

## **Dinâmica espaço-temporal de manguezais no Complexo Estuarino de Paranaguá e relação entre decréscimo de áreas de manguezal e dados sócio-econômicos da região urbana do município de Paranaguá – Paraná.**

Lilian Anne Krug<sup>1</sup>  
Caroline Leão<sup>1</sup>  
Silvana Amaral<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{licakrug, caroline}@dsr.inpe.br  
silvana@dpi.inpe.br

**Abstract.** We have performed a temporal analysis of the decrease of mangrove area in the Paranaguá Estuarine Complex (CEP) along 20 years. This has been compared to social-economic indicators of the Paranaguá urban development, which is a city adjacent to CEP. TM/Landsat images and geoprocessing techniques were used to extract and analyze spatial information regarding mangrove dynamics. A small reduction of the mangrove area was observed in the CEP, especially in the Paranaguá city, the largest of the five cities found within the complex. We contend that this small variation is due to the low level of urban development and a high level of environmental awareness. In the urban portion of Paranaguá city, no linear correlation was found between the reduction of mangrove area and the social indicators of analphabetism and low income.

**Palavras-chave:** mangrove decrease, Paranaguá Estuarine Complex, geoprocessing, decréscimo de manguezal, Complexo Estuarino de Paranaguá, geoprocessamento.

### **1. Introdução**

O manguezal é um ecossistema de transição entre os ambientes terrestre e marinho, onde ocorre o encontro de águas de rios com a água do mar como nas margens de baías, enseadas, barras, desembocaduras de rios, lagunas e reentrâncias costeiras. É um ambiente característico de regiões tropicais e subtropicais. Os manguezais têm sua importância relacionada a suas funções fundamentais como a manutenção da qualidade da água, fixação do sedimento, fornecimento de produção primária para o entorno e manutenção da biodiversidade. Os manguezais prestam-se igualmente de berçário e área de refúgio para espécies de interesse comercial e artesanal (Benfield et al., 2005). O Brasil possui uma das maiores extensões de manguezais do mundo, estendendo-se do Estado do Amapá ao Estado de Santa Catarina, sendo considerados um dos ambientes costeiros mais produtivos.

Ao contrário de outras florestas, os manguezais não são ricos em espécies, porém destacam-se pela grande abundância das populações que neles vivem. Entretanto, esse ecossistema vem sofrendo pressão pelo aumento da população na região costeira e conseqüentes atividades como desmatamento e aterro para expansão urbana, industrial e portuária, lançamento de esgoto e lixo, além de uma superexploração de seus recursos naturais como extração de madeira e fauna e desmatamento para criação de áreas de cultivo.

Os fenômenos naturais capazes de alterar as condições ecológicas dos manguezais estão relacionados com a topografia, a hidrografia e o clima, como aumento de salinidade devido às secas, dinâmica das ondas e fatores biológicos, como furadores da família dos Terenídeos. A superexploração dos recursos tradicionalmente extraídos do ecossistema, especialmente o uso de lenha e carvão, alteração da rede de drenagem, conversão de manguezal em áreas de cultivo e desenvolvimento urbano ou industrial são algumas das atividades humanas que implicam em impactos negativos ao manguezal (Lacerda, 1984).

Com o desmatamento do manguezal, várias áreas de mariscagem e captura de caranguejos são extintas, gerando um grande impacto social com a expulsão de pescadores e

catadores de suas áreas de trabalho, que acabam deslocados das comunidades tradicionais para as cidades (Ribeiro, 2004).

Não raramente, associa-se áreas de manguezais impactados às periferias das grandes cidades à população de menor poder aquisitivo e baixo nível de instrução. Uma ferramenta de relevante importância na detecção, descrição, quantificação e monitoramento de alterações ambientais é o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o qual combinado com dados de Sensoriamento Remoto (SR), se torna uma ferramenta de manejo de grande valia para os ecossistemas em geral.

O objetivo deste trabalho é verificar a existência da correlação entre redução de áreas de manguezal e variáveis sócio-econômicas indicadoras de baixa renda e baixo nível de escolaridade na região urbana do município de Paranaguá. Para tanto, propõe-se o objetivo específico de quantificar a variação temporal dos bosques de manguezais de todo o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) a partir de imagens de imagens TM/Landsat de 1985 e 2005 e técnicas de geoprocessamento.

