

Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo no Município de Jeremoabo-Ba: Uso do Algoritmo Máxima Verossimilhança (Maxver)

Aline Souza Almeida¹
Rosangela Leal Santos²
Joselisa Maria Chaves³

^{1, 2, 3}Universidade Estadual de Feira de Santana
Programa de Mestrado em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente
Avenida Transnordestina, s/n, Campus Universitário, Módulo 5 - Prédio PPGM Bairro: Novo Horizonte CEP: 44.036-900 - Feira de Santana – Bahia

¹asalmeida26@gmail.com
²rosangela_uefs@yahoo.com.br
³josimariachaves@gmail.com

Abstract. The Geotechnologies encompass the Remote Sensing and all procedures implemented in the satellite imagery to enhance their objectives. These are being increasingly used in spatial analysis, since they have characteristics that allow the interpreter to verify the different variables biophysical of the environment, as well as perceive as it gives the human occupation in certain geographic area. Thus, the purpose of this paper is to use satellite imagery in order to build the chart for use and occupation of land in the municipality of Ba-Jeremoabo. The image here processed is originated from sensor TM (Thematic Mapper) Landsat 5 extracted from the INPE site, passage date 05/04/2007, orbit / point 216/67. The processing, which includes three stages - Pre-Processing, Processing and Post Processing - comprised georeferenciamento, cropping, enhancement and classification algorithm using supervised maximum likelihood, culminating in making the land use map of Jeremoabo, which allowed to realize man's relationship with its environment.

Keywords: Remote Sensing; PDI; Land Use

1 - Introdução

Na contemporaneidade, estudos sobre a gestão do território, planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise das diferentes variáveis bio-físicas do ambiente, incluindo a ocupação humana, e seu inter-relacionamento. Tendo em vista o avanço da ciência e da tecnologia, e a necessidade premente de dados e informações sobre o ambiente, o Sensoriamento Remoto se tornou uma ferramenta fundamental para a análise ambiental.

O desenvolvimento e aplicação de ferramentas que auxiliam na análise da dinâmica ambiental tem sido de uso corrente no meio científico. As Geotecnologias oferecem um grande avanço na execução de mapeamentos destinados às mais variadas áreas de conhecimento. Tarefas que antes eram executadas manualmente, hoje são elaboradas de forma digital com o auxílio de softwares e hardwares de última geração, o que possibilitou a geração de mapas cada vez mais elaborados e com uma gama maior de detalhamento e precisão cartográfica. Tal fato, associado a sua produção em um espaço de tempo muito inferior a aqueles produzidos sobre técnicas tradicionais, ainda minimizam os custos com o campo, com o mapeamento em geral.

Assim, neste artigo será apresentado os resultados da aplicação das técnicas de sensoriamento remoto e processamento digital de imagens para identificar e caracterizar o uso e ocupação do solo no município de Jeremoabo, uma das áreas estratégicas do Governo do

Estado da Bahia no Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-Bahia, fornecendo subsídios para identificação e monitoramento das atividades agropecuárias desenvolvidas nesta área de risco.

2 - Localização e Caracterização da Área de Estudo

O município de Jeremoabo (figura 1) localiza-se na região Nordeste do Estado da Bahia, com área de 4.761Km², e uma população aproximada de 39.302. A economia do município é baseada na agropecuária, extração vegetal e silvicultura (IBGE, 2009). O Clima é o semi-árido, predominantemente seco, com temperatura média anual de 24° C, pluviosidade média anual de 654 mm e chuvas concentradas de maio a julho, sendo considerado com alto risco a seca.

