

ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL EM LUCENA ENTRE 1970/2005 USANDO ECOLOGIA DA PAISAGEM, SIG E SENSORIAMENTO REMOTO

Valeriano Carneiro de Lima Silva

caju_ufpb@hotmail.com

Geógrafo e Bolsista Pesquisador EXP-3/CNPq

Richarde Marques da Silva

richardemarques@yahoo.com.br

Professor Adjunto I, Departamento de Geociências
Universidade Federal da Paraíba

RESUMO

O Município de Lucena está localizado na porção norte do litoral do Estado da Paraíba, e vem sofrendo com um desordenado processo de uso e ocupação do solo. Este trabalho teve por objetivo analisar as perdas das áreas de vegetação no Município de Lucena entre 1970 e 2005. Para essa análise foram produzidos mapas de uso e cobertura do solo mediante técnicas de SIG e Sensoriamento Remoto, e índices da Paisagem. Os seguintes índices da paisagem foram determinados: CA, PLAND, NP, LPI, AREA-MN, SHAPE-MN, ENN-MN, PD, a partir de mapas de uso e cobertura do solo. Com base nos índices, constataram-se mudanças na paisagem, como uma grande fragmentação das áreas de matas em detrimento de culturas, principalmente de cana-de-açúcar. Conclui-se que a região teve sua cobertura florestal fragmentada, e que essa fragmentação foi mais intensa nas áreas de matas no período entre 1970 e 2005. Os índices de ecologia da paisagem, quando avaliados conjuntamente, permitiram a análise da estrutura florestal de maneira satisfatória.

Palavras-chaves: Geoprocessamento, Cobertura vegetal, Ecologia da Paisagem.

ANALYSIS OF VEGETAL COVER IN LUCENA BETWEEN 1970/2005 BASED ON LANDSCAPE ECOLOGY, GIS AND REMOTE SENSING

ABSTRACT

Lucena county is located in the coast zone of Paraíba State, Brazil, and presents a disorderly process of land use and occupation. The goal of this study is to perform the forest loss in this area between 1970 and 2005. In order this analyze land use and land cover maps were produced from remote sensing, GIS techniques, and landscape indices. The indices following were determined: CA, PLAND, NP, LPI, AREA-MN, SHAPE-MN, ENN-MN, and PD, from land use and land cover maps. Based on indices one can assert that: can be detected changes in the landscape, especially in the areas of natural forest vegetation by crops and mainly sugar-cane. The observed changes showed loss of biodiversity in Lucena between 1970 and 2005. The main goals of this paper were: the use of landscape indices makes it possible to analyze the landscape structure of Lucena county. The rainforest was highly fragmented, mainly in the west part; the fragmentation affects more the rainforests than the others uses in Lucena. The forest fragmentation is related with inadequate process of land occupation in area between 1970 and 2005.

Key-words: Geoprocessing, Vegetation cover, Landscape Ecology.

INTRODUÇÃO

A ecologia da paisagem é uma área do conhecimento recente da Ecologia e da Geografia. As principais abordagens da Ecologia da Paisagem são: abordagem geográfica que tem como enfoque a ação do homem sobre a paisagem e a administração do território; e abordagem ecológica, que direciona suas atenções para a importância das interações em termos de conservação biológica.

Recebido em 13/07/2010

Aprovado para publicação em 08/12/2010

As definições da Ecologia da Paisagem variam em função da abordagem, seja ela geográfica ou ecológica. A Ecologia da Paisagem é uma área do conhecimento que considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, as interações e trocas espaciais e temporais através de paisagens heterogêneas, as influências da heterogeneidade espacial nos processos bióticos e abióticos e o manejo da heterogeneidade espacial (RISSER et al., 1984). Para Forman & Godron (1986) a Ecologia da Paisagem é entendida como o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos. Segundo Turner (1989) e Wiens et al. (1993), a Ecologia da Paisagem é utilizada também na investigação da estrutura e funcionamento de ecossistemas na escala da paisagem.

Uma área de conhecimento que dá ênfase às escalas espaciais amplas e aos efeitos ecológicos do padrão de distribuição espacial dos ecossistemas, considerando a heterogeneidade ambiental em termos espacialmente explícitos. De acordo com Naveh & Lieberman (1994), pode-se definir Ecologia da Paisagem como sendo uma ciência interdisciplinar que lida com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida natural e construído.

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos naturais, propriedades, animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. Até recentemente, no entanto, isto era feito apenas em documentos e mapas em papel; isto impedia uma análise que combinasse diversos mapas e dados. Com o desenvolvimento simultâneo da tecnologia de informática a partir da segunda metade do século XX, tornou-se possível armazenar e representar as informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento do Geoprocessamento.

O termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais, para o tratamento da informação geográfica, e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. Uma das ferramentas computacionais mais utilizadas para o Geoprocessamento, são o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que permitem realizar análises complexas no espaço geográfico. O SIG permite criar bancos de dados georreferenciados, integrar dados de diversas fontes, automatizar a produção de documentos cartográficos. O SIG permite ainda conexões entre diferentes atividades, baseado em sua proximidade geográfica. De modo simplificado, um SIG combina diversos níveis de informação sobre um lugar fornecendo-lhe uma melhor compreensão sobre o mesmo.

