

MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO AGRESTE PARAIBANO: MUNICIPIOS DE PUXINANÃ E POCINHOS

George do Nascimento Ribeiro

Mestre em Manejo e Conservação do Solo e Água, Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, Areia - PB, CEP 58.397-000 E-mail: georgenr@bol.com.br

Harendra Singh Teotia

Ph.D. Professor Adjunto, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, Areia - PB, CEP 58.397-000 E-mail: teotia@terra.com.br

Vívian Patrícia Borba Borges Maracajá

Graduada em Turismo pela FACISA – Campina Grande – PB E-mail: borbav@hotmail.com

Diogo Fernandes Barros

Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba, CCBS, Campina Grande – PB. E-mail: diogo@yahoo.com

RESUMO - As técnicas de Sensoriamento Remoto aliado ao uso de Sistemas de Informações Geográficas é de grande importância no estudo e na preservação dos recursos naturais da terra, uma vez que nos leva a lugares de difícil acesso bem como facilita no acompanhamento dos processos dinâmicos da natureza. Esse trabalho foi desenvolvido em partes das regiões do Agreste paraibano, referentes aos municípios de Puxinanã e Pocinhos. Foi obtido o mapeamento do uso e da cobertura da terra. A imagem utilizada foi do satélite Landsat-TM/5 (cena obtida em 08 de maio de 2002), analisada mediante o emprego do software Erdas Imagine 8.3.1, utilizando-se o método de classificação supervisionado (Maximum Likelihood). Foram identificadas neste trabalho oito classes: Água/Áreas úmidas (9,9Km²), Caatinga 1 (49,5Km²), Caatinga 2 (26,4Km²), Agricultura tradicional (69,3Km²), Pastagem (52,8Km²), Agricultura de subsistência (59,4Km²), Afloramentos rochosos/ Área urbana (23,1Km²) e Solos desnudos (39,6Km²), perfazendo uma área de aproximadamente 330Km², com precisão estatística Kappa de 100%, 94,80%, 93,21%, 74,39%, 79,26%, 77,67%, 100% e 75,01%, respectivamente, com média geral de 81,02%, o que demonstrou concordância excelente para a classificação. Nas classes identificadas que demonstraram uso agropecuário, o levantamento proposto demonstrou que necessitam de manejos adequados e pontuais dos seus recursos naturais. As principais limitações referentes às classes definidas passíveis de utilização agrícola, que são Agricultura Tradicional, Pastagem e Agricultura de subsistência, foram, em primeiro plano a escassez de água, logo após a presença de pedregosidade superficial e a susceptibilidade as erosões. As classes Caatinga 1 e Caatinga 2 são recomendadas essencialmente para uso de preservação de fauna e flora, ou se possível, o uso de manejo sustentável dos recursos naturais.

Palavras chave: semi-árido, recursos naturais, degradação ambiental

MAPEAMENTO OF THE USE OF THE EARTH AND VEGETABLE COVERING IN RURAL PARAIBANO: MUNICIPAL DISTRICTS OF POCINHOS AND PUXINANÃ

ABSTRACT - The techniques of Remote Sensing and Geographical Information Systems (GIS) are of great importance for the study, conservation and management of natural resources, which facilitate to understand the dynamic processes of the nature. The present study was made in the region of Agreste Paraibano which includes the municipalities of Puxinanã and Pocinhos. The Land use and Land cover mapping was done. The satellite Data of Landsat-TM/5, of May 08 of 2002 were used for this study, was made using of the Software Erdas Imagine 8.3.1, for the Maximum Likelihood classification (Supervised Classification). Under this interpretation the total eight classed were identified: Water/Humid Area (9.9Km²), Caatinga Forest 1 (49.5Km²), Caatinga Forest 2 (26.4Km²), Traditional Agriculture Land (69.3Km²), Pasture Land (52.8Km²), Subsistencial Agriculture Land (59.4Km²), Rocky Out Crops/Urban Area (23.1Km²) and Barren Land (39.6Km²), with covers approximately the area of 330Km². The Accuracy Assesstment was found 100% for Water/Humid Area, 94.80% for Caatinga Forest 1, 93.21% for Caatinga Forest 2, 74.39% for Traditional Agriculture Land, 79.26% for Pasture, 77.67% for Subsistencial Agriculture, 100% for Rocky Out Crop/Urban Area and 75.01% for the Barren Land respectively. The average accuracy assesstment was found of 81,02%, with demonstrated the best accuracy for our classification. It was also found that the Pasture land class need some adequate management practices for the proper use of natural resources. The principal limitations for the classes of the Traditional Agriculture land, Pasture land and Subsistence Agriculture land were found, are: lack of

water, surface rockiness and susceptibility of the erosion. The classes of Savanna 1 (Caatinga Forest 1) and Savanna 2 (Caatinga Forest 2), are recommended essentially for the use of preservation fauna and flora, or if possible may be for the sustainable use of the natural resources.

Key words: semi-arid, natural resources, environmental degradation

INTRODUÇÃO

As técnicas de Sensoriamento Remoto aliado ao uso de Sistemas de Informações Geográficas são de grande importância no estudo e na preservação dos recursos naturais da terra, uma vez que nos leva à lugares de difícil acesso bem como facilita no acompanhamento dos processos dinâmicos da natureza. Essas técnicas se constituem em uma ferramenta poderosa para o estudo e pesquisa dos inúmeros problemas científicos relacionados com os recursos naturais, pois através de sua principal característica, a repetitividade, supre o problema do mapeamento em intervalos curtos de tempo, resolvendo a questão de atualização de mapas de solo, vegetação, recursos hídricos, uso da terra e geologia.

Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente.

O sensoriamento remoto utiliza várias técnicas desenvolvidas no sentido da tomada e análise de dados de recursos naturais por meio de satélites, tais como o Landsat-MSS e TM, Spot, RADAR, AVHRR, MOMS, entre outros (SERAFIM, 2000). Atualmente, os levantamentos dos recursos naturais têm se constituído em trabalhos de grande importância na orientação direta da utilização de um determinado recurso.

Ao empregarem imagens SOPT/HRV para estudos temáticos do uso da terra/cobertura vegetal e classificação do solo/terra na parte semi-árida do Piauí – BR (municípios de Jaicós e Picos), Teotia et al. (2001), tiveram como resultante, a partir de um banco de dados, a base de um mapa de aptidão para fins de planejamento e desenvolvimento rural. Para mapeamento de uso da terra (cobertura arbórea/arbustiva, floresta implantada, agricultura, pastagem etc.) Azambuja Madruga (2004), utilizou a classificação digital supervisionada (maxi-verossimilhança) sobre imagens digitais TM do Landsat 5, com aplicativo computacional Idrisi.

