

ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE MARACANAÚ / CE EM 1991 E 2006

Eduardo Viana Freires¹
Lúcia Maria Silveira Mendes²

RESUMO

A implantação do Distrito Industrial em Maracanaú-Ce e a consequente expansão urbana local acarretaram significativa mudança na cobertura vegetal do município, o que implicou em problemas de ordem física e social. Este trabalho teve como objetivo detectar mudanças na cobertura vegetal do município de Maracanaú/CE entre os anos de 1991 a 2006, através de transformações espectrais (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), utilizando dados do TM-LANDSAT em ambiente SPRING e TERRAVIEW. A análise das imagens Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) tem a intenção de descobrir as áreas alteradas (agricultura, zona urbana e desmatamento) e inalteradas (vegetação de tabuleiros, caatinga arbórea, mata seca, mata ciliar e mata úmida) do município de Maracanaú/CE. As imagens resultantes foram classificadas empregando-se o algoritmo Bhattacharya. Para tanto foram estabelecidas três classes: Alterada, Inalterada e Corpos d'água. Após a classificação foi realizado o cruzamento dos mapas temáticos para avaliar as mudanças ocorridas na cobertura vegetal de Maracanaú entre 1991 e 2006, o que se pôde concluir que para o período de 15 anos houve avanço do desmatamento ou ampliação da classe alterada, passando de 46,41% para 54,03%, enquanto que a classe inalterada teve uma redução de 51,41% para 43,67%.

Palavras-chave: estudo comparativo, NDVI, sensoriamento remoto, SPRING, TerraView.

ANALYSIS OF THE CITY OF PLANT COVER Maracanaú / CE IN 1991 AND 2006

ABSTRACT:

The implementation of the Industrial District in Maracanaú-Ce and the resulting urban sprawl led to significant changes in the local vegetation of the city, which resulted in physical and social problems. This study aimed to detect changes in vegetation cover in Maracanaú County between the years 1991 to 2006, through spectral transformation index (Normalized Difference Vegetation Index), using data from LANDSAT-TM in a TERRAVIEW and SPRING environment. Image analysis of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is intended to discover the altered areas (agriculture, urban and deforestation) and unaltered (tableland vegetation, woody savanna, dry forest, dry and wet riparian forest) in Maracanaú County. The resulting images were classified using the Bhattacharya algorithm. Therefore, three classes were established: Altered, Unchanged and water bodies. After classification, thematic maps were crossed to evaluate changes in Maracanaú County vegetation cover between 1991 and 2006. It is possible to conclude that for this 15 years

¹ Mestre em Geologia – UFC. Professor de Geografia da Escola Municipal de Ensino Fundamental Braz Ribeiro da Silva

² Doutora em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / Universidade São Paulo – ESALQ/USP Piracicaba/SP. Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará – UECE. lucia.mendes@uece.br

period there was an increase in deforestation or a greater extension of the Altered class, changing from 46.41% to 54.03%, while the Unchanged class decreased from 51.41% to 43.67%.

Keywords: comparative study, NDVI, remote sensing, SPRING, TerraView.

ANÁLISIS DE CUBIERTA VEGETAL DE LA CIUDAD MARACANAÚ / CE EN 1991 AND 2006

RESUMEN

La puesta en práctica del Distrito Industrial en Maracanaú-Ce y la consecuente expansión urbana local implicó un cambio significativo en la cobertura vegetal en la ciudad, que se tradujo en problemas de física y social. Este estudio tuvo como objetivo detectar los cambios en la cobertura vegetal en el municipio de Maracanaú / CE entre los años 1991 y 2006, usando el índice de transformación espectral (Vegetación de Diferencia Normalizada), utilizando datos de Landsat-TM en el medio ambiente y SPRING TerraView. Análisis de imágenes Índice de Vegetación (NDVI) tiene por objeto descubrir las zonas alteradas (la agricultura, la urbana y la deforestación) y sin alteraciones (bandejas de vegetación, sabana arbolada, el bosque seco, bosque de ribera y húmedos) en la ciudad Maracanaú / CE. Las imágenes resultantes se clasifican utilizando el algoritmo de Bhattacharya. Por lo tanto, hemos establecido tres clases: Altered, sin cambios y cuerpos de agua. Después de la clasificación, los mapas temáticos transversales para evaluar los cambios en la cubierta vegetal Maracanaú entre 1991 y 2006, lo cual se puede concluir que durante 15 años se produjo un aumento de la deforestación clase o extensión cambiada del 46 41% a 54,03%, mientras que la clase sin cambios disminuyó en 51,41% a 43,67%.