Vários trabalhos foram realizados empregando recursos de ecologia da paisagem e Geoprocessamento, para auxiliar na quantificação de áreas florestais e para o manejo de áreas agrícolas e naturais. Zhou & Civco (1996), por exemplo, classificaram o processo de decisão auxiliado pelo SIG em dois procedimentos: sobreposição de mapas temáticos e análise de decisão multicriterial. Ferraz & Vettorazzi (1998) também utilizaram o método de sobreposição, para associar vários fatores espaciais na determinação das principais áreas de risco de incêndios florestais. Valente & Vettorazzi (2002) analisaram a estrutura florestal da Bacia do Rio Corumbataí, levando em consideração sua divisão em sub-bacias, e definindo o seu padrão de fragmentação florestal, com base nos índices de Ecologia da Paisagem. Concluíram quando os índices de Ecologia da Paisagem são avaliados conjuntamente, em nível de classe de uso e ocupação, permitiram a análise da estrutura florestal da bacia de maneira ampla e satisfatória.

Zang et al. (2007) utilizaram técnicas de métrica da paisagem utilizando o Fragstats, juntamente com imagens de satélite do CBERS-2, para avaliação da cobertura arbórea na bacia hidrográfica do Rio da Várzea, localizada no Rio Grande do Sul. Concluíram que aproximadamente 15% da cobertura arbórea se concentram em quatro reservas, uma florestal e três indígenas. Foram identificados mais de 90.000 fragmentos de mata com uma área média de 2,8 ha. Rempel et al. (2008) apresentaram proposta metodológica mostrando um caso de aplicação de ecologia de paisagem, em mesoescala, para qualificar o zoneamento ambiental para região político-administrativa do Vale do Taquari, proposto pela legislação vigentes. Este trabalho teve como objetivo analisar a evolução da paisagem do município de Lucena-PB, enfocando a cobertura vegetal desta região, utilizando recursos de Ecologia da Paisagem e técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica.

O critério para análise da cobertura vegetal foi baseado na teoria da Ecologia da Paisagem, onde a cobertura vegetal será abordada sob o ponto de vista ecológico e geográfico.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Lucena está localizado no litoral norte do Estado da Paraíba, entre as coordenadas 6°52'40"S, 34°53'48"W e 6°58'40"S, 34°50'93"W (Figura 1). Este município possui população de aproximadamente 15 mil habitantes, distribuídos em uma área de 92,4 km², o que corresponde a 0,16% da área total do território paraibano.

O município de Lucena está inserido na unidade Geoambiental conhecida como Tabuleiros Costeiros. Esta unidade acompanha o litoral de toda a região Nordeste, apresenta altitude média de 50 a 100 metros. Compreende platôs de origem sedimentar, que apresentam grau de entalhamento variável, ora com vales estreitos e encostas abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundos com amplas várzeas (SILVA, 2010).

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Tropical úmido AS', com chuvas de outono e com verão seco, temperaturas variando de 25 a 28°C. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro. A precipitação média anual é de 1.700 mm. A vegetação é predominantemente do tipo Floresta Subperenifólia, com partes de Floresta Subcaducifólia e Cerrado/Floresta. O município de Lucena encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Miriri, e todos os rios possuem regime de fluxo perene, e o padrão da drenagem é do tipo dendrítico (FERNANDES, 2006).

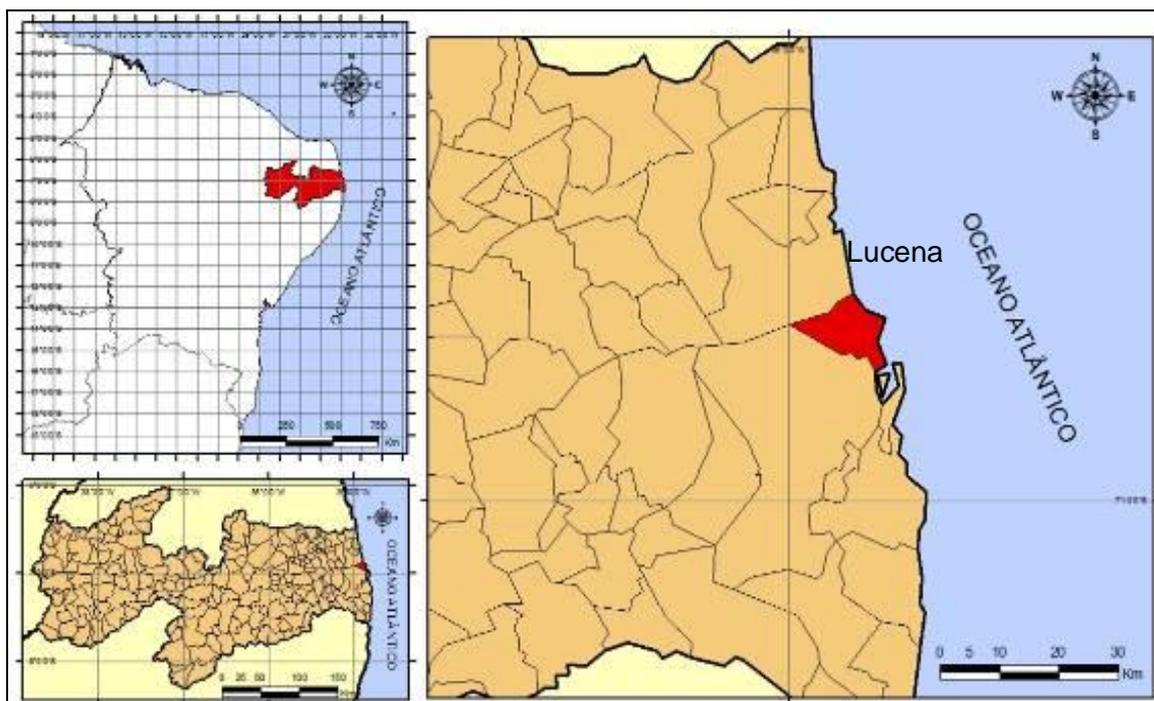


Figura 1 – Localização geográfica do Município de Lucena no Estado da Paraíba

De modo geral, os solos do Município de Lucena são profundos e de baixa fertilidade natural. Os solos existentes em Lucena são: (a) Latossolos, (b) Argissolos nos topos de chapadas e topos residuais; (c) Argissolos com Fregipan, (d) Gleissolos, (e) Neossolos Aluviais nas áreas de várzeas (SUDENE, 1972).