O termo uso da terra denota a forma pela qual o espaço está sendo ocupado, quer por aspectos naturais quer por atividades antrópicas, se tornando num dos principais estudos, subsidiando informações para criação de um banco de dados que possibilitam uma melhor utilização do espaço regional. O uso da terra dá indicações sobre a tradição e sobre os conhecimentos empíricos arraigados na cultura dos lavradores e suas ações perante o meio ambiente em que vivem (calendário

agrícola, práticas agrícolas adotadas, variedades plantadas). A cobertura vegetal dá uma idéia de como se apresenta na atualidade, além de permitir perspectivas futuras, o uso e a conservação do meio estudado.

Na tentativa de minimizar os impactos ambientais provocados pelo homem, Montebelo et al. (2005), trabalharam em áreas de preservação permanente (APPs) objetivando analisar o uso e cobertura do solo existentes, culminando em dados de riscos de erosão presente nestas áreas, através de técnicas de geoprocessamento, podendo assim fornecer informações para elaboração de planos diretores, contribuindo para um Planejamento Ambiental da área, como também contribuindo para a composição de um banco de dados georreferenciados.

O Software Erdas Imagine é uma ferramenta utilizada para o processamento de imagens no sensoriamento remoto. Veloso Junior (2003) utilizou o software Erdas Imagine versão 8.3.1. e concluiu que este é um programa que facilita o levantamento dos recursos naturais de uma região, poupando tempo, dinheiro e pessoal especializado. Afirmativa, essa, corroborada por Ribeiro (2003), que trabalhando na região do Agreste paraibano, constatou que o uso do software Erdas Imagine facilitou no levantamento dos recursos naturais, principalmente solos e usos da terra.

As condições adversas do meio ambiente, aliadas ao desenvolvimento de atividades econômicas ainda bastante rudimentares, concomitante com a falta de planejamento compatível com os recursos disponíveis e a extrema vulnerabilidade do sistema produtivo, se constituem em aspectos desfavoráveis à produção agrícola e ao manejo dos recursos de uma região, fato este peculiar também a região agreste paraibana. Ademais, a ação antrópica vem provocando continuamente a degradação dos recursos naturais ocasionando danos até irreversíveis ao meio ambiente.

Neste contexto, foi executado o estudo em partes das regiões do Agreste paraibano, referentes aos municípios de Puxinanã e Pocinhos, que teve como principal objetivo o mapeamento do uso e da cobertura da terra através de tecnologias de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, para dar suporte ao planejamento e utilização racional dos recursos naturais disponíveis regionais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A região de estudo está localizada na Mesorregião do Agreste paraibano, que compreende as Microrregiões de Campina Grande e do Curimataú

Ocidental, onde estão situados, respectivamente, os municípios de Puxinanã e Pocinhos. O ambiente de estudo apresenta altitudes que variam de 709 a 539 metros e tem como coordenadas geográficas central 7°09'S e 35°03'W (IBGE, 2000). A área de estudo é parte da zona fisiográfica da Paraíba "Borborema Central.

A região está sob a unidade Geomorfológica da Superfície da Borborema e sob as Depressões do Curimataú e do Rio Paraíba. O relevo da área de estudo apresenta-se em seu aspecto geral a seguinte unidade morfológica: Planalto da Borborema com precedente em Frentes do Planalto ou Superfície do Planalto ou dos Cariris com domínio de relevo suave ondulado a ondulado (BRASIL, 1972).

Pela classificação de Köppen, ocorrem na área de estudo os seguintes tipos climáticos: As' (quente úmido com chuva de outono inverno, com temperaturas máxima de 38°C e mínima de 16°C, microrregião de Campina Grande) e o Bsh (semi-árido quente, com temperatura nunca inferior a 24°C, região do Curimataú Ocidental), este último abrangendo a maior parte da região em estudo (BRASIL, 1972; RODRIGUEZ, 1997). A estação chuvosa pode atingir em alguns pontos sete meses do ano, de fevereiro à agosto, apresentando-se bastante irregular. A precipitação pluviométrica média anual varia de 700 a 900 mm, nas áreas mais úmidas, e média de 400 mm nas áreas mais secas. As chuvas concentram-se nos meses de abril a julho, ocorrendo neste período 80% do total anual (IBGE, 2000). Tem como o principal sistema meteorológico gerador de chuvas a Zona de Convergência Intertropical (SEMARH, 2005).

Na região estudada, encontra-se uma razoável diversidade fisionômica vegetal, ocorrendo, no entanto, a predominância espacial da caatinga hiperxerófila. As espécies vegetais hipoxerófilas distribuem-se mais na porção sul da região em estudo, geralmente onde há melhor distribuição de chuvas, bem como em alguns locais de altos relevos. A Savana Estépica, outra denominação para a Caatinga, é a tipologia vegetacional mais importante, que retrata em sua fisionomia decidual espinhosa e pontilhada de cactáceas e bromeliáceas.

Foi utilizada uma imagem do satélite Landsat-TM/5, cuja obtida na data de 08 de maio de 2002, composta por três bandas espectrais: 3 (0,45 a 0,52 µm), 4 (0,76 a 0,90 µm) e 5 (1,55 a 1,75 µm), orbita ponto 265/16. Essas bandas foram usadas em conjunto para produção de composições coloridas com distribuição das "layers" (bandas), na forma R G B (red, green, blue). A imagem foi analisada mediante o emprego do software Erdas Imagine, versão 8.3.1. Para o referido trabalho foram utilizadas as bandas espectrais 3, 4 e 5, pois estas, por suas peculiaridades anteriormente citadas, são as melhores para os propósitos deste trabalho. Quando a análise fotointerpretativa, essas bandas foram dispostas na seqüência 4 – 5 – 3.

As redes viárias, drenagem e outros pontos de controle foram conseguidos através das cartas topográficas, onde foram anotadas as coordenadas, com o

auxílio de um GPS, objetivando o ajuste correto da base na imagem.