Palabras clave: Estudio comparativo, NDVI, teledetección, SPRING, TerraView.

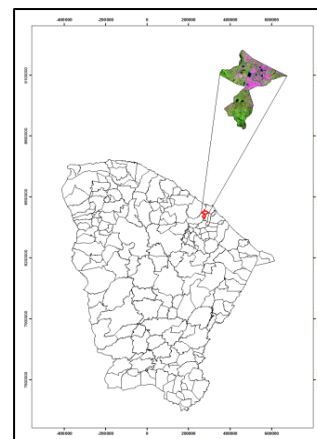
INTRODUÇÃO

O município de Maracanaú faz parte da Região Metropolitana de Fortaleza, e está situado na porção norte do estado do Ceará, mais precisamente entre as coordenadas 3° 52' 37" de latitude S e 38° 37' 35" de longitude W, ocupando uma área de 106 km² (Figura 01 – localização da área de estudo).

Com o maior Parque Industrial do estado do Ceará, o município de Maracanaú apresenta todos os problemas típicos dos grandes centros urbanos. Embora inicialmente tenha havido uma preocupação na organização territorial da cidade através da construção de conjuntos habitacionais para abrigar os trabalhadores das indústrias ali

estabelecidas, não houve ao longo do tempo um monitoramento da expansão urbana em direção às áreas periféricas. Este fato levou a uma expansão urbana desordenada que, por sua vez, rompeu o equilíbrio natural e descaracterizou a paisagem local

Pautado no desenvolvimentismo industrial, Maracanaú se tornou uma das mais importantes cidades do Estado. A atividade industrial gerou crescimento e promoveu a ocupação territorial local que, por sua vez, foi responsável pela enorme alteração das condições físicas do município. O impacto imediato desse desenvolvimento se fez sentir sobre a vegetação, a qual cedeu lugar aos mais diversos instrumentos urbanos e marcou um cenário predominantemente constituído por concreto e asfalto.



A cobertura vegetal ao ser total ou parcialmente removida pode causar impactos severos ao ambiente, uma vez que a presença de vegetação é de grande importância para o equilíbrio ambiental. De acordo com Carvalho (2006), os diferentes estratos de copa reduzem o impacto das gotas de chuva no solo, permitindo maior infiltração, retenção e conservação da água. A cobertura das copas também reduz a temperatura do solo diminuindo assim a evaporação e, conseqüentemente, a perda de água. A presença de vários estratos de copas (consórcios) e a deposição de resíduos orgânicos são fatores que contribuem para diminuir a erosão. Mesmo com os benefícios apontados, o Município de Maracanaú vem, ao longo dos anos, sendo desmatado e os impactos em várias partes já podem ser observados, tais como o assoreamento e a redução do volume d'água dos rios e lagoas, elevação da temperatura local e o aumento dos incêndios acidentais.

A utilização de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e das técnicas de geoprocessamento nas análises ambientais tem se tornado uma prática cada vez mais freqüente nas diversas áreas de pesquisa. No caso da cobertura vegetal, a detecção de mudanças no seu estado pode ser determinada por meio de métodos que utilizam, por exemplo, a diferença dos Índices de Vegetação a partir de duas datas diferentes. Essas técnicas contribuem de forma eficiente e com confiabilidade para as análises que envolvem os vários tipos de alterações antrópicas, como o desmatamento de áreas de vegetação nativa para áreas de agricultura ou urbana.

Silva (2001) afirma que são os estudos espaciais e temporais que permitem estudar os ambientes em constante evolução e isso pode ser realizado se considerarmos os cenários do tipo prospectivo, pensando no futuro, ou do tipo retrospectivo, quando referente a situações passadas.