### 1.1. Área de estudo

O (CEP), **Figura 1**, situado no litoral paranaense faz parte do sistema Complexo Estuarino-Lagunar Paranaguá Iguape Cananéia, considerado o terceiro maior do mundo em termos de produção primária de carbono e, está incluído no sistema de Floresta Atlântica da costa dos Estados do Paraná e São Paulo, o qual foi tombado pela UNESCO em 1999 como Patrimônio da Humanidade (UNESCO, 2006).

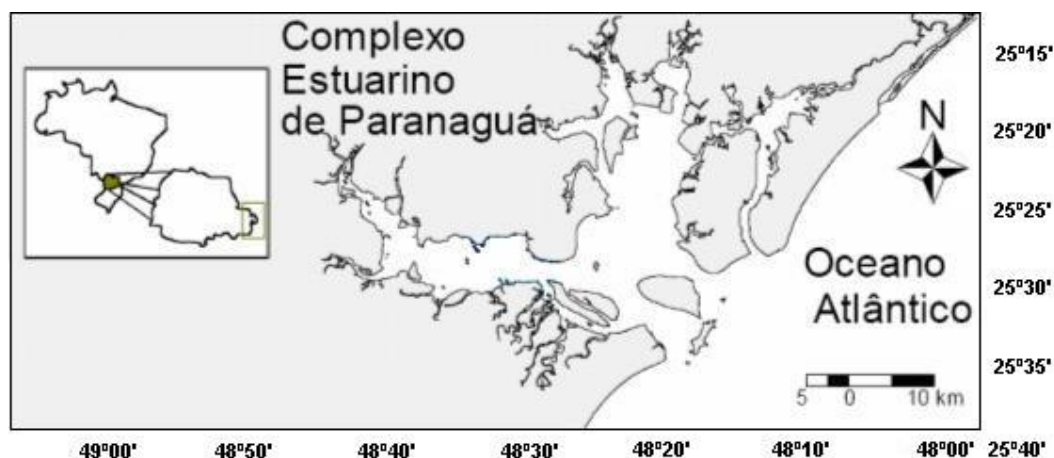


Figura 1: Mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP).

O CEP, de localização aproximada 25°30'S e 48°30'W, possui superfície líquida de 551,8 km<sup>2</sup> e 286,6 km<sup>2</sup> de área de terras úmidas (manguezais e marismas) (Noernberg et al., 2004) e está inserido em uma das áreas mais preservadas da Mata Atlântica Brasileira. É subdividido em Baía de Antonina e de Paranaguá, situadas no eixo Leste – Oeste, e Baías das Laranjeiras, Guaraqueçaba e Pinheiros, no eixo Norte – Sul.

Considerando as cinco cidades principais Antonina, Guaraqueçaba, Paranaguá, Morretes e Pontal do Paraná, a população é de aproximadamente 170.000 pessoas (IBGE, 2006), as quais vivem basicamente da pesca e do turismo. Exceção se faz para o município de Paranaguá, onde está localizado o Porto Dom Pedro II, Porto de Paranaguá, um dos maiores exportadores de grãos da América Latina. O porto movimentava um volume de cargas de aproximadamente 19 milhões de toneladas anualmente através de navios de todo o mundo (Barcelos et al., 2003).

## 2. Materiais e métodos

Os *softwares* utilizados foram SPRING 4.2 e seu programa de linguagem em LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) para a análise espacial e álgebra de mapas. Para a análise estatística foi utilizado o *Microsoft Excel*.

### 2.1 Análise temporal dos manguezais nos municípios do CEP

As imagens TM/Landsat de 22 de maio de 1985 e 24 de janeiro de 2005 (órbita/ponto 220/78) foram registradas, tendo como base imagens ortoretificadas do satélite Landsat-7, sensor ETM+ do ano de 2001, processadas pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA, 2006). Após o registro, as imagens foram realçadas e utilizadas como base para a vetorização dos polígonos de manguezais, facilmente identificados na composição R5 G4 B3 como manchas de vegetação escura devido à composição do solo (**Figura 2**).