Com o objetivo de caracterizar as mudanças no campo, foram selecionados setenta pontos observacionais dentro da AOI, dos quais quarenta e dois foram caracterizados com descrições fisionômicas simples e com auxílio de Fichas de Campo, para o modelo fotointerpretativo, nos quais apresentavam dados do posicionamento geográfico, do uso da terra, relevo, vegetação, drenagem, erosão e algumas observações que poderiam ocorrer durante a coleta de dados. Para o posicionamento global, utilizou-se um GPS GARMIN, o qual foram anotados dados de latitude e longitude. Foram procedidas cinco viagens à campo em períodos distintos, ou seja, em épocas de seca e chuvosa. Para a realização dos trabalhos de campo considerou-se os parâmetros descritos pelo IBGE (1999). Para uma visão geral da área trabalhada, foi procedida documentação fotográfica. Para observações dos padrões estudados em campo, foram utilizados caminhos planejados, para que fosse possível detectar o máximo possível de variações das paisagem bem como observar as nuances dentro de cada classe detectada. Serviram também de subsídios para as discussões, as informações adquiridas com os agricultores regionais através de questionários previamente elaborados de acordo com IBGE (1999), bem como informações sócio-econômico-ambientais recolhidas em postos da EMATER-PB, nas cidades de Pocinhos e Puxinanã.

O utilitário "Accuracy Assessment" (Precisão da Classificação), foi utilizado para avaliar a classificação supervisionada, onde permitia comparar no mapa temático gerado com a classificação supervisionada certos pixels com pixels de referência cujas classes foram identificadas através de checagem de campo. No processo de avaliação foram gerados 250 pontos aleatórios na imagem classificada. Estes pontos constituíram-se como referência e, por essa razão, foram comparados com as classes definidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados analisados, apresentam-se a seguir as considerações mais importantes obtidas com base na análise visual e por interpretação de campo da imagem de satélite utilizada nesse estudo.

Na Figura 1, observa-se a delimitação da área de interesse, chamada de AOI. Ressalva-se a importância das cores de acordo com a distribuição das bandas espectrais (4, 5 e 3).

Classes identificadas

A partir dos dados obtidos nas observações de campo e com os agricultores, além de informações sobre a sócio-economia local, associada a interpretação da imagem, foram identificadas 08 (oito) classes de uso da terra e cobertura vegetal, assim distribuídas:

Chave de fotorinterpretação

Para critério de fotorinterpretação, foram utilizados algumas metodologias citadas por Moreira (2004), tais como tonalidade, cor e textura. Outras metodologias serviram como suporte na classificação como padrão de drenagem, sombra, tamanho e forma. Para possibilitar uma melhor diferenciação da cobertura vegetal, as bandas espectrais foram sequenciadas da seguinte forma 4 (G), 5 (B) e 3 (R). De acordo com Maldonado (1999), estudando a cobertura vegetal em área do semi-árido pernambucano, as bandas espectrais 4 e 3 se comportam de maneira similar em época seca, porém de forma inversa em época úmida.

Para Moreira (2004), a **cor** é usada como parâmetro para discernir tipos diferentes de vegetação ou estágio de desenvolvimento de determinada espécie, principalmente em áreas agrícolas.

A vegetação lenhosa, ou mais densa, apresentou-se na cor vermelha, ou numa variação desta, de acordo com o grau de cobertura da terra. A maior ou menor quantidade de biomassa verde que a vegetação apresentou na época da tomada da imagem, bem como a localização, são características que influenciam nesta variação de cor

(ISAIA et al., 1992).

Composição colorida da AOI (Região Agreste)

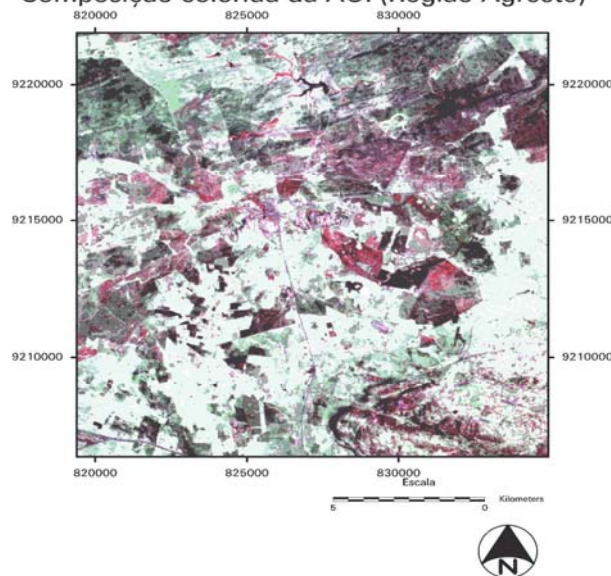


Figura 1. Composição colorida da região agreste em estudo delimitada como AOI

Tabela 1. Unidades identificadas com suas cores determinadas

UNIDADES	COR
1. Água/Áreas úmidas	AZUL
2. Caatinga 1	VERDE MUSGO
3. Caatinga 2	VERDE CLARO
4. Agricultura tradicional	MARROM
5. Pastagem	CINZA
6. Agricultura de subsistência	LARANJA
7. Afloramentos rochosos/Área urbana	AMARELO
8. Solos desnudos	BRANCO

A cor que predominou na classificação de locais com reservatórios de água ou ambientes com alto grau de umidade, foi a preta. Essa coloração facilitou a classificação de corpos d'água pois é bem específica e de rápida localização.

A agricultura tradicional apresentou-se na coloração verde, ou uma pequena variação desta, decorrente do tipo de cultura que se destinava, se áreas sisaleiras ou de plantio de palma forrageira. Demonstrou-se com uniformidade e de localização relativamente fácil.

As colorações e variações para classificar a pastagem e a agricultura de subsistência provocou confusão, necessitando utilizar outros critérios de fotorinterpretação para uma maior precisão.

Para a caracterização dos afloramentos rochosos e área urbana, a coloração característica apresentada foi o azul/ciano, ou uma variação desta. Ainda, entraram nesta classificação os trechos rodoviários. Estes apresentaram altas reflectâncias.

Os solos desnudos foram os que apresentaram níveis mais altos de reflectância, onde a coloração predominante foi o azul claro, ou uma variação desta.

Com relação às **tonalidades**, considerou-se a variação entre clara, média e escura, independente da cor que representava a vegetação. Tal qual Ferreira (2001), este foi um dos melhores critérios para diferenciação dos estratos de vegetação lenhosa, pois indicou um menor ou maior grau de cobertura dos solos. Para Moreira (2004), a tonalidade é um parâmetro qualitativo, ou seja, indica a presença de alvos com reflectâncias diferentes.

Maldonado (1999), reporta que a resposta espectral da vegetação nativa do semi-árido varia de acordo com o efeito do sombreamento dos troncos e galhos, com a influência da quantidade de folhas e com a diminuição da reflectância dos elementos subjacentes dos estratos inferiores decorrentes do efeito de sombreamento provocado pela porção lenhosa. As tonalidades referentes a cada classe, estão apresentadas no Quadro 4.

