Análise da dinâmica da degradação ambiental no uso das terras entre os anos de 1989 a 2007, nas áreas entorno do Complexo Industrial e Portuário de Suape

Elisabeth Regina Alves Cavalcanti Silva[1]
José Gustavo da Silva Melo[1,2]
José Lourenço Soares Brandão Neto[1]
Patrícia Fernanda Passos de Oliveira[1]
Josiclêda Domicíano Galvíncio[1]

[1]Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Avenida Professor Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco. CEP 50670-901. {josegustavo_melo, bellhannover, jl_brandao, josicleda}@hotmail.com.

[2]Instituto Federal de Pernambuco - IFPE, Campus Recife
Avenida Prof. Luiz Freire, 500, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco. CEP: 50740-540.

Abstract. Mangrove forests correspond to important ecological and landscape aspects of coastal tropical and subtropical regions of the Americas, covering the extensive area of the Brazilian territory. The state of Pernambuco has a concentration of mangroves quite significant because in its territory, are the main species of mangroves, which are responsible for the protection of coastal areas, but several authors cause destruction of the mangroves, we emphasize the constant processes of anthropogenic suffered by this ecosystem surrounding the Port of Suape. Therefore, this study aimed to assess the level of degradation over roughly two decades of the sample period (1989, 1998, 2000 and 2007) in the area corresponding to the Industrial and Port Complex of Suape, from the use of biophysical variables such as NDVI and LAI, to demonstrate the increase and decrease the soil exposed canopy plant. Were checked seven main classes of land cover and use, highlighting the presence of areas of exposed soil on the effects generated by various stressors in the study area. Analyzing data from the NDVI temporal IAF and the region is noted that there is an increase in areas of exposed soil alongside the retreat of mangrove areas by the year 2007, when they began to regenerate due to the regenerative potential of ecosystem and greater protection of these areas.

Palavras-chave: mangroves, remote sensing, leaf area index, manguezal, sensoriamento remoto, índice de área foliar.

1 Introdução

As florestas de mangue correspondem a importantes aspectos paisagísticos e ecológicos das regiões litorâneas tropicais e subtropicais das Américas, África e Oceania, estando restritas as faixas entre marés, reentrâncias da costa e contorno de baías e estuários, pois funcionam como ponto de ligação entre os ambientes marinhos e terrestres (BRAGA et al., 1989). Os solos da região apresentam uma cor marrom escuro, devido, em maior parte, à presença de matéria orgânica e água no solo ocasionando maior absorção da energia eletromagnética (QUERINO et al, 2011).

No Brasil, os manguezais ocorrem desde o cabo Orange, Amapá - 02° latitude Norte, até o litoral de Santa Catarina, na foz do rio Ararangá - cerca de 29° latitude Sul (LAMBERTI, 1969; LACERDA, 1984), cobrindo uma área de cerca de 25.000 km^2. Ao longo do território brasileiro, os manguezais dos diversos estados apresentam características semelhantes de composição florística, contendo, porém, menor número de gêneros e espécies se comparado a outros países tropicais (ROSSI; MATTOS, 2002).

O estado de Pernambuco apresenta uma concentração de manguezais bastante significativa, devido a sua posição geográfica e altitudes reduzidas, favorecendo o

desenvolvimento desse tipo de bioma litorâneo. Inserido na área de predominância do ecossistema manguezal encontra-se o complexo estuarino de Suape. De acordo com Braga *et al*. (1989), o manguezal de Suape apresenta cinco espécies vegetais típicas básicas, comportadas em três famílias e nos quatro gêneros registrados para o Brasil - *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* Gaertn., *Avicennia germinans* (L.) Stearn., *Avicennia schaueriana* Stapf. Leechman e *Conocarpus erectus* L, além de espécies periféricas facultativas e generalistas.

A implantação de um porto geralmente afeta ecossistemas frágeis e importantes do ponto de vista ambiental. As modificações físicas podem ocasionar mudanças no escoamento dos rios e na entrada da água marinha no manguezal. A alteração da circulação da água nos manguezais, por sua vez, pode modificar a temperatura, salinidade e velocidade da água, criando condições desfavoráveis para a sobrevivência de algumas espécies (EPA, 2002 apud ALMEIDA, 2003).