Como forma de alertar sobre a intensificação do processo de ocupação urbana no município de Maracanaú/CE, que já sinaliza uma densidade demográfica de 1.866,61 habitantes por km², perdendo somente para Fortaleza (7.718,3 habitantes por km²), o presente trabalho teve como objetivo geral detectar mudanças na cobertura vegetal do município de Maracanaú/CE nos anos de 1991 e 2006, através de transformações espectrais (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), utilizando dados do TM/LANDSAT em ambiente SPRING e TerraView. Especificamente, objetivou-se a utilização das técnicas de segmentação por regiões, classificação de imagens e cruzamentos dos resultados obtidos em cada data de aquisição dos dados orbitais, buscando-se a geração de mapa de alteração da cobertura vegetal no município de Maracanaú/CE para os anos 1991 e 2006, na escala 1:100.000, quantificação e mapeamento das áreas Alteradas e Inalteradas no município de Maracanaú/CE.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado, conforme mostrado na Figura 2, em duas etapas. Uma relacionada com a criação do banco de dados no SPRING (Sistema de Processamento de

Informações Georreferenciadas, INPE, versão 4.3.3) e a outra com a criação do banco de dados no TerraView (INPE, versão 3.2.1). A técnica de análise usada foi a de sobreposição de mapas, permitindo avaliar as mudanças da cobertura vegetal do município de Maracanaú referentes aos anos de 1991 e 2006.

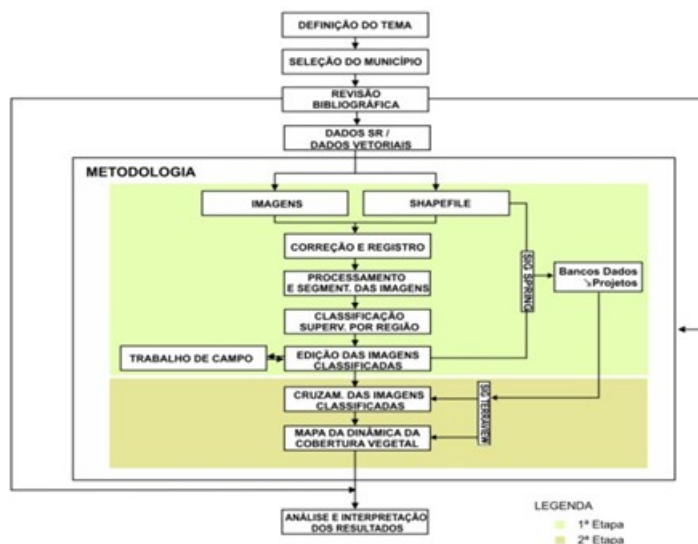


Figura 02 - Procedimentos Metodológicos

MATERIAIS

- Imagens orbitais TM/Landsat 5, de 19/06/1991 e de 14/07/2006, órbita 217, ponto 63, formato digital (INPE, 2008).
- Imagem Geocover 2000, setor s-24-00-2000 georreferenciada e ortorretificada (NASA, 2008).
- Dados vetoriais: mapa ou base, em formato vetorial do limite do município de Maracanaú, das vias de acesso e da drenagem (COGERH, 2008).
- Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING 4.3.3 DPI/INPE, 2008).
- TerraView versão 3.2.1(DPI/INPE, 2008).

CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Para a criação do banco de dados foi empregado o programa SPRING, cujo gerenciador utilizado foi o MS-Access, escolhido por possuir maior versatilidade no trabalho de consultas, seleções e relacionamentos entre dados.

Foi criado o banco de dados **BD_Maracanaú**, com as seguintes categorias: **drenagem, geocover, LANDSAT, limites, NDVI_1991, NDVI_2006**.

O passo seguinte foi a definição do projeto dentro do banco de dados **BD_Maracanaú**, ou seja, a delimitação do projeto que envolveu a área do município de Maracanaú. Referido projeto recebeu o nome de **cobertura vegetal**, tendo como projeção o sistema UTM (Universal Transverso Mercator) com o modelo da terra SAD 69. Para o retângulo envolvente foram utilizadas as

coordenadas geográficas long1: o 38° 45' 0.50" , long2 : o 38° 28' 44.17", lat1: s 4° 2' 28.78", lat2: s 3° 42' 11.52".

REGISTRO DAS IMAGENS

As imagens LANDSAT 5 TM 19/06/1991 e LANDSAT 5 TM 14/06/2006 foram registradas através de pontos de controle selecionados tendo como base de referência a imagem Geocover 2000, georreferenciada e ortoretificada disponibilizada na página da NASA na Internet. Os dados vetoriais das vias de acesso e da drenagem do município de Maracanaú foram utilizados para auxiliar no registro das imagens.