No processo de classificação da imagem, como critério complementar, utilizou-se a **textura**, caracterizado como os padrões lisa ou rugosa, homogênea ou heterogênea, ou numa combinação destas. Serviu para diferenciar as classes de vegetação nativa de acordo com a espacialização apresentada por cada um, no caso, densa ou fechada e aberta. Também foi utilizada para diferenciação dos tipos de agricultura tradicional, bem como destes com a agricultura de subsistência e suas próprias nuances. Moreira (2004), reporta que a textura é o padrão de arranjo espacial dos elementos texturais, que

são as menores feições contínuas e homogêneas distinguíveis.

Um dos parâmetros de grande importância na interpretação de imagens é o efeito do sombreado, pois a reflectância dos alvos podem ser diferenciados dependendo do grau de sombreado que são expostos. Para Moreira (2004), o que pode ocasionar sombreado são as irregularidades dos dosséis e as características do relevo. A chave de fotointerpretação resultante da classificação supervisionada está exposta na Tabela 2.

Tabela 2. Aspectos fotointerpretativos da AOI

CLASSES	Critérios de fotointerpretação: bandas 3, 4 e 5		
	Cor	Tonalidade	Textura
1. Água/Áreas úmidas	Preta	Escura	Lisa e homogênea
2. Caatinga 1	Vermelha	Escura	Lisa e homogênea
3. Caatinga 2	Vermelha	Média	Rugosa
4. Agricultura tradicional	Verde	Escura	Rugosa e homogênea
5. Pastagem	Verde	Média	Rugosa e heterogênea
6. Agricultura de subsistência	Verde	Clara	Lisa e heterogênea
7. Afloramentos rochosos/Área urbana	Azul/ciano	Média	Rugosa e homogênea
8. Solos desnudos	Azul	Clara	Rugosa e heterogênea

Mapa digital gerado pelo método de classificação supervisionado

A caracterização das classes anteriormente citadas foi obtida pelo método de classificação supervisionado, cuja legenda fora definida levando em consideração a estratificação realizada por Ferreira (2001) e Maldonado (1999). Mediante a análise digital da imagem multiespectral do satélite Landsat, através do Software Erdas Imagine e do programa Map Composer, obteve-se o mapa digital, para região em estudo, na escala de 1:100.000 (semi-detalhado) e que recobriu uma área de aproximadamente 330 Km² (Figura 2).

Caracterização dos estratos/classes definidas

A discriminação e o mapeamento das classes identificadas apresentaram algumas limitações decorrentes das pequenas áreas das propriedades agrícolas, porém, a análise conjunta dos elementos fotointerpretativos auxiliaram para contornar as dificuldades encontradas. A caracterização das classes

identificadas vem a seguir:

- **Classe 1: Água/Áreas úmida**

Nesse trabalho, considerou-se mais a questão das partículas dispersas, uma vez que a região sofre bastante com erosões provocadas por carreamento de partículas sólidas para os corpos d'água, quer seja por ação dos ventos ou das chuvas.

Neste caso, de fácil identificação, esta classe caracterizou-se na digitalização do mapa pela coloração preta de tonalidade escura e textura homogênea. Corresponde a todos os reservatórios de água naturais ou artificiais, como exemplo deste o Açude Catolé, que no mapa está apresentado na porção norte central da imagem. Este é o reservatório de água mais representativo do ambiente estudado.

As áreas úmidas, geralmente se apresentaram próximas aos reservatórios de água e dos cursos naturais dos rios ou acompanhando a rede de drenagem local. A grande maioria corresponde à áreas de baixios dos vales.

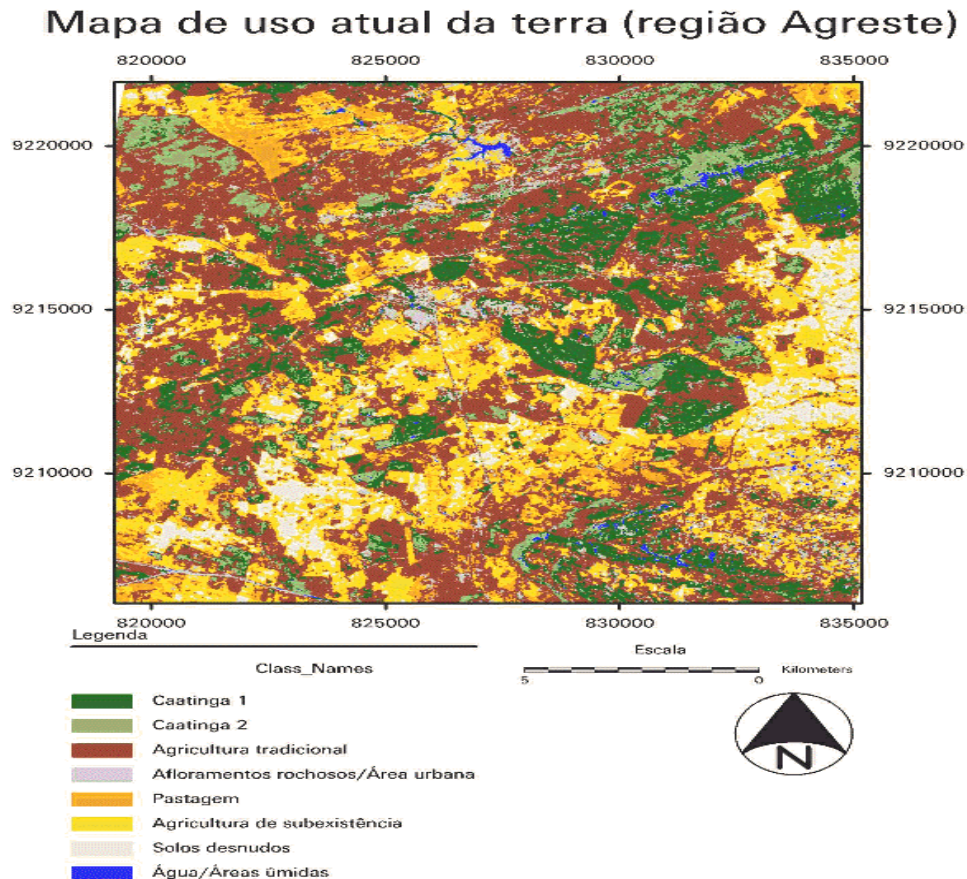


Figura 2. Mapa temático da distribuição espacial do uso e da cobertura da terra em áreas do Agreste paraibano.