Freitas et al. (2009) afirmam que modificações no uso da terra provocam alterações no balanço de energia, água e de *momentum* na superfície devido às correspondentes mudanças no albedo da superfície, capacidade de evapotranspiração associada à cobertura vegetal e sua estrutura espacial. Desta forma, essas mudanças são, por si só, indutoras de alteração no padrão do ciclo hidrológico e estas alterações podem ser avaliadas com o uso de modelos numéricos e de cenários de ocupação da terra.

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto em diversas análises assume relevância cada vez maior nos trabalhos acadêmicos pela certa facilidade de aquisição de informações prévias de determinada área de interesse, com consistência e repetitividade dos dados adquiridos da superfície terrestre, e pela organização de uma base de dados inicial georreferenciada (NOVO, 2008).

Nesse sentido, os índices de vegetação são um dos parâmetros mais utilizados no monitoramento sazonal e interanual de parâmetros fisiológicos e estruturais dos diferentes ecossistemas e são obtidos através da utilização do sensoriamento remoto. Eles consistem em transformações, lineares ou não, de bandas espectrais escolhidas, conforme suas especificidades, para realçar a contribuição de propriedades de interesse da vegetação (SOUZA, et al., 2009). Diante disso, índices de vegetação tais como o NDVI e o IAF podem auxiliar no monitoramento de determinados biomas, bem como possibilitar a análise das paisagens natural e antrópica dos seus vários ecossistemas, melhorando assim o entendimento acerca da sua estrutura, funcionamento e função ecológica (LOPES, 2010).

O índice de área foliar (IAF) definida por Watson (1947) como a área foliar integrada do dossel por unidade de superfície projetada no solo (m^2/m^2) é uma das principais variáveis biofísicas de um dossel florestal, estando diretamente relacionado com a produtividade e a evapotranspiração de ecossistemas florestais considerando no cálculo a superfície de apenas uma das faces das folhas (LANG; MCMURTRIE, 1992). Para estimar a produtividade e a evapotranspiração, pesquisadores têm desenvolvido modelos de interface floresta-solo-atmosfera (RUNNING; COUGHLAN, 1988), nos quais o IAF é a principal variável descritora do dossel vegetal (Xavier et al, 2002).

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo quantificar as mudanças ocorridas entre os anos de 1989 a 2007, na área de influência do Complexo Industrial e Portuário de Suape (Pernambuco), por meio de imagens do sensor TM - Landsat 5. O modo como essas imagens foram trabalhadas e o produto obtido através da modelagem tornam-se uma considerável ferramenta na avaliação do processo de evolução espacial e temporal do uso das terras não só nessa área, mas em diversos ambientes impactados pela instalação de empreendimentos portuários.

2 Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

O complexo estuarino de Suape está localizado em uma região que abrange trechos dos municípios do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, entre as latitudes 8º20'00"S e 8º29'00"S e longitudes 34º56'30"W e 35º03'00"W, Figura 1, distando cerca de 40 km da cidade do Recife (SOUZA; SAMPAIO, 2001). O Complexo Industrial Portuário de Suape, empreendimento caracterizado por proporcionar aos municípios circunvizinhos, maior dinamismo econômico, foi implantado em 1974 através de séries de desapropriações de terras de antigos engenhos, usinas e de áreas destinadas à reforma agrária e ocupadas por pequenos produtores rurais. O porto localiza-se na Zona Industrial Portuária (ZIP) e surgiu como instituição pública em 1978 (BARROS; SILVEIRA, 2010).