O substrato rochoso do município é marcado por rochas sedimentares, com presença de folhelhos, argilitos, arenitos, etc. O relevo apresenta topos aplainados, com bordas desniveladas e formas predominantemente convexas, como meia laranja, lombadas, mesetas, morros e montes, com desniveis da ordem de 50 a 100 metros. A cobertura pedológica é formada predominantemente por neossolos quartzarênicos, seguidos pelos neossolos litólicos, que por natureza, é um solo raso, marcado pela ausência do horizonte B, apresentando o horizonte A diretamente sobre o substrato rochoso. No que tange a cobertura vegetal, esta é típica de ambientes semiáridos, onde a paisagem é dominada por uma vegetação arbustiva, ramificada e espinhosa, com muitas bromélias e cactos. A caatinga apresenta-se ora aberta (caatinga estépica parque), ora densa (caatinga arbórea), composta de espécies de porte variado.

A hidrografia é regida pelo rio Vaza-Barris que em função das condições adversas climáticas, dos baixos índices pluviométricos, tem sua perenidade comprometida, principalmente nas épocas de longa estiagem. O risco de degradação por erosão do solo é grande, pois o uso do solo é intenso no município, o que tem provocado sérios problemas de degradação ambiental.

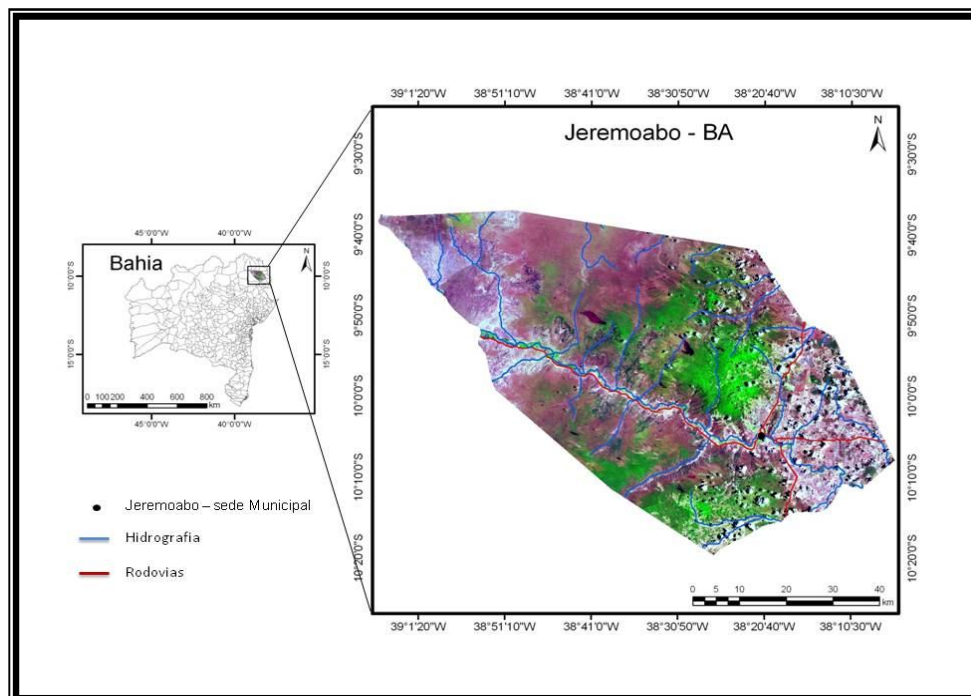


Figura 1: Localização do Município de Jeremoabo-Ba. Imagem Landsat 5 composição colorida RGB 543.

3 - Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa se deu em quatro etapas (figura 2): a primeira corresponde a análise e seleção da cena que recobre o município de Jeremoabo; a segunda foi a elaboração do referencial teórico; e finalmente, a terceira etapa, onde a imagem de satélite foi processada e produzido a carta de uso e ocupação do solo para a área de estudo. A quarta e última fase se refere a etapa de campo, necessária para os registros fotográficos e coleta de dados.