Este fato é muito peculiar na região e corrobora com estudos feitos por Ferreira (2001) e Gonçalves (2004), que trabalharam em regiões semi-áridas da Paraíba. Nesta classe, pode-se observar que a maioria dos reservatórios encontrados são de pequeno à médio porte (Figura 3).



Figura 3. Características referentes a classe 1, Água/Áreas úmidas na região em estudo.

Um ponto negativo a se ressaltar nessas áreas, é a ocorrência de lixos expostos no riacho que circunda a cidade de Pocinhos (Figura 4). A retirada da vegetação natural nessa área já foi quase que completa, e se constata sua substituição, até de forma espontânea, pela espécie algaroba (*Prosopis juliflora*). Ainda, é possível observar que em segundo plano na figura existem currais de

criação de gado bovino bem como suíno, onde todo o material que é depositado pelos animais escorre de forma direta para o curso de água. Foi observado no mesmo local, nos entulhos de lixo jogados pela população, pneus de borracha. Sabe-se que a borracha não tem tempo determinado para sua decomposição, quando jogada no meio ambiente. Para tal fato, alguns moradores alegaram que não há coleta periódica na região, por isso se vêm obrigados a despejarem todo o lixo de suas residências nesse local.



Figura 4. Vista panorâmica de um riacho poluído localizado na cidade de Pocinhos-PB.

• **Classe 2: Caatinga 1**

Seguindo os critérios propostos por Maldonado (1999), esta classe foi apresentada como vegetação de

Caatinga Hiperxerófila arbustiva-arbórea contínua (Figura 5). Esse estrato é caracterizado por indivíduos que apresentam porte variável em torno de 3 a 4,5 metros. Apresentam-se em solos rasos, com alto grau de pedregosidade, presença de afloramentos de rocha, matacões e calhaus.



Figura 5. Aspectos gerais dos componentes da classe 2.

Boa parte dessa área é utilizada para pecuária extensiva caprina e bovina. Os solos que ali ocorrem, não são recomendados para exploração agrícola devido a forte susceptibilidade à erosão e forte impedimento agrícola causado pelas características físicas do solo.

No que concerne aos aspectos geomorfológicos e hidrológicos das áreas de ocorrência da vegetação desta classe, em geral, demonstraram que a mesma situa-se em áreas onde o relevo é *suave ondulado*, apresentando o padrão de drenagem *dendrítico*.

Fisionomicamente, o estrato arbustivo-arbóreo contínuo apresentou uma maior variabilidade de espécies florestais aqui identificadas: catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), jurema preta (*Mimosa hostilis*), faxeiro (*Cereus squamosus*), aveloz (*Euphorbia gymnoclada* Boiss.), braúna (*Schinopsis brasiliensis*), mulungú (*Eritrina velutinoso*), mofumbo (*Cobretum leprosum*), pinhão bravo (*Jatropha pohliana*), umburana (*Commiphora leptofloeos*), cardeiro (*Cereus chrysostele* Vaupl.), xique-xique (*Pilosocereus gounelli*), marmeleiro (*Croton hemiargyreus*), mandacarú (*Cereus jamacaru*), macambira (*Bromelia lacimiosa*).

É bastante interessante ressaltar a utilização principal do aveloz na região, este se presta a construção de cercas vivas, por ser um arbusto lactescente e que forma densas moitas, impedindo o egresso de animais indesejáveis aos locais delimitados por esse vegetal.

Seguindo padrões definidos por Ferreira (2001), o grau de sombreamento para esta classe foi definido como *forte*, em que a razão se apresentou em três árvores por metro quadrado, o que leva a considerar que nestas áreas há uma proteção mais efetiva do solo contra a ação direta de gotas de chuva e do vento.

Uma opção vislumbrada para as áreas de Caatinga, é a criação de APP's (Áreas de Preservação Permanentes), de acordo com as leis federais vigentes, uma vez que o nível de degradação e depauperamento dos solos é bastante visível, quer seja por processos erosivos ou por ações antrópicas. Para que os proprietários de

terras não ficassem desprovidos de algumas fontes de renda, decorrentes do uso dos recursos naturais dessas áreas, o governo poderia lançar de subsídios agrícolas ou, em certos casos, incentivos fiscais.

• **Classe 3: Caatinga 2**

Esta classe foi apresentada como sendo vegetação de **Caatinga Hiperxerófila arbustiva-arbórea descontínua ou aberta** (Figura 6), de acordo com critérios propostos por Maldonado (1999). Caracterizou-se pela presença de indivíduos com porte médio entre 2 e 3 metros com cobertura razoável do solo. Análogo à classe 1, apresenta-se em solos rasos, com alto grau de pedregosidade, presença de afloramentos de rocha, matacões e calhaus.

O grau de sombreamento para esta classe foi definido como *moderado*, seguindo os padrões definidos por Ferreira (2001), em que a razão se apresenta em duas árvores por metro quadrado.

Os aspectos geomorfológicos e hidrológicos das áreas de ocorrência desta vegetação, evidenciaram que as mesmas situam-se em áreas onde o relevo e a drenagem se apresentam, respectivamente, sob os padrões *suave ondulado* à *ondulado* e *dendrítico*.

Tal qual a classe 1, boa parte dessa área é utilizada para pecuária extensiva, caprina e bovina. Todavia, há alguns anos atrás, essa área apresentava-se com um padrão de cobertura do solo maior do que atualmente. A retirada de material vegetal para uso energético, não só pela população local, bem como por empresas que utilizam da madeira como fonte principal de energia (padarias, olarias etc), foi um dos principais fatores que culminaram na diminuição de grande parte dos remanescentes vegetacionais.



Figura 6. Aspectos gerais da Caatinga Hiperxerófila arbustiva-arbórea descontínua na região em estudo.

O estrato da classe em questão apresentou uma variabilidade razoável dentre das condições esperadas. Aqui, as espécies florestais identificadas foram as seguintes: catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), jurema preta (*Mimosa hostilis*), faxeiro (*Cereus squamosus*), aveloz (*Euphorbia gymnoclada* Boiss.), mofumbo (*Cobretum leprosum*), pinhão bravo (*Jatropha pohliana*), cardeiro (*Cereus chrysostele* Vaupl.), xique-xique (*Pilosocereus gounelli*), marmeleiro (*Croton hemiargyreus*), faveleira (*Cnidocolus phylacantus*), mandacarú (*Cereus jamacaru*), macambira (*Bromelia lacimiosa*). Vale ressaltar que nestas áreas foi

comprovada grande presença de uma espécie vegetal exótica, que até por alguns autores já é considerada como natural, a algaroba (*Prosopis juliflora*).