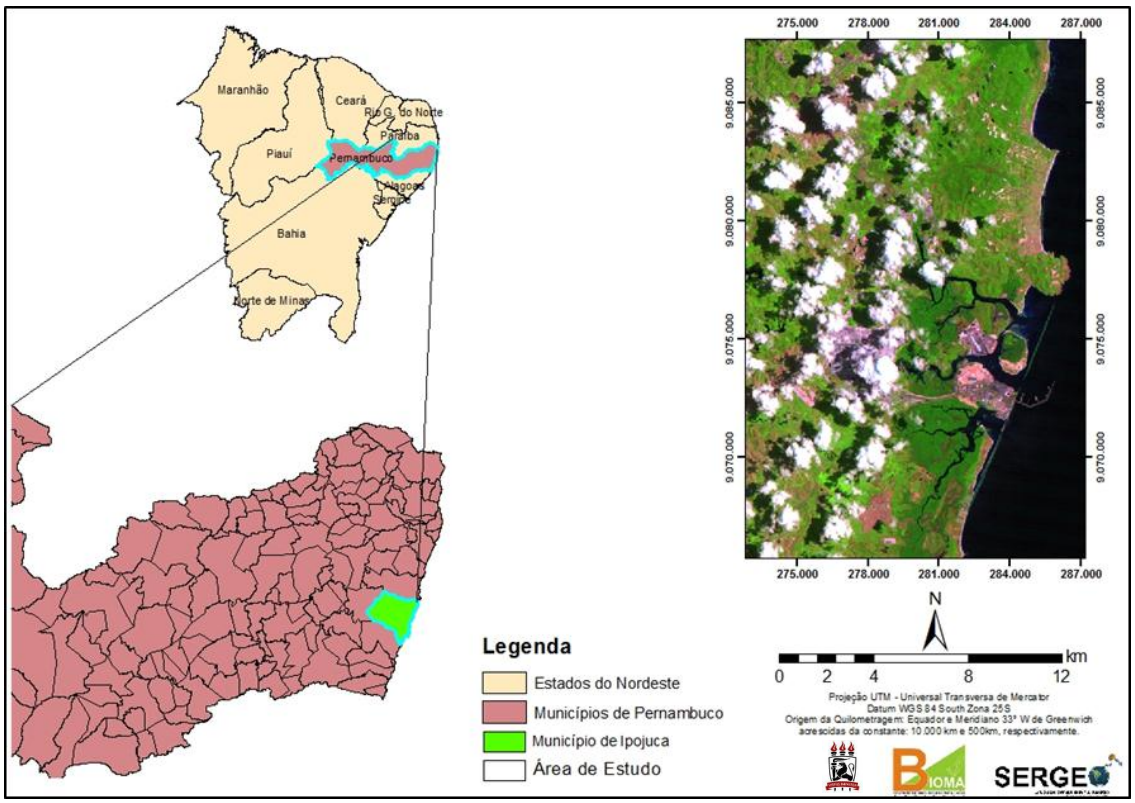

Figura 1. Mapa de localização do entorno do Complexo Industrial e Portuário de Suape do ano de 2011.

2.2 Dados coletados

Foram utilizados neste estudo, imagens dos anos de 1989 a 2007 que foram obtidas do sensor TM (Thematic Mapper), de ponto 215 e órbita 66 (10/07/1989), (04/08/1998), (24/07/2000) e de (28/07/2007) a bordo do satélite Landsat-5, obtidas junto à Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

2.3 Processamento da imagem e montagem do *layout*

Para o processamento das imagens do satélite Landsat-5 foram trabalhados modelos usando a ferramenta *Model Maker* do software ERDAS Imagine 9.3 e a montagem final dos mapas foi realizada através do software ArcGIS 9.3. As imagens foram trabalhadas aplicando-se o modelo recomendado pelo SEBAL conforme descrito em trabalhos como os de Oliveira, et al. (2011) sobre IAF e Silva et al. (2011) sobre NDWI.

3 Resultados e Discussão

Neste trabalho, procurou-se avaliar e delimitar os perfis espaciais da urbanização em ambientes estuarinos do Porto de Suape, bem como a expansão dos espaços construídos sobre os ambientes naturais, espaços estes caracterizados basicamente por bosques de manguezal rodeados por áreas agrícolas e pela série crescente de empreendimentos industriais e portuários na área, utilizando-se para tal, a técnica de fusão de imagens, como mostrado na Figura 2.