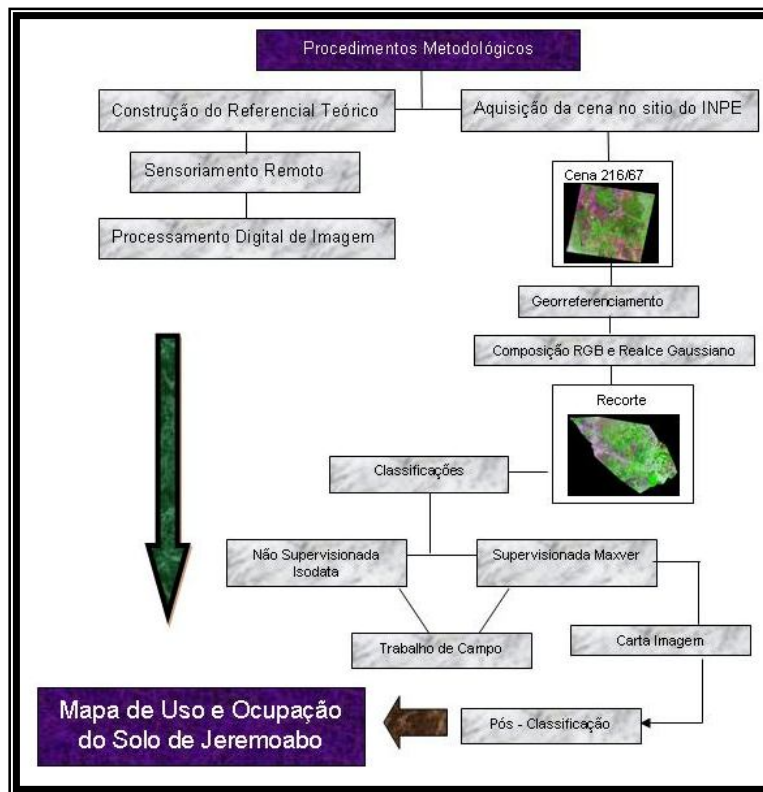


Figura 2: Etapas Metodológicas da Pesquisa

4 - Técnicas de Processamento Digital de Imagem Utilizadas na Pesquisa

A imagem processada nesta pesquisa é oriunda do sensor TM (Thematic Mapper) Landsat 5 extraída do sitio do INPE, com passagem na data 01/11/2008 órbita/ponto 216/67. O processo de interpretação de imagem envolve vários níveis de complexidade, e seu principio básico é dar significado aos objetos/alvos nela presente. A primeira técnica foi o georreferenciamento/registro da imagem, essencial para processo.

Correção Geométrica: O georreferenciamento foi baseado no método imagem por imagem a partir do algoritmo do vizinho mais próximo, utilizando as imagens do PROBIO-CAATINGA como referência. Estas foram georreferenciadas a partir do mosaico GEOCOVER, disponibilizadas no site <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>, e servem de base para a correção geométrica de imagens Landsat. O Erro Médio Quadrático (RMS) obtido foi de 0.5, confirmando a veracidade da correção geométrica, já que segundo a literatura este deve ser inferior ao tamanho médio de um pixel, que nas imagens Landsat é de 30 metros.

Recorte: Após o georreferenciamento foi realizado o recorte do limite municipal da área de estudo, tendo em vista que a análise dos municípios circunvizinhos não faz parte dos nossos objetivos, além disso, esse procedimento proporciona agilidade ao processamento.

Composição Colorida – RGB: foram testadas diferentes composições coloridas e a que melhor representou os alvos da área de estudo foi a 543.

Aumento de Contraste: o aumento de contraste utilizado foi o gaussiano que obedece às leis gaussianas de distribuição estatística, onde a informação contida nas extremidades do histograma é realçada.

Classificação da Imagem: as técnicas usadas foram a classificação não supervisionada e a supervisionada. No primeiro método foram realizadas dois tipos de classificações automáticas: a Isodata e a K-means, ambas com cinco iterações 30 classes. Porém, a classificação com o algoritmo Isodata apresentou melhor resultado, possibilitando obter um conhecimento de forma exploratória da área de estudo, sendo utilizada como base, juntamente com o trabalho de campo, para a classificação Maxver.