A exploração agrícola dessa área não é recomendada, pois o forte impedimento agrícola é apresentado pelas características físicas do solo, isto é solos rasos que apresentam alto grau de pedregosidade, o que impede, de certa forma, a ação de mecanização na agricultura.

• **Classe 4: Agricultura tradicional**

Este tipo de agricultura, segundo o IBGE (1999), é praticado por pequenos e médios produtores que utilizam práticas agrícolas tradicionais em que o conhecimento das técnicas é empírico, ou seja, repassados através de gerações e onde não é utilizado uma orientação técnica especializada para o manejo da área e da cultura. Apresenta-se ainda com relações sociais de produção predominantemente familiares. Com isso, esta classificação foi distinguida de acordo com o alto grau de uso da terra por dois tipos de cultura, a palma forrageira (*Opuntia Ficus-indica* Mill.) e a do sisal (*Agave sisalana* Perr.), que já estão arraigadas na cultura tradicional da população do semi-árido nordestino (Figura 7 e 8).



Figura 7. Aspecto típico da palma forrageira, cultura tradicional



Figura 8. Aspecto típico do sisal como cultura tradicional regional.

A palma forrageira é da família das Cactáceas, de porte bem desenvolvido. Preciosa forrageira para o gado, pela abundância de água e vitaminas encontradas em sua composição em época de seca. Também, seus frutos podem ser utilizados na alimentação humana, sendo bastante apreciados nas regiões andina e asiática. Serve de fonte de renda extra na época da seca para os agricultores locais. O sisal, ou como é conhecido na região “o agave”,

é da família das Amarilidáceas, planta subcaulescente, de folhas carnosas. Apresenta grandes possibilidades econômicas para os agricultores regionais. Devem ser preferencialmente cultivados aproveitando a rede de drenagem ou aproveitando os vales dos rios, ou nas serras agrícolas.

As áreas que são cultivadas com essas culturas apresentam baixa declividade e a fertilidade natural parece ser promissora. Com relação às questões geomorfológicas e hidrológicas, essas áreas apresentam-se com os padrões de relevo *suave ondulado* à *ondulado* e padrão de drenagem *dendrítico*. A produção, em sua grande maioria, é destinada para o consumo dos animais na época seca, a qual os pastos estão sem vegetação. Ainda, visto que essas culturas trazem uma renda extra para os agricultores, estes lançam mão, em pequena escala e em poucas áreas, da adubação natural, principalmente com esterco bovino.

O fator limitante para esta classe está na presença de pedregosidade em algumas áreas de plantio das espécies, além da erosão pelo mau uso agrícola das terras sem as devidas precauções. Em alguns locais o relevo é bastante acidentado sendo considerado um forte fator limitante. Porém o principal dos fatores está ligado à escassez de água, intrínseco à região.

• **Classe 5: Pastagem**

A maior parte dessa área é aproveitada com pecuária extensiva bovina e caprina, utilizando nessa área pastagens de gramíneas e leguminosas espontâneas. Em alguns trechos, verifica-se experiências no sentido de formação de pastagens artificiais, principalmente com o capim buffel (*Cenchrus ciliaris*) e o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.).

Nestas áreas de pastagem, apresentam-se alguns remanescentes florestais nativos, como o juazeiro (*Zizifus juazeirus*) e o mulungú (*Eritrina velutinosa*). Também algumas espécies herbáceas consideradas pioneiras nos estágios de sucessão da vegetação natural, foram observadas tal como a faveleira (*Cnidocolus phylacantus* Pax.) (Figura 9).

No que concerne aos aspectos geomorfológicos e hidrológicos dessa classificação, o padrão de relevo se apresentou como *plano* à *suave ondulado*, já a drenagem não se observou um padrão característico.

Através de conversas com alguns agricultores da área, esses comentaram que em meados da década de 90, o governo subsidiou o plantio de capim na região. Alguns tentaram essa inovação, porém com resultados não muito satisfatórios pois os pastos sucumbiram a falta de água que é peculiar da região. Estes mesmos ainda reclamam da espécie algaroba (*Prosopis juliflora*), que também foi trazida como fonte de alimento para os animais, porém acabou se tornando uma praga para os produtores. Essa espécie possui um sistema radicular bastante longo, buscando água até profundidades muito grandes, dessa forma chega até o lençol freático, assim acabando com o pouco de água que se apresenta no subsolo regional. Anteriormente a chegada dessa espécie, contam eles,

havia água nos cacimbões que existem nos cursos dos rios secos, hoje já não mais existe.

Um dos fatores limitantes para esta classe identificada, está na presença de pedregosidade em alguns locais, o que impede a motomecanização agrícola. Porém, o fator limitante principal desta classe é a escassez de água.



Figura 9. Demonstrativo da classe pastagem com alguns remanescentes nativos regionais.

- **Classe 6: Agricultura de subsistência**

Toda e qualquer atividade agrícola praticada apenas com a finalidade de subsistência do produtor, em que se existir sobras a ser comercializada, o valor deste bem é utilizado para a complementação da alimentação com produtos que o indivíduo não tem capacidade de produzir, é caracterizado como agricultura de subsistência (IBGE, 1999). De acordo com estes parâmetros, observou-se nessa área, a ocorrência de uma variedade de produtos agrícolas típicos da cultura nordestina de subsistência (Figura 10), tais como o plantio de feijão cariquinho (*Phaseolus vulgaris*), feijão macassá (*Vigna unguiculata*), milho (*Zea mays*), macaxeira (*Manihot utilissima*), batata doce (*Solanum tuberosa*), algodão (*Gossypium hirsutum*) e ainda a maniva ou mandioca (*Manihot sculenta* Crantz.).



Figura 10. Principais culturas de subsistência na região, milho e feijão.

Nessas áreas também foram distinguidos alguns plantios em pequenas áreas e de forma isoladas de espécies frutíferas tais como o cajú (*Anacardium occidentale* Linn.), côco (*Coco nucifera* Linn.), manga (*Mangifera indica* Linn.), umbú (*Spondias tuberosa*) e jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg.).

O que concerne a hidrologia e geomorfologia, os padrões apresentados nessa classe foram, para a drenagem

o *dendrítico* e para o relevo o *plano à suave ondulado*.