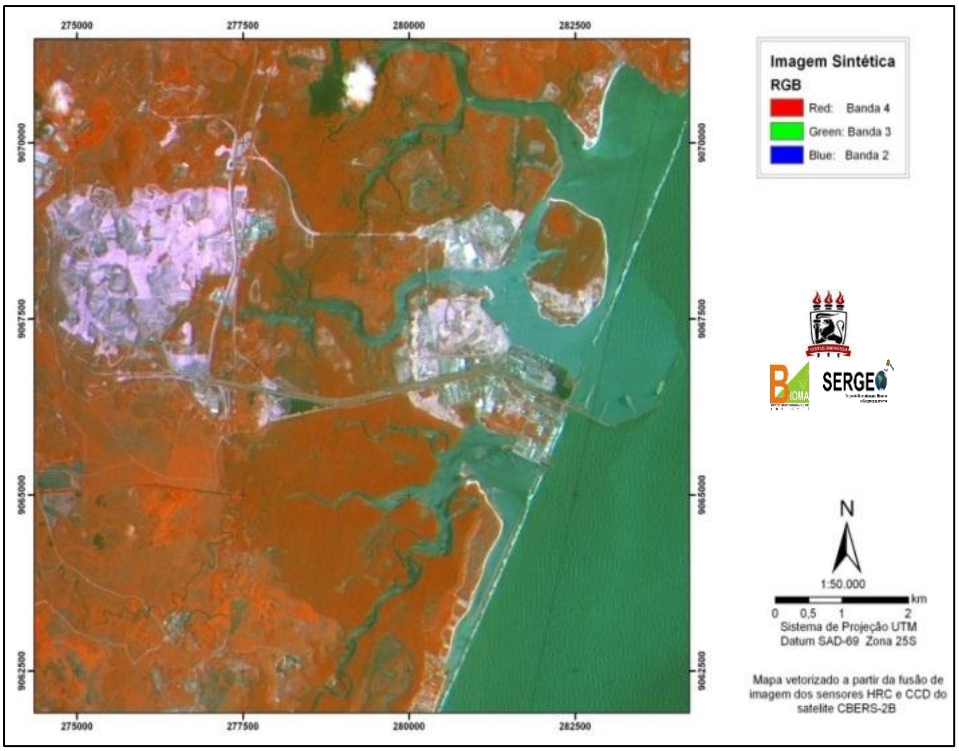

Figura 2. Fusão das imagens no ano de 2009 dos sensores HRC e CCD do satélite CBERS 2B, com resolução espacial de 2,5m e colorida.

Segundo Braga et al. (1989), os efeitos dos constantes processos de drenagem, aterros e represamentos pela qual a região de Suape, em especial as áreas de manguezal, tem passado nas últimas décadas, refletem-se diretamente numa perda acelerada e gradativa da biodiversidade ecossistêmica. A avaliação do uso e ocupação do solo empregando técnicas de fusão de imagem possibilitou a obtenção de resultados prévios e mais recentes referentes aos efeitos gerados pelos mais diversos tensores na área de estudo como fica evidenciado pelo mapa de uso da terra do entorno do Porto de Suape (Figura 3).