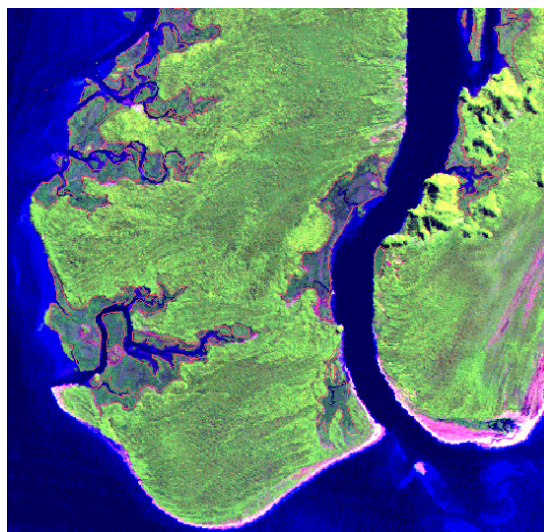


Figura 2: Delimitação das áreas de manguezais na Ilha das Peças (CEP) identificados como o verde escuro na imagem TM/Landsat, composição R5 G4 B3.

Os polígonos de manguezal foram sobrepostos ao plano de informação (PI) do limite dos municípios que contornam o CEP. Utilizando operação de intersecção de mapas (código em LEGAL), foi gerado um novo PI contendo 15 classes, três para cada município, referentes ao status do manguezal (Estável, Acrescido ou Decrescido) no ano de 2005.

### 2.2 Relação da redução da área de manguezal com dados sócio-econômicos na região urbana de Paranaguá

Ao PI cadastral dos dados censitários da região urbana de Paranaguá foram adicionados dois novos atributos contendo informações de renda (chefes da família que recebem até dois salários mínimos), e grau de instrução (pessoas residentes não alfabetizadas). Estas informações foram obtidas no endereço eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes ao Censo de 2000.

Para relacionar a classe decréscimo (presente na imagem 1985 e ausente na imagem de 2005) referente ao município com os dados dos setores censitários de Paranaguá foi realizada uma operação zonal de atualização de tabelas (código em LEGAL), para adicionar esse novo atributo ao PI cadastral.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Análise temporal dos manguezais do CEP

A partir da intersecção entre os PI's temáticos dos municípios (**Figura 3**) e das áreas de manguezais das duas datas (**Figura 4**), obteve-se os dados para cada município de manguezal estável, acrescido e desmatado (**Figura 5**).

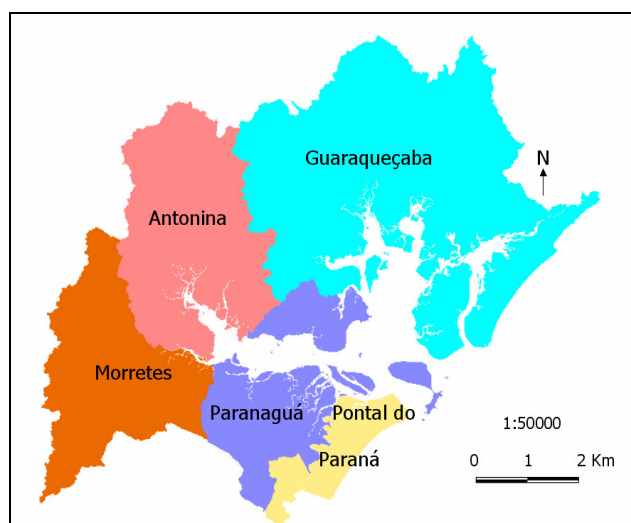


Figura 3: Limites dos municípios adjacentes ao Complexo Estuarino de Paranaguá.