São quatro os fatores limitantes para esta classe definida: a presença de pedregosidade em algumas áreas, o que impede a utilização de mecanização. Onde o relevo é mais acidentado ocorre erosão, conseqüência da retirada do material vegetal do solo e da falta de técnicas adequadas de plantio e manejo do solo. Ainda, há o uso de técnicas rudimentares de exploração agrícola que intensificam a degradação dos solos regionais, como as queimadas e o superpastoreio. Porém, a principal limitação para esta classe está na escassez de água na região, o que impede o melhor desenvolvimento das culturas.

- **Classe 7: Afloramentos rochosos/Área urbana**

Em virtude da homogeneidade espectral apresentada por esses dois alvos da superfície de estudo, ambos tiveram que serem agrupados numa única classe, cujas características são apresentadas a seguir:

- **Área urbana:** caracterizou-se por áreas em que grande parte do solo é ocupada por atividades do setor da construção civil, sendo estes destinados à fins residencial, comercial, de serviços e industrial.
- **Afloramentos rochosos:** caracterizam-se pela exposição de elevações de rochas isoladas, de dimensão e altura variável, cobertas com manchas de vegetação de porte arbustivo-herbáceo, por vezes arbóreo (Figura 12). Esta classe está distribuída próxima a sede da cidade de Pocinhos e em alguns pontos da região de estudo. A rede viária também foi incluída nessa classe.

O relevo onde ocorrem essa elevações rochosas é em sua grande maioria *plano a suave ondulado*, em alguns trechos apresenta-se *ondulado*.

Nas áreas urbanas, foram observados algumas espécies vegetais que são utilizadas como ornamentação de praças e ruas, como o sombreiro, a algaroba (*Prosopis juliflora*), dentre outras. Junto com os afloramentos rochosos, foi observado a presença de cactáceas e bromeliáceas típicas da região.



Figura 12. Aspectos gerais da classe identificada, demonstrando os afloramentos rochosos tão peculiares à região.

- **Classe 8: Solos desnudos**

Os solos desnudos não apresentaram dificuldades para serem caracterizados, sendo que estes estão ligados diretamente à antropização como roçados e vizinhança de açudes. Estas são áreas onde o estrato florestal encontra-se modificado, como conseqüência da utilização

desordenada da vegetação nativa regional para utilização em atividades antrópicas tais como pecuária extensiva bovina e caprina. Na região é necessário a disposição de grandes áreas como pastagem, para que se possa promover um pastoreio adequado, evitando empobrecimento da vegetação e do depauperamento dos solos. Porém como as propriedades são de pequeno porte sempre ocorre o superpastoreio.

A agricultura itinerante também é um dos fortes fatores que propiciam na degradação das terras locais, pois para o aproveitamento do solo, os lavradores utilizam-se de técnicas sem embasamento científico que intensificam a degradação e que são comprovadamente letais para os solos. Dentre elas estão os desmatamentos e as queimadas desordenadas. Não obstante, a retirada de material florestal com fins energéticos também é um grande gerador de desequilíbrios ambientais. Sabe-se que na região não só é extraído os estêreis para o uso energético da população local, mas também de empresas da região que fazem o uso desse material.

Nessas áreas são perceptíveis o declínio da fertilidade natural do solo, bem como a má qualidade das águas dos reservatórios naturais e artificiais e dos riachos, devido a sedimentação por partículas sólidas provocados pela erosão e enxurradas. Esse fato deve-se a retirada da maioria do material vegetal da caatinga regional.

Como se pode observar no mapa digital, a maioria dessas áreas se encontram nas porções leste e noroeste da imagem, fato esse devido ao grande uso dessa área pelos produtores, uma vez que estes solos outrora apresentavam-se com condições mais propícias ao uso agrícola e por apresentarem baixa pedregosidade, com relevo *suave ondulado a plano* (Figura 13). Estas áreas são caracterizadas por terem sido utilizadas com fins agrícolas ou pastoris, e em consequência destas práticas a vegetação natural fora totalmente removida apresentando assim uma alta reflectância espectral. Estes solos estão, quase que em sua totalidade praticamente expostos a ação do sol e chuva. A erosão nessa classe é bastante forte e nítida. Em época das chuvas aparecem algumas plantas que são utilizadas pelos animais durante o pastoreio, porém como são em pequena número rapidamente sucumbem a retirada excessiva provocada pelos animais.



Figura 13. Caracterização dos solos desnudos da região em estudo

Distribuição espacial dos estratos/classes definidas

De acordo com o mapa digital elaborado, e suas classes definidas, foram calculadas as áreas de

distribuição espacial das fácies, cuja percentual por classe e da área total que compreende 629Km², estão ilustrados nas 14 e 15.

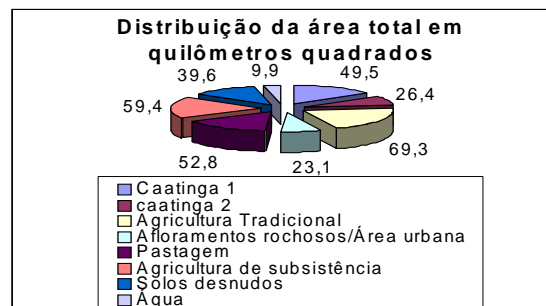
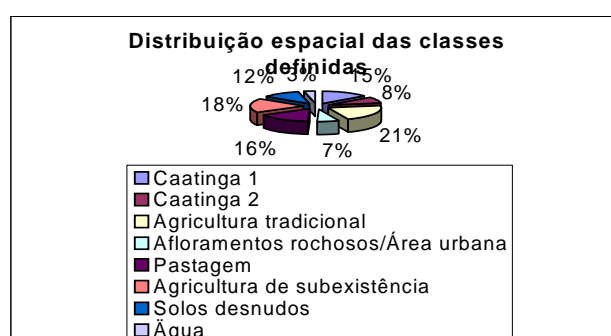


Figura 14. Distribuição percentual das classes identificadas.

Figura 15. Distribuição total, em Km², das classes identificadas



De acordo com a distribuição de área por classes identificadas da região em estudo, observa-se que as fácies de vegetação, que correspondem à vegetação de caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva densa e a vegetação de caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva aberta, aparecem respectivamente com 49,5 e 26,4 Km², perfazendo uma área total de vegetação de caatinga de 75,9 Km². A classe que ocupa a maior porção identificada individualmente é a de agricultura tradicional, com uma área de 69,3 Km², fato este devido ao uso intenso com tais culturas pelos agricultores, pois em época seca são suprimento alimentício mais que essencial para o gado bovino e caprino, bem como propiciam uma fonte de renda extra com sua venda.