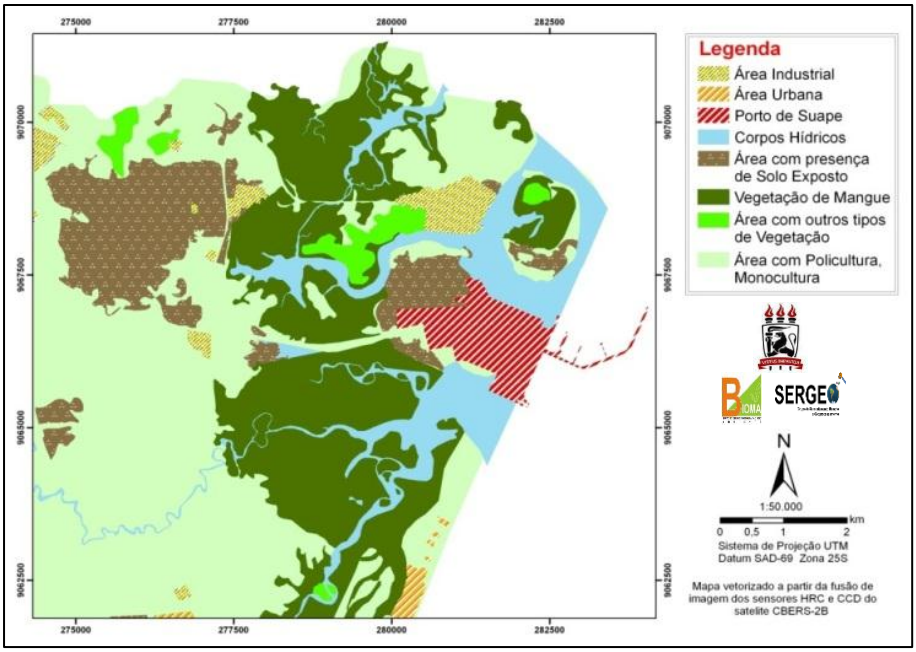

Figura 3. Vetorização do produto obtido através da utilização da técnica de fusão. Mapa de Uso das terras do entorno do Porto de Suape no ano de 2009.

Para análise da cobertura vegetal da área, foram utilizados índices tal como o NDVI e o IAF. Inicialmente, temeu-se a saturação do NDVI na área de estudo, o que não seria nenhuma surpresa, pois, apesar do NDVI ser um forte indicador da quantidade de clorofila de uma área, o alto teor de biomassa na região entorno do Complexo Industrial e Portuário de Suape pode fazer com que o NDVI sature, Figura 4.