Devido às alterações ocorridas nos últimos anos neste município, devido ao desordenado processo de ocupação do uso do solo, principalmente relacionadas com a degradação da cobertura vegetal, e o avanço de culturas como coco e cana-de-açúcar. Esse processo causou uma diminuição da biodiversidade do município.

SOBRE A ECOLOGIA DA PAISAGEM

As potencialidades do uso do solo, em termos da conversão de habitats naturais em áreas agrícolas, pastagens ou áreas urbanas, têm sido consideradas a principal forma de impacto ambiental decorrente das atividades humanas. A forma de uso da terra está relacionada com alterações nas interações bióticas e com a disponibilidade dos recursos nos ecossistemas, determinando uma série de problemas ambientais em âmbito local e regional (MATSON et al., 1997).

Para estudar as alterações na paisagem, índices de Ecologia da Paisagem foram criados no âmbito da Ciência da Paisagem. A Ciência da Paisagem é definida pela União Geográfica Internacional, como disciplina científica que estuda a paisagem, percorreu as seguintes etapas (ROUGERIE & BEROUTCHATCHVILI, 1991):

- Gênese (1850-1920): onde surgem as principais idéias físico-geográficas sobre a interação dos fenômenos naturais e as primeiras formulações da paisagem como noção científica.
- Desenvolvimento bio-geomorfológico (1920-1930): em que, pela influencia de outras ciências, são desenvolvidas as noções de interação entre componentes da paisagem.
- Estabelecimento da concepção físico-geográfico (1930-1955): quando são desenvolvidos os conceitos sobre a diferenciação em pequena escala das paisagens (zonalidade, regionalização).
- Análise da estrutura-morfológica (1955-1970): a atenção principal volta-se para a análise dos problemas de nível regional e local (taxonomia, classificação e cartografia).
- Análise funcional (1970–até hoje): onde são introduzidos os métodos.
- Integração geoecológica (1985-até hoje): a atenção principal volta-se para inter-relação dos aspectos estrutural-espacial e dinâmico-funcional das paisagens e a integração em uma mesma direção científica (geoecológica ou ecogeografia) das concepções biológicas e geográficas sobre a paisagem.

Paisagem como aspecto externo de uma área ou território: considerando-se a paisagem como uma imagem que representa uma ou outra qualidade e que se associa à interpretação estética, resultado de percepções diversas.

- Paisagem como formação natural: formulada pela inter-relação de componentes e elementos naturais. Neste sentido existem três grupos de concepções, a saber: a) Conceito de gênero de qualquer nível, utilizando-se como homólogos os termos: complexo territorial natural, geocomplexo ou geossistema natural; b) Interpretação regional, que concebe a paisagem como uma das unidades taxionômicas (geralmente região) da regionalização físico-geográfica; c) Interpretação tipológica, que concebe a paisagem como um território com traços comuns, que distingue-se pela semelhança.
- Paisagem como formação antroponatural: consistindo num sistema territorial composto por elementos naturais e antroponaturalmente condicionados socialmente, que modificam ou transformam as propriedades das paisagens naturais originais. Forma-se, ainda, por complexos ou paisagens naturais, antroponaturais e antrópicas, e que se conhece também como paisagens atuais ou contemporâneas.

Dentro de uma abordagem geográfica da ecologia da paisagem, a relação homem-natureza é percebida na plenitude do território, assim, a Ecologia da Paisagem lida obrigatoriamente com toda a extensão do território nas escalas espaciais e temporais. Sendo uma abordagem ecológica o mosaico é considerado como um conjunto de habitats que apresentam condições mais ou menos favoráveis para a espécie ou a comunidade estudada.

Cada paisagem é resultante de um processo de evolução específico, propiciada por fatores antrópicos, geológicos, processos fisiográficos, antecedentes climáticos, e variação temporal. Sendo assim, a composição da paisagem é um somatório de influências naturais e de ações humanas num determinado tempo. A paisagem é composta por uma série de elementos. Na abordagem utilizada por McGarigal & Marks (1995), o fragmento é o elemento básico e a paisagem é formada por um mosaico de fragmentos, que são elementos dinâmicos que ocorrem em várias escalas espaciais e temporais e são áreas não lineares que diferem como

descontinuidades do padrão do seu entorno. O estudo da dinâmica da paisagem centraliza-se na análise do comportamento dos fragmentos. Destes elementos o mais extensivo e conectado é a matriz, que exerce o papel dominante no funcionamento da paisagem. Por exemplo, uma floresta tropical constitui uma matriz, pois possui a maior área, mais interconectada, e exerce uma influência dominante na flora, fauna e nos processos ecológicos de uma região (McGARIGAL e MARKS, 1995).

Em geral, a Ecologia da Paisagem é uma área de conhecimento que considera o desenvolvimento e a dinâmica de heterogeneidade espacial de elementos da cobertura vegetal. Há uma grande variedade de índices da Ecologia da Paisagem. Esses índices permitem analisar atributos do uso e ocupação do solo, bem como componentes do ecossistema e seus processos. Aliando os índices da Ecologia da Paisagem e as tecnologias de Geoprocessamento, pode-se fazer uma análise espaço-temporal da evolução da cobertura vegetal através de diferentes produtos cartográficos e de sensoriamento remoto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Mapeamento do Uso do Solo

Foram realizados dois mapeamentos sobre o uso e ocupação do solo em Lucena (1970 e 2005). O mapeamento para o ano de 1970 foi realizado com base em Cartas Topográficas da SUDENE, com escala de 1:25.000. A região de estudo está inserida em três cartas topográficas, são elas: Cabedelo (Folha SB.25-Y-A-VI-3-SE) Barra de Mamanguape (Folha SB.25-Y-A-VI-3-NO), e Rio Soé (Folha SB.25-Y-A-VI-3-SO).