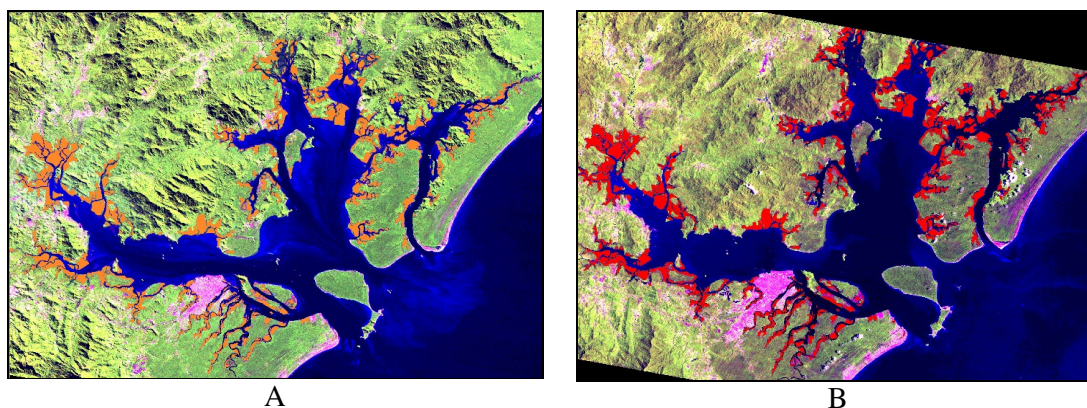


Figura 4: Identificação de manguezais. A) Imagem Landsat de 1985 e manguezais em laranja; B) Imagem Landsat de 2005, manguezais em vermelho.

As diferenças entre os manguezais de 1985 a 2005 mostram um pequeno decréscimo das áreas de manguezal. Na **tabela 1** estão os valores das áreas de manguezal por município para as respectivas imagens e a percentagem atual de manguezal referente à área de manguezal de 1985.



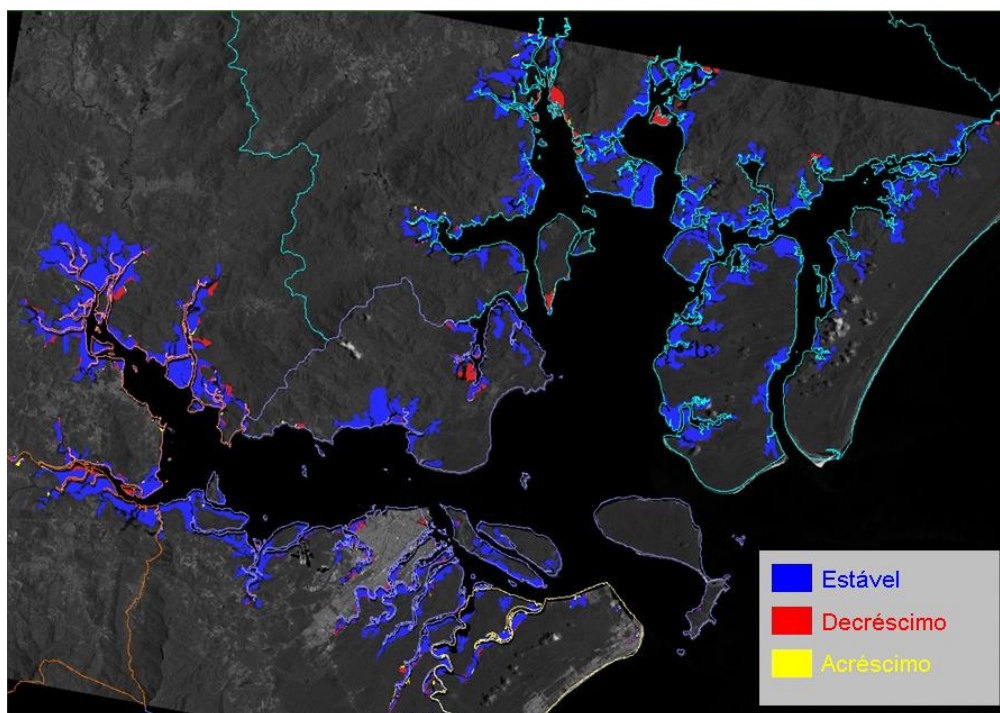


Figura 5: Resultado da classificação do manguezal em estável, desmatado e acrescido.

Tabela 1: Dados por município: áreas dos municípios (em km<sup>2</sup>), das classes de status do manguezal (em km<sup>2</sup>) e a percentagem de manguezal remanescente de 1985 em 2005.