Na classificação supervisionada foi utilizado o algoritmo da máxima verossimilhança (maxver). Este algoritmo considera a ponderação da distância das médias dos níveis digitais e se apropria de parâmetros estatísticos. Este método pressupõe que o analista conheça minimamente a área de estudo, visto que deve-se selecionar, *a priori*, as classes a serem mapeadas, coletando um número maior que cem pixels para cada classe, para que estas tenham representatividade no mapeamento (CROSTA, 1992).

Tomando por base a classificação automática Isodata, a atividade de campo e a fatointerpretação da imagem de satélite, foram selecionados um grupo de sete classes para o mapeamento de uso e cobertura do solo no município de Jeremoabo. Estas classes compreendem: agricultura (levando-se em conta apenas áreas cultivadas, no período de passagem do satélite); área antropizadas (áreas em processo de erosão principalmente devido a práticas agrícolas agressivas e áreas urbanas); vegetação densa (caatinga arbóreo-arbustiva); vegetação rala (caatinga arbustiva-herbácea); caatinga parque; nuvem e sombra de nuvem.

5 – Avaliação da Classificação Maxver

Através da classificação Maxver obtivemos a carta imagem de uso e cobertura do solo do município de Jeremoabo. Atualmente, com o uso de geotecnologias constata-se a facilidade de obtenção desses tipos de mapeamento, porém, é necessário que haja uma avaliação da acurácia desses dados. Na avaliação da acurácia de dados provenientes de Sensoriamento Remoto, deve-se levar em conta a data de aquisição da imagem, a posição dos dados, e a temática investigada.

Nesse caso, o erro posicional foi calculado e obteve-se um RMS (Root Mean Square) de 0,5 pixel, ou seja, o intervalo de incerteza é inferior a 30m que é o tamanho do pixel das imagens landsat. Já para o erro temporal tem-se uma diferença de um ano entre a data de obtenção da imagem e as incursões de campo realizadas. Embora se tenha consciência da dinamicidade de reprodução do espaço geográfico, não foram perceptíveis as diferenças da imagem, datada de 11/10/2008, para os trabalhos realizados em 17/11/2009.

O terceiro tipo de erro observado é o temático, que nos leva a validar a classificação supervisionada. Para tanto, foi estabelecido o coeficiente Kappa, que segundo Silva (2003), Congalton e Mead (1993) afirmam que este índice varia de 0 a 1 sendo mais acurados aqueles dados que tiverem o valor mais próximo de 1, enquanto terá sua veracidade duvidosa quanto mais próximo de 0 for.

O valor do índice kappa obtido nesta classificação foi de 0,85% e acurácia de 88%, o que indica um resultado satisfatório, segundo os valores de referência apontados por Landis e Koch (1977 *apud* SILVA 2003). Para os autores supracitados o índice kappa será considerado quase perfeito se obtiver valor entre 0,81 a 1,00.

6. O Pós-Processamento

Esta etapa correspondeu à vetorização automática da classificação e edição dos polígonos. As classes foram analisadas individualmente e reclassificadas. A exemplo de polígonos de áreas antropizadas que devido a reflectância foram confundidos com polígonos da classe nuvem. Após a edição dos polígonos, foi selecionada a combinação de cor para cada classe e feito o *layout*, inserindo título, legenda, norte e escala.

7 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Município de Jeremoabo

O levantamento do uso da terra é de grande importância para o conhecimento da dinâmica do espaço geográfico, visto que, devido ao uso desordenado do solo, recurso tão caro a humanidade, tem provocado a deterioração do ambiente. É salutar o conhecimento da distribuição espacial das principais atividades de uma região e a compreensão da essência de sua relação com as formas de ocupação, tendo em vista que o grau de intensidade desses processos será responsável pela maior ou menor degradação do meio.