As cartas topográficas foram georreferenciadas e em seguida criado o mosaico com todas as imagens em ambiente CAD. Após a construção do mosaico das imagens da área de estudo, as cartas passaram pelo processo de vetorização, ou seja, cada uso e ocupação do solo identificado no mosaico foram transformados em polígonos referentes a cada classe temática. Após a vetorização as cartas foram importadas para o Spring[®] (CÂMARA et al., 1996), a fim de se proceder a classificação dos polígonos de acordo com as informações contidas nas cartas.

No mapeamento do uso e ocupação do solo para o ano de 2005, foram utilizadas imagens de satélite obtidas em 15/05/2005 pelo satélite GeoEye, com resolução espacial de 1 metro, disponibilizadas pelo Google Earth[®]. Os procedimentos de georeferenciamento e vetorização dos objetos espaciais identificados na imagem também foram realizados no Spring.

Em seguida, foi realizada a classificação da imagem, através da vetorização de cada tipo de ocupação do solo existente na imagem, visando a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo para 2005. Após a classificação do uso e ocupação do solo de ambos os períodos estudados, as informações foram exportadas para o Fragstats[®] em formato ASCII, buscando a determinação dos cálculos dos índices de Ecologia da Paisagem da região.

O Fragstats e os Parâmetros Métricos

O Fragstats é um programa de análise espacial padrão para mapas categóricos. O tema da paisagem para análise é definida pelo usuário e pode representar qualquer fenômeno espacial. O Fragstats quantifica a extensão de área e configuração espacial das classes dentro de uma paisagem. Com isso, pode-se estabelecer uma base sólida para a definição e dimensionamento da paisagem (incluindo a extensão e o grão da paisagem) e do regime em que os remendos são classificados e delineados.

O programa Fragstats proporciona diversas métricas da paisagem agrupadas em: área/densidade/orla, forma, área de núcleo, proximidade e isolamento, contraste, contágio/difusão, diversidade e conectividade (COUTO, 2004). A análise da complexidade espacial e ecológica de fragmentos de mata, no Município de Lucena foi baseada a partir da elaboração de mapas temáticos relacionados à dinâmica do uso e ocupação do solo para o período de 1970 a 2005, cujas etapas são descritas no modelo operacional apresentado na Figura 2.

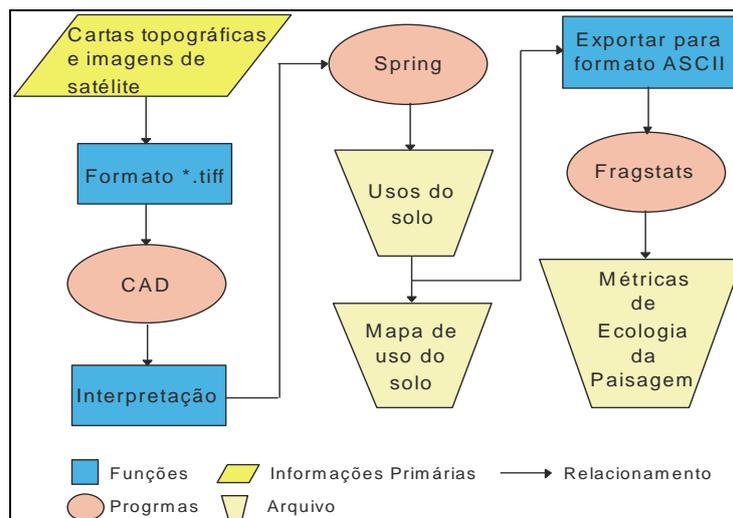


Figura 2 – Descrição das etapas para a elaboração e análise dos mapas temáticos, visando a análise da paisagem

Com os índices da Ecologia da Paisagem, pode-se analisar atributos como componentes de ecossistemas e também os processos que influenciam esses componentes. Há uma grande variedade de índices da Ecologia da Paisagem. Segundo Forman & Godron (1986) a área de um fragmento é um das mais importantes informações da paisagem, sendo essa a base para o cálculo dos outros índices. Ou seja, através da fragmentação pode-se identificar se uma determinada cobertura vegetal foi degradada ao longo de um determinado período de tempo.

Os parâmetros métricos utilizados para os fragmentos da cobertura vegetal no presente trabalho, gerados pelo Fragstats, foram: tamanho dos fragmentos (CA); Porcentagem da paisagem com área de interior (PLAND); número de fragmentos de classe em 100 ha da paisagem (%) (NP); Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (%) (LPI); Tamanho médio dos fragmentos (ha) (AREA-MN); Índice de forma médio (≥ 1 , sem limite) (SHAPE-MN); e Distância média do fragmento mais próximo (m) (ENN-MN); e o índice de densidade de cada classe (PD), como descritos a seguir:

1. Índice CA: área total da classe (ha), obtido pelo somatório de todas as manchas de mesma classe temática existente.

$$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right) \quad (1)$$

sendo a_{ij} a área de cada classe temática.

2. Índice PLAND: Este índice é adquirido através do somatório de todas as áreas de manchas de mesmo tipo, dividido pela área total da paisagem (%).

$$PLAND = P_i \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \times 100 \quad (2)$$

sendo P_i a proporção da classe ocupada na paisagem em porcentagem, a_{ij} as áreas de cada classe, e A sendo a área total da área de estudo (ha).