	Municípios				
	Antonina	Paranaguá	Morretes	Guaraqueçaba	Pontal do Paraná
Área do município	793,98	496,48	673,57	1686,65	193,88
Acrécimo de manguezal	0,48	0,61	0,21	0,41	0,18
Decréscimo de manguezal	2,68	3,39	0,48	4,51	0,33
Estável	39,35	36,47	7,98	77,98	5,46
Área de manguezal em 1985	42,03	39,86	8,45	82,49	5,79
Área de manguezal em 2005	39,83	37,08	8,18	78,39	5,64
Manguezal atual (%)	94,77	93,03	96,80	95,03	97,41

Estes dados apresentam um decréscimo sutil nas áreas de manguezal entre o período de 1985 a 2005. Atribui-se esta tendência a processos naturais como migrações dos meandros, canais sinuosos que possuem essa característica de alteração, e a processos de expansão urbana. Este último especialmente no município de Paranaguá, onde houve o maior decréscimo. Nos demais municípios do CEP o decréscimo foi ainda menor, provavelmente pela área do CEP ter sido relativamente bem preservada no período.

### 3.2 Correlação das variáveis sócio-econômicas e do decréscimo das áreas de manguezal na região urbana de Paranaguá

Para análises de correlação pressupõe-se a independência de dados. No caso de dados distribuídos no espaço utiliza-se o Índice Global de Moran (Bailey e Gatrell, 1995) para verificar a dependência espacial. Este índice fornece uma medida geral da associação espacial existente no conjunto dos dados. Seu valor varia de -1 a 1. Valores próximos de zero, indicam

a inexistência de autocorrelação espacial significativa entre os valores dos objetos e seus vizinhos. Valores positivos para o índice, indicam autocorrelação espacial positiva, ou seja, o valor do atributo de um objeto tende a ser semelhante aos valores dos seus vizinhos. Valores negativos para o índice, por sua vez, indicam autocorrelação negativa.

Os índices de Moran foram calculados para as duas variáveis sócio-econômicas na malha censitária urbana de Paranaguá. Os índices resultantes foram de 0,344 para o analfabetismo e 0,323 para a baixa renda, ou seja, mais próximos de zero, permitindo, dessa forma, a utilização da regressão múltipla entre as variáveis baixa renda, analfabetismo e a classe manguezal decrescido, para verificar o relacionamento entre estes parâmetros.

A região urbana de Paranaguá, na malha censitária de 2000 (**Figura 6**), tem uma área de aproximadamente 85 km<sup>2</sup> e, de cerca de 11 km<sup>2</sup> em 1985, os manguezais foram reduzidos à cerca de 9 km<sup>2</sup> em 2005.

A partir da intersecção entre a malha urbana de Paranaguá e as classes de manguezal para o município, foi possível quantificar a área das três classes para cada setor censitário. A **Figura 6** apresenta a sobreposição dos PI's.

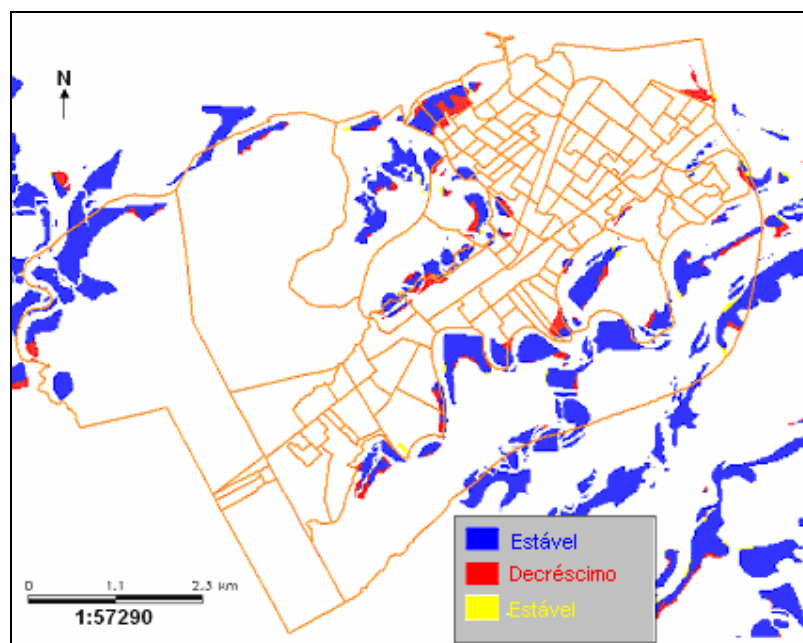


Figura 6: Malha urbana do município de Paranaguá sobreposta a identificação do manguezal em áreas de manguezal estável, desmatado e acrescido.