Os tipos de uso do solo do município de Jeremoabo foram inseridos em sete classes: agricultura, tanto permanente quanto temporária, sem especificar o tipo de cultivo, já que este não é objetivo desta classificação; áreas antropizadas, que é fruto do manejo inadequado do solo, como queimadas, uso intensivo de agrotóxico, desmatamento, etc.; caatinga arbórea arbustiva; caatinga arbustiva herbácea; caatinga parque; pastagem; nuvem e sombra de nuvem. A configuração espacial e quantidade dessas classes (quadro 1) esta condicionada a presença do rio Vaza-Barris e seus afluentes e pela presença das estradas que circundam o município.

Quadro 1: Relação das classes mapeadas, suas áreas e percentagem.

Classes	Áreas (k2)	Percentagem %
Agricultura	623.0	13.0
Caatinga Parque	219.0	4,6
Áreas Antropizadas	740.0	15.5
Caatinga Arbórea Arbustiva	538.0	11.3
Caatinga Arbustiva Herbácea	1550.0	32.3
Nuvem	89	1.8
Sombra de Nuvem	115	2.4
Pastagem	916	19.1
Total	4790.0	100

A agricultura em Jeremoabo é concentrada em áreas com disponibilidade de água, já que grande parte da agricultura praticada é irrigada (figura 3). Na região encontra-se áreas plantadas de feijão, milho, tomate (culturas temporárias) e banana, coco, manga (culturas permanentes). Vale salientar que o município tem uma produção significativa de feijão e milho, o primeiro foi responsável em 2008 pela produção de 6.680 toneladas, enquanto o segundo respondeu por 20.592 toneladas do produto.