Para o cálculo do índice PLAND é necessário que o usuário informe uma determinada faixa de borda. O valor utilizado neste trabalho foi de 5 metros, o que representa 5 pixels (resolução espacial das imagens utilizadas é de 1 metro). A área sob efeito de borda é bastante complexa de se estimar, já que depende das condições do meio, da espécie avaliada e fatores ecológicos considerados.

O valor do efeito de borda utilizado neste trabalho foi levado em consideração somente a condição do meio, já que não se tem por objetivo estudar nenhuma espécie específica e por não ter dados ecológicos, como temperatura, insolação, vento, umidade de toda a área de estudo (McGARIGAL et al., 2002).

3. Índice NP: este índice é obtido pelo número de fragmentos existentes em cada classe de uso do solo, sendo utilizado para detectar se a classe sofreu alterações em relação à fragmentação espacial.

$$NP = n_i \quad (3)$$

onde n_i é o número de fragmentos de cada classe temática.

4. Índice PD: Número de fragmentos de mesma classe, ou seja, o índice de densidade de cada classe. Este índice é dividido pela área total da paisagem, para se obter o percentual de manchas de mesma classe por cada 100 ha.

$$PD = \frac{n_i}{A} \times 1.000.000 \quad (4)$$

sendo n_i o número de fragmentos de cada classe, e A o total da paisagem em m².

5. Índice LPI: este índice calcula a percentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (%) em relação com a área total.

$$LPI = \frac{A_{mf}}{A} \times 100 \quad (5)$$

sendo A_{mf} a área ocupada pelo maior fragmento de cada classe temática (ha), e A sendo a área total da área de estudo (ha).

6. Índice TCA: é a soma das áreas centrais de cada classe correspondente, dividido por 10.000 para converter em hectares.

$$TCA = \sum_{j=1}^n AC_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right) \quad (6)$$

onde AC_{ij} a área central total em hectares de cada classe.

7. Índice SHAPE-MN: é o índice de forma dos fragmentos, é amplamente utilizado na pesquisa em Ecologia da Paisagem. Conforme Rempel et al. (2008) e McGarigal et al. (2002), este índice baseia-se na relação entre o perímetro e a área dos fragmentos de mata da paisagem, medindo a complexidade de forma dos fragmentos em função de uma forma padrão. Neste trabalho, a forma básica é um quadrado, em virtude da utilização da imagem em formato matricial. O índice de forma sempre será igual ou maior que 1, e aumenta, de forma ilimitada, à medida que a irregularidade da forma dos fragmentos for aumentando.

Deve-se ressaltar que quanto mais distante os fragmentos estiverem da forma básica, mais recortado ele se torna, sendo mais suscetível ao efeito de borda. O formato do fragmento define primordialmente a composição das espécies em seu interior, pois formas isodiamétricas (círculo perfeito) têm uma relação maior de espécies de interior do que aquelas que tendem ao retângulo, que podem chegar ao extremo de possuírem somente espécies de borda. Fragmentos com formas mais alongadas tendem a servir como corredores para espécies e fragmentos com forma mais circular tendem a apresentar uma diversidade de espécies no interior maior (REMPEL et al., 2008).

8. CPLAND: é o percentual da paisagem composta de áreas de núcleos de cada classe temática.

$$CPLAND = \frac{\sum_{j=1}^n AC_{ij}}{A} \times 100 \quad (7)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do emprego de ferramentas de Geoprocessamento e de técnicas de métrica da paisagem usando o Fragstats, foi possível obter dados referentes a evolução das áreas de vegetação no Município de Lucena no período entre 1970 e 2005.

A Tabela 1 apresenta os resultados dos índices calculados para as áreas de vegetação para ambos os períodos analisados.

De acordo com a Tabela 1, pode-se constatar que as áreas de Mangues tiveram decréscimo de sua área (índice CA) entre 1970 e 2005, de 801,32 ha para 507,69 ha; enquanto as áreas de Matas tiveram redução de 2.154,57 ha em 1970, para 769,43 ha em 2005.

Essa redução da cobertura vegetal também foi constatada na classe Outras Vegetações, que também anotaram perda de 3.297,26 ha, para 1.658,61 ha de sua área total. Ainda com base na análise da área de mata, em termos de porcentagem por 100 ha, o índice que mede a percentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (LPI), aumentou de 7,34% para 10,30% no município.

TABELA 1

Índices de métrica da paisagem calculados para todas as áreas de vegetação existentes entre 1970 e 2005

Índices	1970			2005		
	Mangue	Mata	Outras Vegetações	Mangue	Mata	Outras Vegetações
CA (ha)	801,32	2.154,57	3.297,26	507,69	769,43	1.658,61
PLAND (%)	8,69	23,37	35,76	5,81	8,81	19,00
NP	9	10	8	11	32	26
PD	0,10	0,11	0,09	0,13	0,37	0,30
LPI	9,47	7,34	7,83	8,09	10,30	12,24
TCA	234,74	1.234,80	2.052,59	1,32	7,94	1,73
ÁREA_MN	890.356	2.154.570	4.121.575	461.536	637.927	240.447
CPLAND (%)	2,55	13,39	22,26	23,00	37,00	24,00

Percebe-se que o número de fragmentos existentes em cada classe (NP) aumentou em todas as classes, sendo a mais significativa nas classes de Mata e Outras Vegetações, aumentando de 10 e 8 em 1970, para 32 e 26 em 2005, respectivamente.

No que tange o índice que mede o percentual total da área de cada cobertura vegetal (PLAND), nota-se que ocorreu redução em todas as classes de vegetação existentes em Lucena, sendo mais significativas as reduções também nas classes de Mata e Outras Vegetações, diminuindo de 23,37 e 35,76 em 1970, para 8,81 e 19,00 em 2005, respectivamente.