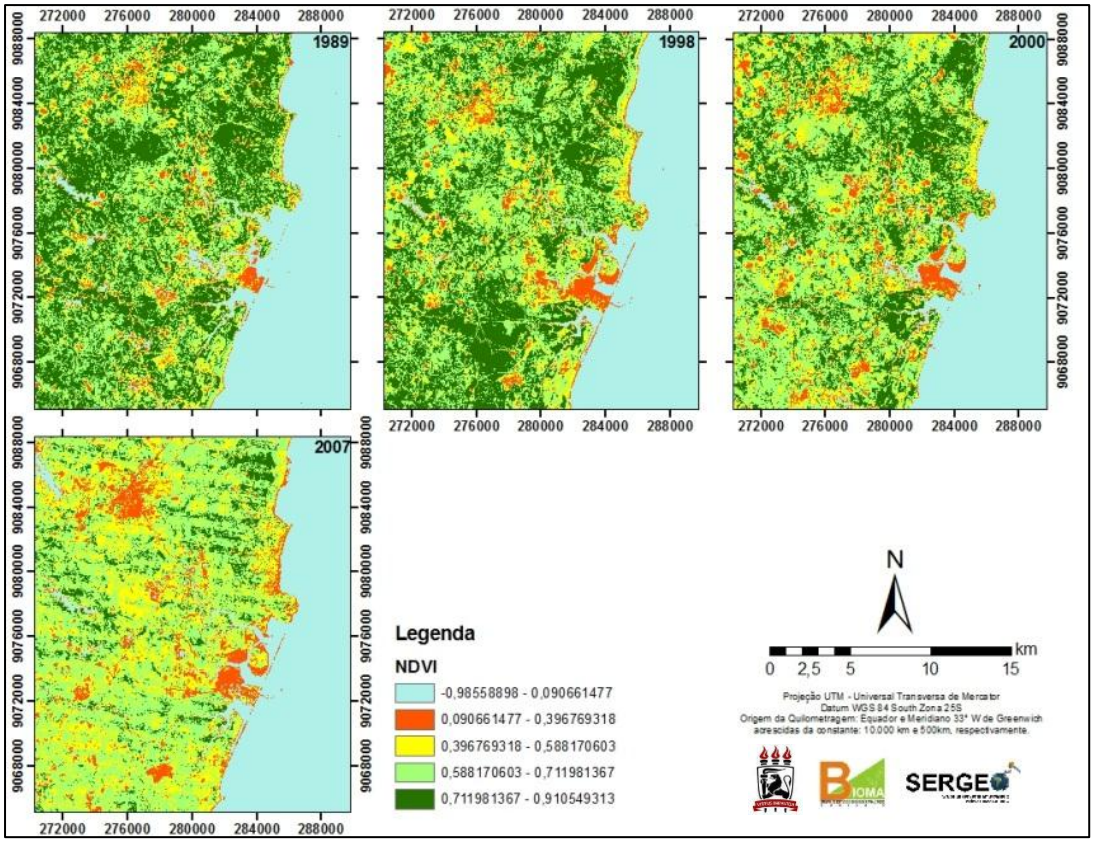

Figura 4. NDVI da área entorno do Complexo Industrial e Portuário de Suape.

Na aplicação do NDVI foi observado, analiticamente, o crescimento de áreas de solo exposto desde 1989 até 2007, principalmente entre os anos 2000 e 2007. Pode-se visualiza na Figura 4, um NDVI considerado alto, em consequência da utilização ainda incipiente das terras, com uma boa parte das áreas destinando-se à agricultura, mas uma agricultura que não ocorria em áreas muito extensas do território, principalmente tratando-se de áreas mais ao interior da área de estudo, Figura 1.

O crescimento ao longo dos anos da área correspondente ao Complexo Industrial e Portuário de Suape, não se deu apenas no núcleo portuário, como pôde ser observado na imagem anterior, a ocupação de áreas litorâneas e o crescimento da utilização agrícola das terras, bem como o crescimento urbano e de serviços, proporcionou um maior dinamismo econômico nessas áreas acarretando problemas ligados à degradação da terra, principalmente no que diz respeito a áreas de manguezais, que ao longo dos anos foi ficando cada vez mais suprimida em função da utilização dessas áreas.

O intervalo dinâmico do índice NDVI é ampliado a favor de condições de baixa biomassa, mas comprimido a favor de condições de alta biomassa, de florestas. Segundo Elmore et al. (2000), outra desvantagem do índice é o fato dele ser altamente influenciado pelo brilho e pelo efeito espectral do solo, o que prejudica as avaliações sobre a vegetação.

É importante salientar que a principal desvantagem desse índice é a relação não linear com características biofísicas como biomassa e índice de área foliar (MYNENI et al., 1995). Wang et al. (2005) afirmam que a correlação entre o NDVI e o Índice de Área Foliar (IAF) das plantas pode não ser tão forte durante os períodos de máximo IAF, aparentemente devido à saturação do NDVI nestas condições. Devido a essas limitações procurou-se comparar o NDVI e o IAF dos anos estudados, Figuras 4 e 5, respectivamente, tendo o NDVI se mostrado eficaz quanto à diferenciação do teor de clorofila, apesar da área de estudo estar inserida numa faixa litorânea, caracterizada pelo vigor vegetativo.