CÁLCULO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) NO SPRING

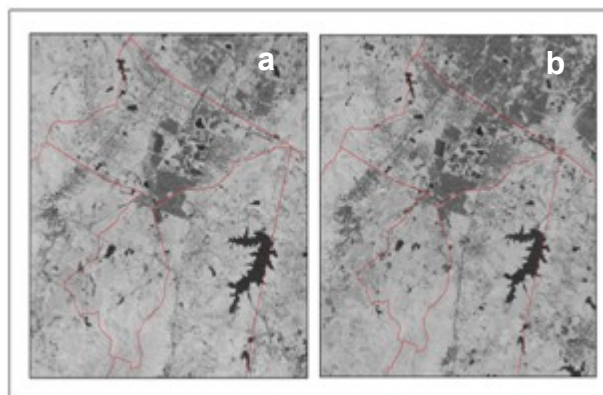
De acordo com Rosembach et al. (2005) o uso de imagens NDVI visa realçar a vegetação em relação aos instrumentos urbanos, a água e ao solo exposto. Quando geradas, apresentam níveis de cinza variados, sendo o de tonalidade mais clara aquele que representa altos índices de vegetação, enquanto o nível de cinza mais escuro representa atividades antropicas.

O NDVI foi calculado pela ferramenta "Operações Aritméticas" no SPRING (Câmara, et al., 1996) a partir das bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo), (Equação 1):

$$\text{NDVI} = [\text{ganho} * (\text{banda 4} - \text{banda 3}) / (\text{banda 4} + \text{banda 3})] + \text{offset}. \quad (1)$$

Essa equação gera uma imagem com valores que vão de -1 a +1. Para que esses valores possam ser visualizados em 256 níveis de cinza (de 0 a 255), essas imagens foram transformadas utilizando-se um valor de ganho equivalente a 127 e offset de 128 (Tutorial SPRING 2008).

O SPRING criou um plano de informação nomeado NDVI-(OP5), resultante do referido cálculo aplicado entre as bandas 3 e 4, pixel a pixel, para os anos de 1991 e 2006 (Figura 3). Figura 03 - (a) imagem NDVI gerada das bandas TM3 e TM4 de 19/06/1991; (b) imagem NDVI gerada das bandas TM3 e TM4 de 14/07/2006 e o polígono do município de Maracanaú/CE.



SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS

As imagens NDVI geradas a partir das imagens de 1991 e 2006 foram submetidas ao processo de segmentação por crescimento de regiões como uma etapa prévia à classificação supervisionada. Foram testadas diversas combinações dos parâmetros "similaridade" e "área". A

similaridade busca agrupar os objetos com níveis de cinza semelhantes, bem como também a textura, o limiar de área é o número mínimo de pixels para que uma região seja individualizada.

A partir da segmentação por crescimento de regiões, disponível no SPRING, foi executada uma classificação supervisionada por regiões, através do algoritmo de distância Euclidiana ou *Battacharya*, visando extrair as feições de interesse, ou seja, as áreas de vegetação. Esse classificador é um algoritmo que permite a interação do analista que seleciona os polígonos gerados na segmentação para definir as amostras de treinamento das classes a serem mapeadas.

Na classificação foram definidas as seguintes classes temáticas para o uso do solo no município de Maracanaú: Inalterada (que representa a cobertura vegetal: vegetação de tabuleiro, floresta subcaducifolia tropical pluvial, vegetação dicótilo-palmácea, caatinga arbustiva e floresta pluvionebulosa), Alterada (área antropizada: culturas agrícolas, zona urbana e desmatamento) e corpos d'água.

Os parâmetros utilizados no processamento das imagens encontram-se sumarizados na Tabela 01.

Tabela 01 - Parâmetros utilizados no processamento das imagens TM (1991 e 2006)

NDVI	Ganho = 127	Offset = 128
Segmentação	Similaridade = 8 pontos	Área (pixel) = 10 pontos
Classificação	Limiar de aceitação = 100%	Classes temáticas = "alterada", "inalterada" e "corpos d'água"

RESULTADOS

A partir da classificação das Imagens NDVI foram gerados os mapas da Cobertura do solo do município de Maracanaú dos anos de 1991 e 2006. Para cada mapa foram definidas três classes: Alterada, Inalterada e corpos d'água (Figura 04).