A Tabela 2 mostra as variações percentuais dos índices de métrica da paisagem calculados para todas as áreas de vegetação existentes entre 1970 e 2005. Destaca-se que as áreas de Mangue e de Mata tiveram as maiores perdas de área, com redução de -36,64% e -64,29 de sua área total, respectivamente.

O número de fragmentos de Mata e Outras Vegetações aumentaram mais de 200%. Esse aumento do número de fragmentos e perdas de área de cobertura vegetal, em parte pode ser explicado, devido ao fato do aumento de áreas agrícolas na região e o aumento do número de propriedades de carcinicultura (SILVA, 2010).

TABELA 2

Variações dos índices de métrica da paisagem calculados para todas as áreas de vegetação existentes entre 1970 e 2005

Índices	Variação (%)		
	Mangue	Mata	Outras Vegetações
CA (ha)	-36,64	-64,29	-49,70
NP	22,22	220,00	225,00
PD	30,00	236,36	233,33
LSI	-14,57	40,33	56,32
TCA	-99,44	-99,36	-99,92
ÁREA_MN	-48,16	-70,39	-94,17

Para Valente & Vettorazzi (2002) a predominância das culturas agrícolas, em uma área, leva à diminuição da área ocupada por florestas nativas e contribui para o processo de fragmentação florestal. Pode-se destacar que em 1970 a ação do homem não estava tão acentuada, uma vez que as atividades desenvolvidas pela população dos pequenos povoados da região eram de pesca e coleta de crustáceos, assim, a paisagem não sofria grande impacto da ação antrópica.

Diferentemente para o período de 2005, onde se constatou uma sensível redução das áreas de matas e cerrado, em detrimento do aumento das áreas de culturas, com destaque para a cana-de-açúcar. O predomínio da cana-de-açúcar na paisagem do litoral nordestino foi uma constante, do início da colonização aos dias atuais. Porém, a forma como se organizou nem sempre foi a mesma.

O aumento da área plantada com cana-de-açúcar, a exemplo do que ocorreu em toda fachada do litoral do nordeste brasileiro, baseou-se na produção açucareira destinada ao mercado externo, influenciado por programas governamentais de incentivos fiscais como o Pró-álcool (MOREIRA & TARGINO, 1997).

As Figuras 3 e 4 apresentam o mapeamento do uso e ocupação do solo do Município de Lucena nos dois períodos estudados, 1970 e 2005, respectivamente. A partir destes produtos, tem-se uma ideia geral das alterações ocorridas na região.

Percebe-se na Figura 3, que em 1970 existiam grandes manchas de mata atlântica, áreas de cerrado e culturas, com destaque para as plantações de cana-de-açúcar e coco. Entretanto, essa configuração da paisagem altera-se em 2005 (Figura 4), quando se observa uma mudança drástica na paisagem no que tange às áreas de matas.