O gráfico de dispersão entre analfabetismo e a baixa renda (**Figura 7**), demonstra claramente a relação linear positiva entre analfabetismo e baixa renda para os setores censitários do município de Paranaguá. Esse padrão já era esperado, visto que, de forma geral, pessoas com baixo grau de instrução possuem renda baixa.

Para a análise estatística multivariada, a classe decréscimo de manguezal e as variáveis renda e analfabetismo foram ponderadas pela área do respectivo setor censitário, considerando apenas os setores que continham áreas de manguezal decrescido. Pela regressão linear, não foi observada correlação entre as variáveis relacionadas (p-valor: 0,89). Os gráficos de dispersão abaixo (**Figura 8**) evidenciam essa falta de correlação entre as variáveis estudadas para os setores censitários da malha urbana de Paranaguá.

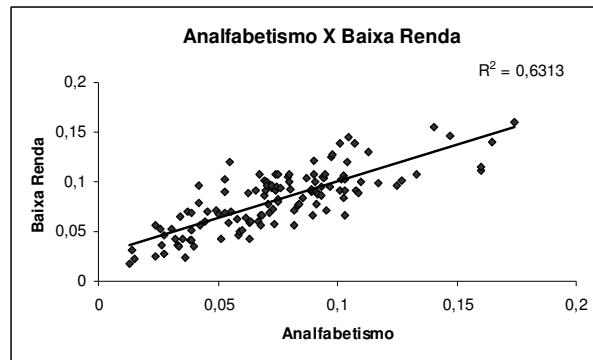


Figura 7: Gráfico de dispersão entre as variáveis analfabetismo e baixa renda para a região urbana de Paranaguá. Os valores foram ponderados pela área do setor censitário.

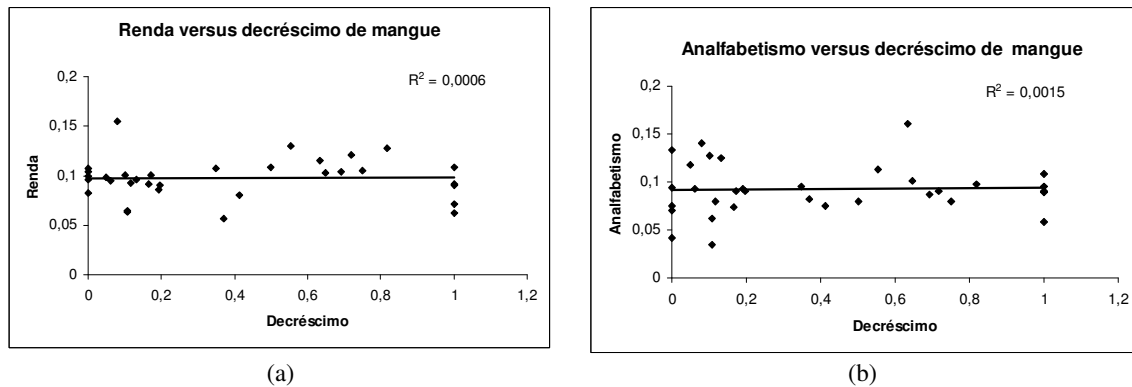


Figura 8: Relação das variáveis Renda (a) e Analfabetismo(b) com a área da classe decréscimo dos manguezais por setor censitário.

Entre os anos de 1952 e 1996, Caneparo (2001) observou o decréscimo da área de manguezal na região urbana de Paranaguá, encontrando um padrão de decréscimo na zona periférica e região portuária. O autor cita como principais causas os ciclos econômicos pelos quais passou o Porto de Paranaguá e a invasão de áreas para a construção de moradias de populações de baixa renda. Apesar disso, neste trabalho, ao analisar apenas as duas variáveis sócio-econômicas, renda e analfabetismo, não foi possível indicar as áreas de decréscimo de manguezal para a região urbana de Paranaguá.

