

CÂMARA, G; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J.; FERNANDO, M. II. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, may-jun. 1996. [https://doi.org/10.1016/0097-8493\(96\)00008-8](https://doi.org/10.1016/0097-8493(96)00008-8)

CASQUILHO, J.A.P. Ecomosaico florestal: composição, índices de informação e abdução. *Revista Árvore*, v. 36, n. 2, p.321-329. 2012 <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000200013>

CONGALTON, R.G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v. 37, n. 1, p. 35-46, 1991. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90048-B](https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90048-B)

COSTA, J. M.; PIETROBOM, M. R. Pteridófitas (*Lycophyta* e *Monilophyta*) da Ilha de Mosqueiro, Município de Belém, estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 2, n. 3, p. 45-55, set-dez. 2007.

ESRI - ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS Professional GIS for the desktop**, versão 10.0, 2010.

FORMAN, R T. T. **Land mosaics: the ecology of landscape of landscape regions**. Cambridge: Cambridge University Press. 1995. 632 p.

FROHN, R.C. **Remote sensing for landscape ecology: new metric indicators for monitoring, modeling and assessment of ecosystems**. Boca Raton/Florida, CRC-Lewis Publishers, 99 p. 1998.

GREENPEACE. **Amazônia: Patrimônio brasileiro, futuro da humanidade**. 2017. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Amazonia/>>. Acesso em: 3 de março de 2017.

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Portaria nº 127, de 30 de abril de 2009**. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=17&data=05/05/2009>. Acesso em: 23 de março de 2017.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977. <https://doi.org/10.2307/2529310>

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Corvallis: Forest Science Department, Oregon State University. 67 p. 1994.

MEIRA FILHO, A. **Mosqueiro: ilhas e vilas**. Belém, Grafisa. 579 p. 1978.

PEREIRA, J. L. G.; BATISTA, G. T.; THALÊS, M. C.; ROBERTS, D. A.; VENTURIERI, A. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. **Geografia**, v. 26, n. 1, p. 59-90. 2001.

PIERI, A. **Um olhar sobre o conceito de paisagem cultural: o caso de Urussanga/SC**. Dissertação (Mestrado em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade) - Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina/Centro Tecnológico. 2015. 211p.

RIBEIRO, R. W. **Paisagem cultural e patrimônio**. Rio de Janeiro: IPHAN/COPEDOC, 2007.

SALES, G. M. **Ecologia da paisagem da Ilha de Mosqueiro, NE do Estado do Pará**. Dissertação (Mestrado em Geologia Geoquímica). Universidade Federal do Pará/Centro de Geociências. 2005. 105p.

SALES, G. M.; RANGEL, M. E. S.; KUX, H. J. H.; MOREIRA, M. A. Evaluation of accuracy of landuse/landcover in Três Pontas Municipality, Minas Gerais State, Brazil. In: **INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM**, 1, 2000, Honolulu-Hawaii. *Anais...* Honolulu-Hawaii: IGARSS, p. 378-380, 2000.

SMALL, J; WITHERICK, M. **Dicionário de Geografia**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992. 273p.

USGS - United States Geological Survey. 2016. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 07 de novembro de 2016.

VENTURIERI, A; WATRIN, O. DOS S.; ROCHA, A. M. A.; SILVA, B. N. R. DA. Avaliação da dinâmica da paisagem da Ilha do Mosqueiro, Município de Belém, Pará. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 9, 1998, Santos. *Anais...* Santos: INPE, p.247-256, 1998. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.08.10.03/doc/4_69o.pdf>. Acesso em: 25 de janeiro de 2017.

WIENS, J. A. Population response to patchy environments. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, v. 7, p. 81-129, 1976. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.07.110176.000501>

Recebido em: 03/05/2017

Aceito para publicação em: 17/08/2017