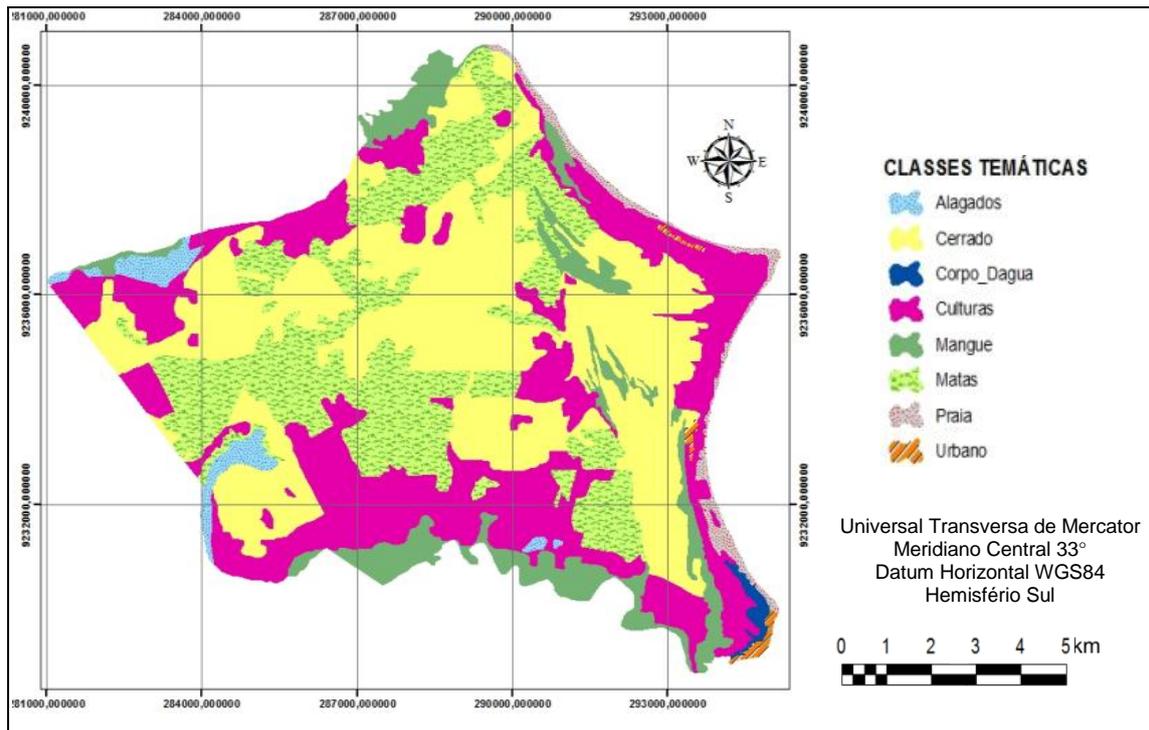


Figura 3 – Uso e ocupação do solo do Município de Lucena em 1970

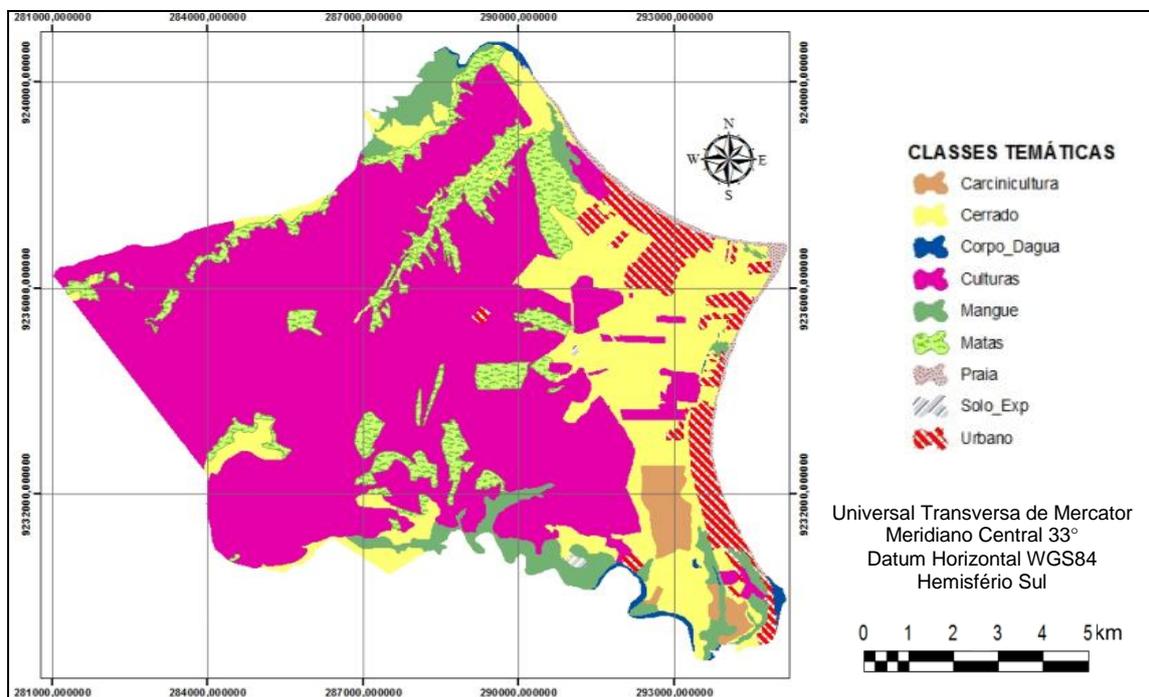


Figura 4 – Uso e ocupação do solo do Município de Lucena em 2005

A diminuição das áreas de matas e cerrado próximas à costa, sofreram grande influência do setor imobiliário da região. As áreas de vegetação nativa, também foram substituídas por aglomerados urbanos, devido ao fato do intenso processo de urbanização, aumentando assim, os impactos nessas áreas (FERNANDES, 2006).

Pode-se detectar também em 2005, uma prática que até então não existia no município, a carcinicultura. A carcinicultura é a técnica de criação de camarões em grandes viveiros, muito desenvolvida, atualmente, no litoral brasileiro.

As áreas de carcinicultura estão localizadas basicamente na parte sudeste do município. Pode-se destacar que no período analisado entre 1970 e 2005, a paisagem do município de Lucena foi sensivelmente modificada, onde áreas de matas foram substituídas, afetando diretamente a fauna local, diminuindo a biodiversidade da fauna e da flora, aumentando o número de áreas susceptíveis aos processos de erosão, com a exposição dos solos e pela retirada de cobertura vegetal nativa da região.

A Figura 5 mostra a espacialização das áreas de Matas existentes no Município de Lucena entre 1970 e 2005. A partir desta figura, percebe-se uma significativa redução da área total da classe de Mata, como apresentado anteriormente. Esta classe também apresentou o maior número de fragmentos do que as outras classes de cobertura vegetal, tanto em 1970 quanto em 2005.