#### 4. Conclusões

O CEP está inserido em uma das áreas mais bem preservadas da Mata Atlântica Brasileira, onde o impacto antrópico é em parte controlado por autoridades ambientais e ONG's atuantes no litoral paranaense. Releva-se igualmente o fato da maior parte da população viver em comunidades tradicionais, com hábitos ligados diretamente com seu meio ambiente, e de atividades geralmente extrativistas, como a pesca e o artesanato.

Acredita-se que a pouca variação das áreas de manguezal possa estar associado ao fato da região de estudo ainda manter um baixo nível de desenvolvimento urbano. Tanto que, dos cinco municípios, o que apresentou maior decréscimo foi Paranaguá, o mais urbanizado, ainda assim mantendo 93% de áreas de manguezais estáveis. Por ser uma cidade portuária, a imigração de pessoas em busca de melhores condições ao longo dos anos provocou o desmatamento das áreas de manguezais na periferia, corroborado por Caneparo (2001).

As variáveis sócio-econômicas selecionadas para o trabalho não apresentaram correlação com o decréscimo de manguezal na região urbana de Paranaguá. Dentre as possíveis causas

poderia se afirmar que as variáveis não refletem a verdadeira relação, ou que as amostras podem não ser significativas ou que realmente não há correlação entre desmatamento e as variáveis para esta área de estudo em particular. Supõe-se que para outras áreas como os manguezais do nordeste, que sofrem maiores impactos com atividades de carcinicultura, poderia se obter uma correlação mais significativa entre essas variáveis.

Por fim, o geoprocessamento e o sensoriamento remoto mostraram-se valiosas ferramentas na avaliação da distribuição espaço-temporal dos manguezais do CEP, consolidando-se como metodologias imprescindíveis ao gerenciamento ambiental.

### **Agradecimentos**

As autoras expressam seus agradecimentos ao Laboratório de Oceanografia Costeira e Geoprocessamento do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná (LOGG-CEM/UFPR) por gentilmente disponibilizar seus dados.

### **Referências Bibliográficas**

Bailey, T.C.; Gatrell, A.C. **Interactive spatial data analysis**, Essex, England: Longman Scientific & Technical, 1995, 413 p.

Barcelos, C.; Gruber, N. H.; Quintas, M.; Fernades, L. Complexo Estuarino de Paranaguá: Estudo das Características Ambientais com Auxílio de um Sistema de Informação Geográfica. In: Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 3., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2003. Artigos, p. 62-83. CD-ROM, On-line. Disponível em: <[http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/GeoColoq\\_2003/artigos/T124.pdf](http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/GeoColoq_2003/artigos/T124.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2006.

Benfield, S. L.; Guzman, H. M.; Mair, J. M. Temporal mangrove dynamics in relation to coastal development in Pacific Panama. **Journal of Environmental Management**, v. 76, n. 3, p. 263-276, 2005.

Caneparo, S. C. Análise da dinâmica espacial e dos impactos ambientais causados pela ocupação antrópica em áreas de manguezais de Paranaguá – Paraná, através de técnicas de geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. Artigos, p. 561-566. CD-ROM, On-line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.09.02/doc/0561.566.057.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Banco Cidades@. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 10 abr. 2006.

Lacerda, L. D. Manguezais: florestas de Beira-mar. **Ciência Hoje**, v. 3, n. 13, p. 63-70. 1984.

National Aeronautics and Space Administration (NASA). Geocover Landsat Global Coverage Available. Disponível em: <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>>. Acesso em: 02 abr. 2006.

Noernberg, M.A.; Lautert, L.F.C.; Araújo, A.D.; Marone, E.; Angelotti, R.; Netto Jr., J.P.B.; Krug, L. A. Remote Sensing and GIS Integration for Modeling the Paranaguá Estuarine Complex -Brazil. **Journal of Coastal Research**, SI, n. 39, 2004.

Ribeiro, P. As funções do ecossistema manguezal e os impactos da carcinicultura, 2004. Disponível em: <<http://www.midiaindependente.org/pt/red/2004/09/289733.shtml>>. Acesso em: 2 jun. 2006.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). World Heritage List, 1999. Disponível em: <<http://whc.unesco.org/en/statesparties/br>>. Acesso em: 15 abr. 2006.