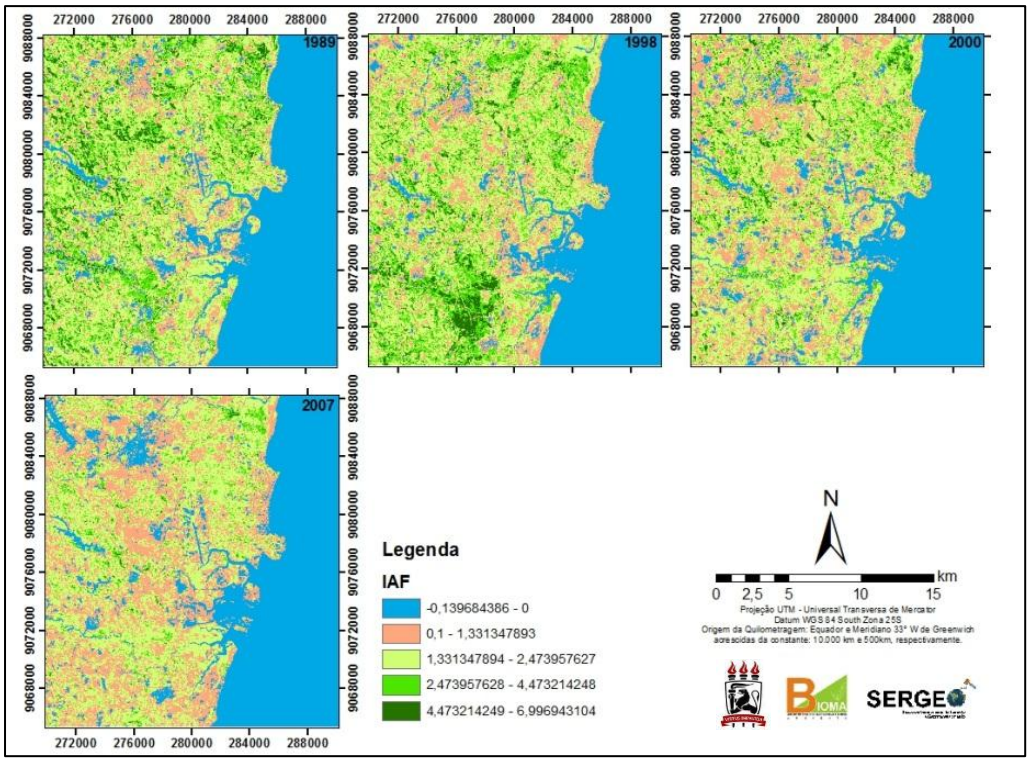

Figura 5. IAF da área entorno do Complexo Industrial e Portuário de Suape.

Sabe-se que os efeitos da alteração do manguezal em área degradada influenciam diretamente no microclima da região. Analisando-se temporalmente os dados do IAF da área é notado que existe certo aumento das áreas de solo exposto, que e que o IAF ao longo dos anos teve uma diminuição, isso pode ser explicado pelo maior uso dessas áreas para culturas agrícolas e como consequência do crescimento urbano nessas áreas (Figura 5).

4 Conclusão

A avaliação do uso e da ocupação do solo empregando técnicas de fusão de imagem possibilitou a obtenção de resultados referentes aos efeitos gerados pelos mais diversos tensores que vem impactando a área de estudos. Os índices NDVI e IAF aplicados na imagem obtida da área identificou o crescimento de áreas com solo exposto mais ao interior da área estudada e áreas com IAF e NDVI mais baixos, sendo identificadas como áreas voltadas ao manejo agrícola, também se pôde notar através das imagens, que a degradação até o ano de 2007, adentrou o interior do manguezal de Suape. Contudo, devido à velocidade acelerada das alterações dos componentes paisagísticos vivenciadas pela região, medidas de proteção da fauna e da flora fizeram-se necessárias e essa região atualmente é alvo de estudos sobre impactos ambientais e políticas de manejo e apesar do crescimento urbano mais ao interior do território, as áreas de mangue têm passado por uma regeneração, decorrente de seu potencial regenerativo.

Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela disponibilização das imagens de satélite que foram utilizadas neste artigo, ao Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO), por permitir o uso da licença do ArcGis 9.3 e por fim ao Grupo de Estudos em Meio ambiente e Biogeografia (BIOMA), que forneceu o laboratório, para a aquisição dos dados na área de estudo.

Referências Bibliográficas

Almeida, L.P. 2003. **Análise da Efetividade dos Estudos Ambientais:** O Caso do Complexo Industrial Portuário de Suape. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco. 105 f. 2003.

Barros, A.P.& Silveira, K.A. 2010. **A produção do espaço rural-urbano e seus rebatimentos nos conflitos socioambientais na área de SUAPE, Pernambuco - Brasil**. CADERNOS CERU, série 2, V. 21, n. 1.