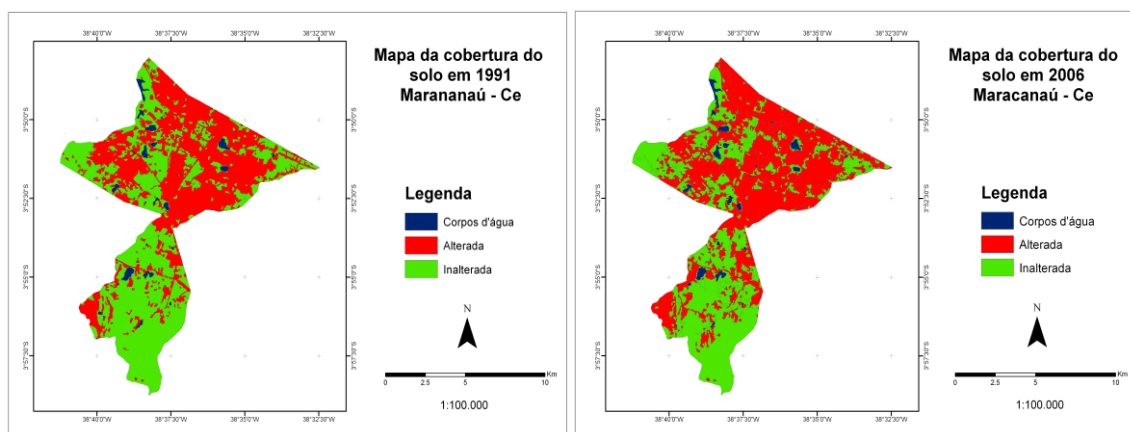


Figura 04 - Mapas da área de estudo elaborada a partir de classificação supervisionada por região das imagens NDVI 1991 e 2006

Por meio dos mapas temáticos de cobertura do solo foram quantificadas as mudanças que se processaram entre 1991 e 2006 calculando-se as áreas alteradas, inalteradas e corpos d'água

de ambas as datas. Os resultados obtidos estão expressos na Tabela 2 e podem ser comparados na Figura 5. Tais resultados permitiram avaliar a evolução do desmatamento no município.

Tabela 02 - Área e porcentagem das classes temáticas em 1991 e 2006

CLASSES	ANO			
	1991		2006	
	Área (km ²)	Porcentagem (%)	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Alterada	50.058923	46.41	58.283433	54.03
Inalterada	55.455917	51.41	47.104763	43.67
Corpos d'água	2.352582	2.18	2.471319	2.29
TOTAL	107.867106	100.00	107.867106	100.00

Evolução da cobertura do solo em 1991 e 2006 no município de Maracanaú/CE

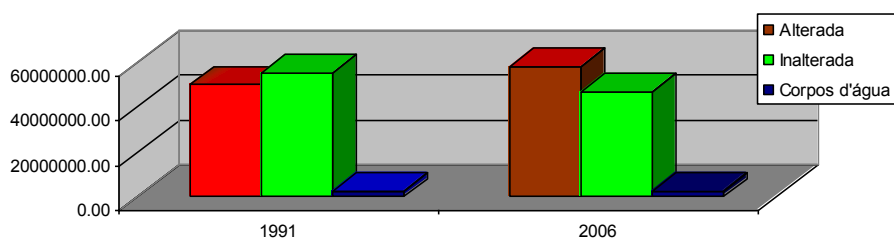


Figura 05 - Comparação da cobertura do solo em 1991 e 2006 no município de Maracanaú/CE.

Conforme pode ser observado, a área alterada apresentou um incremento passando de 46,41% para 54,03%, enquanto que as áreas inalteradas apresentaram um decréscimo de 51,41% para 43,67%. Portanto, para um período de 15 anos, a cobertura vegetal diminuiu 7,74%, passando de aproximadamente 55.455917 Km² (51,41%) em 1991 para 47.104763 Km² (43,67%) em 2006. Isso ocorreu devido ao crescimento urbano sofrido pelo município e pela pressão exercida com o aumento populacional devido ao crescimento do parque industrial.

Para a avaliação das áreas alteradas e inalteradas neste período fez-se a sobreposição dos mapas obtidos na classificação. Foi então aplicada a função Diferença da Operação Geográfica no TerraView, significando que os polígonos dos mapas do ano de 1991 foram subtraídos do ano de 2006, quando as classes que se desejavam avaliar foram então selecionadas.

Dessa forma foram subtraídos somente os polígonos das áreas alteradas dos mapas de 1991 e 2006, resultando num mapa de diferença das áreas alteradas (Figura 6). Em seguida a classe Inalterada dos mapas dos anos de 1991 e 2006 foi submetida à mesma operação, gerando-se um mapa de diferença das áreas inalteradas (Figura 7).