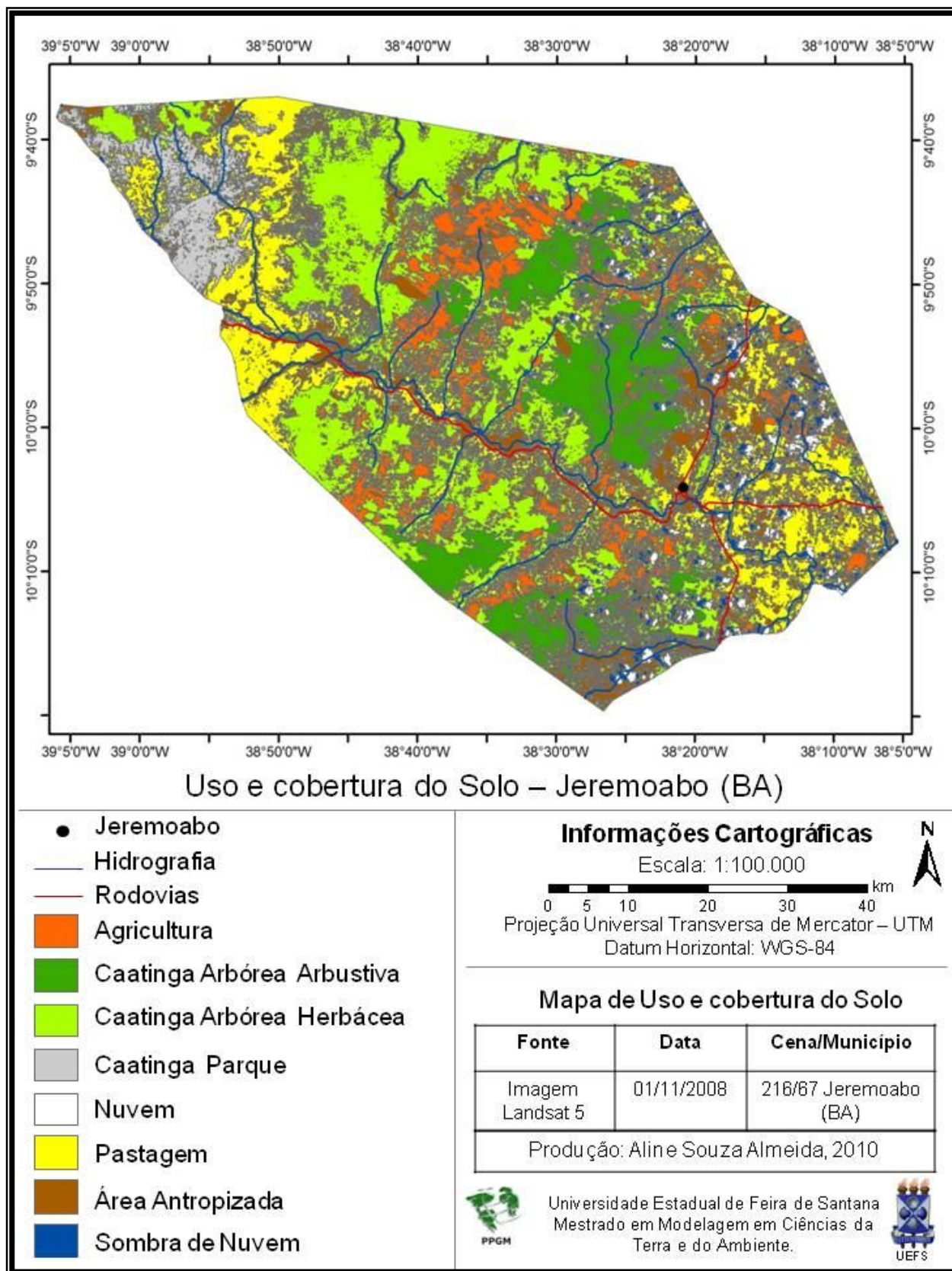


Figura 3: Mapa de uso e ocupação do solo de Jeremoabo baseado na imagem Landsat 5 cena 216/67.

A prática agrícola tem contribuído sobremaneira para o aumento das áreas antropizadas no município. A erosão do solo tem aumentado consideravelmente, em função da remoção da vegetação natural; de queimadas; do uso intensivo de agrotóxico e das condições inadequadas de preparo do solo. Consequentemente foram identificadas nesta classe, muitas áreas com desenvolvimento de sulcos, ravinas e voçorocas, além do desenvolvimento de crosta de salinização, devido a irrigação inadequada do solo.

A pecuária é uma atividade comum no município; os rebanhos de maior representatividade são o bovino, com 48.947 e o caprino que contou com 37.747 cabeças em 2008 (IBGE, 2008). O município também se destaca na produção de ovos de galinha, produzindo neste mesmo ano 104 mil dúzias. As áreas ocupadas pela pecuária, muitas vezes, é manejada sem planejamento, com remoção total da cobertura vegetal, o que torna o solo susceptível a variáveis externas, como a ação eólica, e o regime pluviométrico, que na região apresenta chuvas concentradas, podendo levar a lixiviação do solo, deslizamento de terras e o desenvolvimento de voçorocas.

A cobertura vegetal é dominada por uma vegetação arbóreo-arbustiva, ramificada e espinhosa, com muitas bromélias e cactos. A caatinga apresenta-se ora aberta, ora densa, composta de espécies de porte variado. Vale salientar que a caatinga primária do município esta sendo substituída em muitas áreas, pela algaroba (*Prosopis Juliflora*), planta altamente adaptada ao semiárido, com bastante facilidade de expansão e que serve de alimento para os animais. Entre as espécies de porte arbóreo se destacam a jurema, umburana, favela, baraúna, entre outros. Das espécies arbustivas tem-se a macambira, velame, gravatá, e da família cactácea, o mandacaru, o facheiro, xique-xique e a coroa-de-frade.

8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise ambiental deve ser vista sob um viés crítico, tomando como referência todas as variáveis que compõe a paisagem, sejam elas físicas ou humanas. Apesar da visão midiática imposta a questão ambiental, muitas vezes carregada de ideologia e romantismo, esta deve ser levada a sério, pois a intensa exploração dos recursos naturais está provocando a escassez cada vez mais rápida e intensa dos mesmos.