Braga, R. A. P.; UCHOA, T. M. M. & CPRH. Disponível em < http://www.cprh. pe.gov.br/ home/ 40025%3B55731% 3B10% 3B0%3B0.asp>. Acessado em 09/09/12.

Elmore, A. J. et al. **Quantifying vegetation change in semiarid environments: precision and accuracy of Spectral Mixture Analysis and the Normalized Difference Vegetation Index**. Remote Sensing of Environment, v. 73, n.1, p.87-102, Jan. 2000;

Freitas, S. R.; Longo, K. M.; Rodrigues, L. F. 2009. **Modelagem numérica da composição química da atmosfera e seus impactos no tempo, clima e qualidade do ar**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, n.2, 188-207, 2009.

Almeida, L.P. 2003. **Análise da Efetividade dos Estudos Ambientais:** O Caso do Complexo Industrial Portuário de Suape. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco. 105 f. 2003.

Lang, A. R. G.; Mcmurtrie, R. E. 1992. **Total leaf areas of single trees of Eucalyptus grandis estimated from transmittances of the sun's beam**. Agricultural and Forest Meteorology**,** v. 58, p. 79-92, 1992.

Lopes, P.M.O.; Valeriano, D.M. 2007. **Validação do albedo da superfície terrestre obtido dos dados do sensor MODIS em regiões montanhosas**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**,** 13, 2007, Florianópolis. Anais. Florianópolis: INPE, 2007. P. 2805-2812.

Novo, E. M. L. M. 2008. **Sensoriamento remoto:** princípios e aplicações. São Paulo: Editora Blucher, 2008.

Oliveira, T. H.; Oliveira, J. S. S.; Machado, C. C C. Rodrigues, G. T. A.; Galvíncio, J.D.; Pimentel, R.M.M. **Avaliação espaço-temporal do Índice de área foliar e impacto das atividades antrópicas na Reserva Ecológica Estadual Mata São João da Várzea, Recife – PE**. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba - PR, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.2105.

Querino, C.A.S.; Moura, M.A.L.; Querino, J.K.A. da S.; Von Radow, C.; Marques Filho, A. O. 2011. **Estudo da radiação solar global e do índice de transmissividade (KT), externo e interno, em uma floresta de mangue em Alagoas-Brasil**. Revista Brasileira de Meteorologia**,** v.26, n.2, p.204-294, 2011.

Rossi, F.; Mattos, I.F.A. 2002. **Solos de mangue do estado de São Paulo**: caracterização química e física. Revista do Departamento de Geografia, v. 15, p. 101–113, 2002.

Running, S. W.; Coughlan, J. C. 1988. **A general model of forest ecosystem processes for regional applications**: I. Hydrological balance, canopy gas exchange and primary production processes. Ecological Modelling, v. 42, p. 125-154, 1988.

Silva, E.R.A.C.; Melo, J.G.; Galvíncio, J..D. 2011. **Identificação das Áreas Susceptíveis a Processos de Desertificação no Médio Trecho da Bacia do Ipojuca - PE através do Mapeamento do Estresse Hídrico da Vegetação e da Estimativa do Índice de Aridez**. Revista Brasileira de Geografia Física, Brasil, vol. 03 pags. 629-649.

Souza, M.M.A; Sampaio, E.V.S.B. 2001. **Variação temporal da estrutura dos bosques de mangue de Suape-PE após contrução do porto**. Acta botânica brasílica, v. 15, n.1, p. 1-12,

Xavier, A. C.; Soares, J. V. Almeida, A.C. 2002. **Variação do Índice De Área Foliar Em Clones De eucalipto ao longo de seu ciclo de crescimento**. Revista Árvore**,** Viçosa-MG, v.26, n.4, p.421-427, 2002.

Wang, Q.; Adiku, S.; Tenhunen, J.; Granier, A. **On the relationship of NDVI with leaf area index in a deciduous forest site**. Remote Sensing of Environment, v. 94, n.2, p.244-255, Jan. 2005.