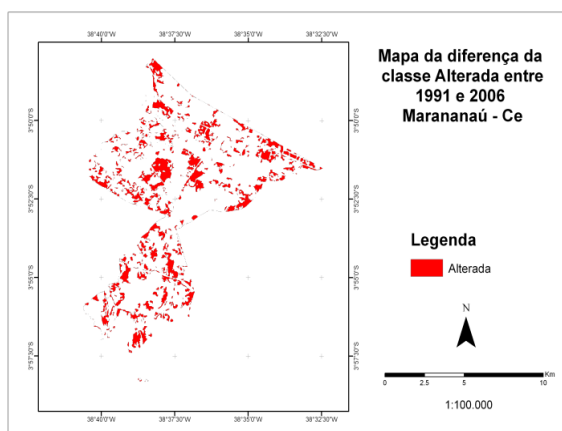


Figura 6 - Diferença entre a classe Alterada de 1991 e 2006.

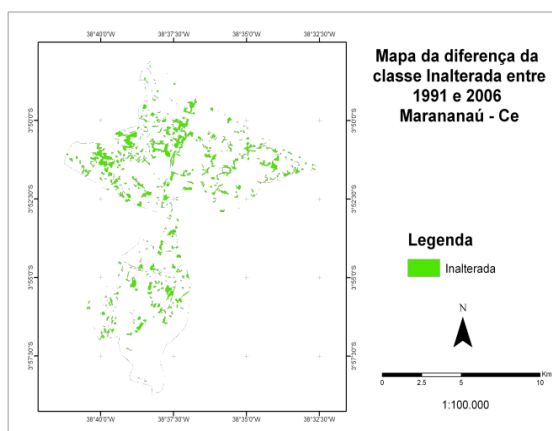
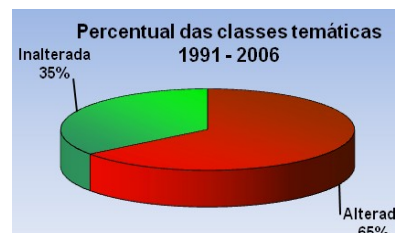


Figura 7 - Diferença entre a classe Inalterada de 1991 e 2006.

Após a quantificação das áreas dos novos mapas gerados foi possível verificar que ambas as classes, no decorrer desses 15 anos, tiveram acréscimos de novas áreas. Entretanto, como pode ser observado na Figura 8, o desmatamento (Alterada) avançou mais rápido que a regeneração (Inalterada), perfazendo 65% e 35% respectivamente.

Figura 8 - Percentual das áreas de classes temáticas 1991 e 2006, evidenciando o crescimento da degradação ambiental na área em estudo.



Constatou-se um aumento de áreas modificadas de aproximadamente 800 ha de perda da cobertura vegetal, o que evidencia uma ampliação do desmatamento em Maracanaú, ocorrido principalmente devido à ampliação da zona urbana com a construção de conjuntos habitacionais, de especulação imobiliária no sistema de loteamentos, e, em número crescente, devido ao processo de favelização das áreas periféricas e áreas de várzeas.

Para Santos (2005), nas últimas décadas, o processo brasileiro de urbanização revela uma crescente associação com a pobreza, cujo lócus passa a ser, cada vez mais, a cidade, sobretudo a grande cidade. E, com isso, a população passa a não ter acesso aos empregos necessários nem aos bens e serviços essenciais, fomentando a expansão da crise urbana, o empobrecimento populacional e conseqüentemente provocando a degradação de suas condições de existência.

De acordo com Queiroz (2005) a partir do surgimento de loteamentos em Maracanaú, cresceu o número de construções em condições precárias, ocorrendo uma intensa exploração dos recursos naturais através de lavras de areia, argila, brita (na maior parte clandestina), desmatamento para abertura de novas áreas para loteamentos e utilização da madeira para lenha (olarias, padarias e outras indústrias) e promovendo forte impacto ambiental. Segundo Souza (2006) com o acelerado ritmo de crescimento demográfico, apesar da forte mobilidade da população através dos movimentos migratórios, a pressão sobre os recursos naturais se ampliou.

A figura 09 descreve a evolução do número de loteamentos no município de Maracanaú, a partir 1962. Percebe-se que ao longo do período em estudo (1991 a 2006) houve significativa ocupação de áreas por loteamentos, o que representa 45% de todos aqueles implantados até 2001.