Atualmente a utilização de geotecnologias como o Sensoriamento Remoto (SR) e o Processamento Digital de Imagem (PDI), tem auxiliado no mapeamento de grandes áreas e permitido um maior conhecimento da superfície terrestre. Essas geotecnologias também têm minimizado os custos com o mapeamento e com o tempo na elaboração de produtos cartográficos, pois trabalhos que antes levavam dias, hoje podem ser realizados em poucas horas.

Por isso, nesta pesquisa foram usadas imagem de satélite – produto do SR – e o PDI para confeccionar o mapa de uso e cobertura do solo de Jeremoabo. Pois sabe-se que o conhecimento pormenorizado da dinâmica de uso e cobertura do solo oferece ao analista ambiental uma ferramenta fundamental para entender o comportamento do espaço geográfico e assim, promover medidas que possam mitigar os efeitos provocados pela ação antrópica no meio.

Haja vista, o conhecimento do uso do solo no município de Jeremoabo foi fundamental para entender a configuração de sua paisagem e o resultado do uso intenso de suas terras. Através da análise do mapa e das visitas de campo, foi possível perceber que o município apresenta em grande parte de suas terras fortes processos de degradação acelerada, como ravinas, voçorocas, terras improdutivas, crosta de salinização, etc.

Observa-se que estes fortes impactos são oriundos da aplicação de técnicas errôneas e manejo sem controle, como o uso intensivo de agrotóxicos, queimadas, supressão da vegetação natural e falta de rotação de culturas. Esses tipos de impactos provocam um

processo de erosão acelerada, desgaste do solo e desenvolvimento de áreas irrecuperáveis, onde o processo de desertificação se instalou, implicando em elevados custos se ocorrer tentativas futuras de recuperação.

Frente a intensa exploração dos recursos naturais e a degradação generalizada, ocorre a redução da qualidade ambiental e social, onde se torna imperativo a participação integral da população local, visando um planejamento para recuperação das áreas degradadas, bem como a adoção de técnicas conservacionistas e menos predatórias, adaptadas à realidade local, especificamente as condições climáticas e pedológicas do município.

Verifica-se com o desenvolvimento desta pesquisa, que as ferramentas do Sensoriamento Remoto e do Processamento Digital de Imagem, foram de grande eficiência para a identificação das diversas classes de uso do solo e conseqüentemente, para o entendimento da dinâmica socioambiental de Jeremoabo.

9 - REFERÊNCIAS

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Bluncher, 1999.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea Diagnóstico do Município de Jeremoabo - Bahia** / Organizado [por] Ângelo Trévia Vieira, Felicíssimo Melo, Hermínio Brasil V.Lopes, Hermínio Brasil V. Lopes, José C. Viégas Campos, José T Guimarães, Juliana M. da Costa, Luís Fernando C. Bomfim, Pedro Antonio de A. Couto, Sara Maria Pinotti Benvenuti. Salvador: CPRM/PRODEEM, 2005.

CPRM, **Sistemas de Informações Geográficas – SIG**. Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia: Mapas na escala 1:1.000.000 e 1:2.000.000. V. 1: maio, 2003. 1 CD-ROM

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento Remoto**. São Paulo: oficina de textos, 2007.

FLORENZANO, Teresa Gallotti (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: oficina de texto, 2008.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidades>, 2009/2009. Acesso: janeiro de 2010

INSTITUTO HÓRUS. 2008. **Base de Dados sobre Espécies Exóticas Invasoras em I3N-Brasil**. Consultado em: junho de 2010 - <http://www.institutohorus.org.br>

JENSEN, J.R. 2008. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução da segunda edição pelo INPE. Editora Parêntese. 598 p.

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo, 1992, Ed. Edgard Blücher, 308p.

OLIVEIRA, João Henrique Moura. **Caracterização Geomorfológica e Análise Integrada da Paisagem no Raso da Catarina - Ba por Geotecnologias**. Dissertação de mestrado (Mestrado em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente) – Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, 2008.