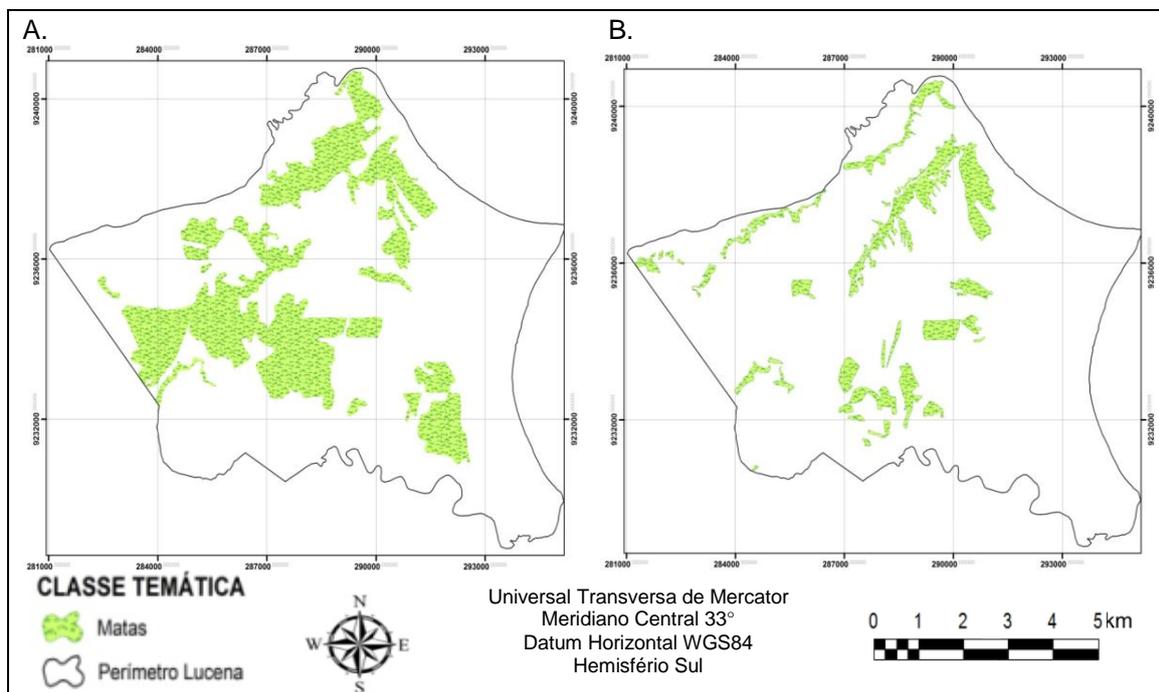


Figura 5 – Áreas de matas existentes no Município de Lucena em: (A) 1970 e (B) 2005

CONCLUSÕES

Este trabalho analisou as perdas das áreas de vegetação no Município de Lucena entre 1970 e 2005, empregando técnicas de SIG, Sensoriamento Remoto e Ecologia da Paisagem. Através da análise das áreas de mata, observa-se que o impacto ambiental foi notadamente acentuado, uma vez que, existia em 1970, cerca de 2.150 ha de matas no município de Lucena, enquanto para 2005 a área total era de aproximadamente 769 ha, ou seja, uma redução de 1.381 ha de áreas de mata durante 35 anos.

Essa degradação ambiental pode ser explicada pela substituição dessas áreas por outros usos do solo, como por exemplo, áreas de pastagem e agricultura. Com isso quase todas as áreas de mata foram afetadas por essa mudança, sugerindo que além de reconversão de uso, natural para pastagens e o agrícola houve também desmatamento.

A ocupação das áreas de mata em termos de porcentagem diminuiu de 23% para 19% da área total do município. Percebe-se ainda, que houve também além da perda de área vegetal, uma maior fragmentação de áreas de matas. Foram detectados em 1970, 10 fragmentos de mata, já em 2005, encontrou-se 26 fragmentos.

Conclui-se do exposto que, os índices de Ecologia da Paisagem, quando avaliados conjuntamente com técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG, são importantes ferramentas na análise da paisagem, e permitem, sobretudo, análises da estrutura florestal de uma região.

REFERÊNCIAS

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 4, p. 395-403, 1996.

COUTO, P. Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em Fragstats. **Investigação Operacional**, v. 24, n.1, p. 109-137, 2004.

FERNANDES, L.J.M. **Análise das transformações sociais e ambientais em um processo de ocupação litorânea: o caso do Município de Lucena – PB.** Dissertação. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2006, 135p.

FERRAZ, S.F.B.; VETTORAZZI, C.A. Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de um sistema de informações geográficas. **Scientia Forestalis**, v. 53, n.1, p. 39-48, 1998.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley, 1986. 619p.

MATSON, P.A.; PARTON, W.J.; POWER, A.G.; SWIFT, M.J. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, v. 277, n. 6, p. 504-509, 1997.

McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.A.; NEEL, M.C.; ENE, E. **Fragstats: spatial pattern analysis program for categorical maps**. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponível em: www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html. Acessado em: outubro de 2009.

McGARIGAL, K.; MARKS, B.J. **Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 p.

MOREIRA, E.; TARGINO, I. **Capítulos de geografia agrária da Paraíba**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, João Pessoa, 1997.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. **Landscape ecology – theory and application**. New York / Berlin / Heidelberg / Tokyo: Springer Series on Environmental Management, 1984.

REMPEL, C.; GUERRA, T.; PORTO, M.L.; PÉRICO, E.; ECKHARDT, R.R.E.; CEMIN, G. A ecologia da paisagem como base para o zoneamento ambiental da região político-administrativa – Vale do Taquari – RS – Brasil – um modelo de proposta metodológica. **GeoFocus**, v. 9, n. 2, p. 102-125, 2008.

RISSER, P.G.; KARR, J.R., FORMAN, R.T.T. **Landscape ecology, direction and approaches**. Illinois Natural History Surveys. Special Publications, 2, p. 1-18, 1984.

ROUGERIE, G.; BEROUTCHACHVILI, N. **Géosystèmes et Paysages – Bilan et Méthodes**. Armand Colin, Paris, 1991. 302p.

SILVA, V.C.L. **Análise das Alterações na Paisagem de Lucena (1970/2005) utilizando recursos da ecologia da paisagem e do Geoprocessamento**. Monografia de Graduação (Geografia) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2010, 74p.

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/EPESUDENE/DRN, 1972. 683p. (Boletim Técnico, 15, Série Pedologia, 8).

TURNER, M.G. Landscape ecology. The effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v. 20, n. 2, p. 171-197, 1989.

VALENTE, R.O.A.; VETTORAZZI, C. A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio

Corumbataí, SP. **Scientia Forestalis**, v. 62, n. 2, p. 114-129, 2002.

WIENS, J.A.; STENSETH, N.C.; VAN HORNE, B.; IMS, R.A. Ecological mechanisms and landscape ecology. **Oikos**, v. 66, p. 369-380, 1993.

ZANG, N.; TONIAL, T.M.; RITTERBUCH, M.A. Análise dos Fragmentos da Cobertura Arbórea na Bacia do Rio da Várzea utilizando imagens CBERS-2 e Fragstats. **Anais** do XIII do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1219-1225.

ZHOU, J.; CIVCO, D.L. Using genetic learning neural networks for spatial decision making in GIS. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 62, n. 11, p. 1287-1295, 1996.