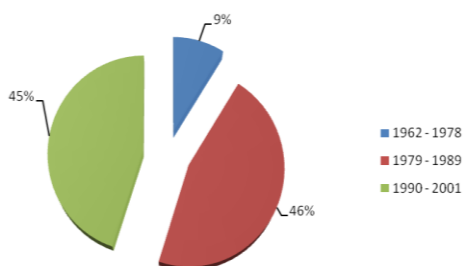


Figura 09 - Evolução da abertura de loteamentos no município de Maracanaú/CE de 1962 a 2001.

Fonte: Adaptado de Queiroz (2005)

Esse fato contribuiu ainda para o incremento do desmatamento, para a ampliação da área agrícola, principalmente na região sul do município, além do extrativismo mineral e vegetal que vem ocorrendo em escala preocupante, essencialmente nas serras e nas margens de rios e lagoas. As Figuras 10 e 11 são fotografias de áreas onde são explorados os minérios Brita e areia, respectivamente.

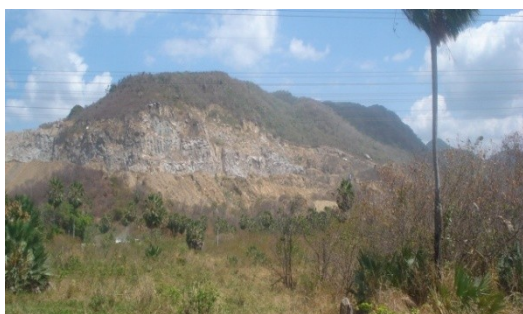


Figura 10 - Área de exploração do minério brita na Serra da Aratanha.



Figura 11 - Lavra de exploração de areia - Rio Maranguapinho

A classe inalterada indica que nesse intervalo houve regeneração ou acréscimo de vegetação em vários pontos do município, o que pode ter ocorrido de forma induzida com o plantio de árvores frutíferas e ornamentais nos quintais de casas, sítios e chácaras, comum na cidade assim como o plantio de árvores com copas largas na frente de casas e indústrias, que além de garantir sombra acrescenta valor estético aos prédios. A redução da pressão humana sobre algumas áreas também pode ter induzido a vegetação nativa a se regenerar.

As Figuras 12 e 13 estão relacionadas ao que obriga o Artigo 52 da lei que dispõe do parcelamento, uso e ocupação do solo do município de Maracanaú. Segundo o Art. 52 do Capítulo II, os lotes localizados nos limites dos Distritos Industriais devem reservar faixa de terreno com 15 m de largura mínima lindeiros a esse limite.



Figura 12 – Árvores plantadas em área Industrial



Figura 13 – Plantio de árvores na fachada das indústrias

Essa exigência é feita, também, quando da instalação de indústrias classificadas como I3 - Indústrias de Grande Porte (são os estabelecimentos industriais classificados como de alto índice poluidor pelo órgão estadual de meio-ambiente e que terão seus usos restritos aos Distritos Industriais) em qualquer lote dos Distritos Industriais, conforme proposta de Uso do Solo.

Outro fator que vem contribuindo para o aparecimento de áreas verdes é a fiscalização das atividades extrativas ilegais no município através da Secretaria de Meio Ambiente Municipal (Figura 14). Sua ação vem inibindo os impactos em determinadas áreas e conseqüentemente favorecendo a recuperação da vegetação.



Figura 14 – Fotos de Eduardo Viana mostrando o flagrante da extração ilegal de areia e o recolhimento de instrumentos de uso na extração.

Ao longo de 15 anos (1991 e 2006) houve um incremento de aproximadamente 8% no desmatamento em Maracanaú, detectável pela ascensão da classe alterada que passou de 46,41% para 54,03%. Se forem comparados os dados percentuais das classes Alteradas e Inalterada de ambas as datas é possível perceber que em 1991 a classe inalterada (51,41%) excedia a alterada (46,41%) em 5%. Já em 2006 a classe Alterada (54,03%) suplanta a Inalterada (43,67%) em 10,36%. Esse fato que pode ser também comprovado quando se contabiliza somente as áreas que apresentaram mudanças no período, totalizando 35% para áreas que tiveram surgimento ou regeneração de vegetação e 65% para os espaços desmatados ou alterados.

Esses dados apontam para a necessidade de se repensar as diversas formas de uso do espaço local, à medida que ao longo da maior parte da história do município não houve nenhuma ação efetiva de controle das atividades humanas, assim como o poder público não promoveu a recuperação das áreas degradadas.

Os resultados apresentados nos permitem propor a recuperação das áreas degradadas e conservação da cobertura vegetal remanescente, bem como seja dada uma maior atenção para a necessidade de elaboração de espaços dotados de áreas verdes voltados ao lazer e à educação ambiental, para que haja um equilíbrio ambiental e melhoria da qualidade de vida da população.

Vale salientar que nos últimos anos (a partir de 2005) houve uma preocupação da gestão municipal em fiscalizar e disciplinar as atividades que ocorrem no município. Para tanto foi criada a Secretaria de Meio Ambiente Municipal de Maracanaú – SEMAM, que não só vem coibindo práticas predatórias como foi responsável por promover a elaboração da agenda 21 local (concluída em 2008), a qual incluiu, entre outras medidas, um amplo programa de arborização no município.

CONCLUSÃO

Levando-se em consideração a dinâmica do fato urbano do município de Maracanaú/CE, é primordial o seu monitoramento. Assim, o emprego da análise multitemporal passa a ser uma importante ferramenta para subsidiar o planejamento e a gestão ambiental.

Sugere-se ao poder público municipal, através dos dispositivos legais presente no PDDUM (1998) e na legislação ambiental, garantir um meio ambiente equilibrado para todos, não só através da fiscalização das diversas atividades praticadas na cidade como também mediante a promoção da educação ambiental para população.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **SPRING 4.3.3**. São José dos Campos, 2005. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/SPRING/portugues/download.php>. Acesso em abril, 2008.

_____, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **TERRAVIEW 3.2.1** São José dos Campos, 2005. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/TerraView/portugues/download.php>. Acesso em out, 2008.

_____, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Catálogo de Imagens**. São José dos Campos, 2005. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em abril, 2008.

_____, Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais (INPE). **Tutorial do Spring 4.3.3**. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>>. Acesso em: Abril de 2009.

CÂMARA, G.; FREITAS, U.; SOUZA, R.C.M.; GARRIDO, J. - **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Object-Oriented Data Modelling**. Computers and Graphics, vol. 20, n.3. p. 395-403. July 1996.

CARVALHO, F.C. de. **Sustentabilidade de sistemas Agroflorestais pecuários em ambientes semi-áridos**. In: Sobrinho, J.F.; Falcão, C.L.C. Semi-Árido: diversidades, fragilidades e potencialidades. Sobral: Sobral Gráfica, 2006. 71 – 107.

FREIRES, E.V; MENDES, L.M.S. Análise da cobertura vegetal do Município de Maracanaú / CE em 1991 e 2006. Revista GeoUECE - Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE Fortaleza/CE, v. 1, nº 1, p. 44-55, dez. 2012. Disponível em <http://seer.uece.br/geouece>

CEARÁ, Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (COGERH). **Base cartográfica**. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/base-cartografica/>. Acesso em março de 2008.

NASA - National Aeronautics and Space Administration. **GeoCover LANDSAT mosaics**. California, 2004. ETM+/LANDSAT-7. Tile: S-24-00_2000. Disponível em: <http://www.zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>. Acesso em: abril, 2008.

PDDUM **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Maracanaú**. Consultor: Nasser Hissa arquitetos e associados LTDA. 1998. Prefeitura municipal de Maracanaú, CE.

QUEIROZ de A.L. **Análise Geo-Ambiental como subsidio ao planejamento territorial do município de Maracanaú, CE**, 2005. 235p. Dissertação (mestrado em geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2005

ROSEMBACK, R.; FRANÇA, A.M.S.; FLORENZANO, T.G. **Análise comparativa dos dados NDVI obtidos de imagens CCD/CBERS-2 e TM/LANDSAT-5 em área urbana**. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. Anais. São José dos Campos, SP. INPE, 2005. Artigos, p.1075-1082. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/litid.inpe.br/sbsr/2004/11.16.17.49/doc/1075.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2008.

SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**. 5ª ed. São Paulo: Edusp, 2005.

SILVA, Jorge Xavier da. **Geoprocessamento para a análise Ambiental**. Rio de Janeiro: J. Xavier Silva, 2001. 227 p.

SOUZA, M.J.N.de. **Contexto geoambiental do semi-árido do Ceará: problemas e perspectivas**. In:SOBRINHO, José Falcão; FALCÃO, Cleire Lima da Costa. **Semi-Árido: diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral: Sobral Gráfica, 2006. 14 – 33.