Como pode ser esperado, a classe definida como água/áreas úmidas apresentaram-se como menor área ocupante do mapa digitalizado, com 9,9 Km². Pela impossibilidade de se separar, afloramentos rochosos de área urbana, devido a reflectância ser muito homogênea, optou-se por colocar ambas na mesma classificação, onde estas ocuparam uma área de 23,1 Km².

Pelas características muito similares, no que se refere aos níveis de reflectância, as classes pastagem e agricultura de subsistência foram muito difíceis de se separar na digitalização do mapa. Só após o uso de informações de campo, com o detalhamento dos pontos georreferenciados, utilizando-os como base para o Programa Accuracy Assesment do Erdas, é que foi possível esta distinção. Estes apresentaram áreas

respectivamente de 52,8 e 59,4 Km²

É de caráter preocupante quando se observa a área que foi classificada como solos desnudos, uma vez que esta apresentou 39,6 Km², correspondendo a 12% da área total, o que se imprime uma maior atenção a proteção ambiental da região. Sabe-se hoje que um dos maiores temores da humanidade é a desertificação de ambientes. Nessas áreas, se não forem tomadas as providências cabíveis, em um curto período de tempo os processos de desertificação na região vão se agravar bastante, o que levará a região a se tornar verdadeiramente em um deserto.

Precisão da classificação

A Tabela 3 apresenta a matriz de erro para a classificação supervisionada da imagem multiespectral. Em função dos valores apresentados na mesma, foi possível calcular os percentuais de precisão para cada classe e total. Quando se observa a Produção de Acurácia que diz respeito aos pixels de referência, por classe e de forma excepcional, a maior precisão percentual obtida na classificação foi da fície 1 (100,00%), uma vez que os corpos d'água foram classificados juntos com as áreas úmidas, e estes, de acordo com a literatura são de difícil identificação pelo processamento digital de imagens. A menor precisão foi obtida para a classe representada pela agricultura tradicional (54,17%). As demais situam-se entre esse intervalo, como pode-se observar na Tabela 3.

Tabela 3. Matriz de erro com a Acurácia total, por classe, para a classificação supervisionada

Classes*	Referência total	Classificação total	Números corretos	Produção acurácia (%)	Acurácia do usuário (%)
1	2	2	2	100,00	100,00
2	21	21	20	95,24	95,24
3	20	16	15	75,00	93,75
4	6	4	3	50,00	75,00
5	24	16	13	54,17	81,25
6	66	73	61	92,42	83,56
7	17	9	9	52,94	100,00
8	94	109	92	97,87	84,40
Média Geral da Classificação (Overall Classification Accuracy)					86,60%

No que se refere a Acurácia do Usuário, ou seja, a precisão de acerto do manipulador do programa, a menor porcentagem de acerto foi também para a classe 4, já que para essa classe, foram colocadas em uma mesma fície (classe), dois tipos de cultura tradicionais, a palma e o sisal. Possivelmente, isso se deve ao fato de que cada uma das espécies apresentem uma reflectância diferenciada, de acordo com suas próprias características morfológicas e estruturais, sendo necessário estudos mais detalhados sobre a reflectância de cada componente vegetal em épocas seca e chuvosa. Para tal pode ser usado o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada).

De acordo com a média geral de classificação (*Overall Classification Accuracy*), que foi de 86,00%, este revela que a precisão da classificação foi considerada alta, ou seja, os resultados revelam a existência de classes temáticas espectralmente homogêneas, de acordo com dados obtidos por Teotia (1999). Isso implica dizer que os intervalos de Números Digitais (DN's) de uma classe não se apresentam em DN's de outras classes, demonstrando uma boa precisão na classificação.

Para as classes que demonstraram um percentual de precisão menor que 85,00%, os resultados levam a considerar que as mesmas não possuem boa

separabilidade, assim podendo haver heterogeneidade espectral entre elas. Apesar da variação encontrada para a precisão a nível de classes, o resultado médio demonstrou-se bastante satisfatório pois coincidiu em parte com percentuais obtidos por Ferreira (2001) e Silva Junior (2000).

Verifica-se que todas as classes apresentaram erros durante a categorização automática, exceto as classes Água/Áreas úmidas e Afloramentos rochosos/Área urbana. Este tipo de erro tanto pode se apresentar por comissão, que é aquele referente ao programa ou por omissão de pixels, que se refere ao usuário. Os resultados obtidos para os percentuais de omissão revelam a ocorrência de pixels que não conseguiram ser categorizados em nenhuma das classes definidas, por não apresentarem similaridade com as mesmas.

Estatísticas KAPPA

Para obter-se a confirmação da qualidade do mapeamento realizado, seguiu-se critérios de níveis de Kappa propostos por Landis e Koch (1977), onde a qualidade do mapeamento situa-se entre as faixas de péssimo a excelente (Tabela 4).

Tabela 4. Concordância em função da estatística KAPPA

Valores de Kappa	Concordância
<0,00	Péssima
0,00 a 0,20	Má
0,20 a 0,40	Razoável
0,40 a 0,60	Boa
0,60 a 0,80	Muito boa
0,80 a 1,00	Excelente

De acordo com dados da Tabela 5, as classes que apresentaram menores índices Kappa foram: Agricultura tradicional (74,39%), Solos desnudos (75,01), Agricultura de subsistência (77,67%) e Pastagem (79,26%), em ordem crescente. Mesmo com essa variação da estatística Kappa,

estas classificações se enquadraram no nível de concordância **muito boa**, demonstrando que mesmo com alguns erros de comissão e omissão apresentados para algumas classes, o mapeamento da imagem pela técnica supervisionada se apresentou satisfatório.

Tabela 5. Estatísticas KAPPA, por classe e geral, para o mapa confeccionado pela classificação supervisionada

Classes	Valor Kappa (%)	Concordância
Água/Áreas úmidas	100,00	Excelente
Caatinga 1	94,80	Excelente
Caatinga 2	93,21	Excelente
Agricultura tradicional	74,39	Muito boa
Pastagem	79,26	Muito boa
Agricultura de subsistência	77,67	Muito boa
Afloramentos rochosos/Área urbana	100,00	Excelente
Solos desnudos	75,01	Muito boa
Média geral	81,02	Excelente

As classes definidas como Água/Áreas urbanas, Afloramentos rochosos/Área urbana, Caatinga 1 e Caatinga 2, demonstraram porcentagens de estatística Kappa no nível de concordância **excelente**, onde respectivamente apresentaram, 100,00%, 100,00%, 94,80% e 93,21%.

Por fim, a estatística Kappa apresentou uma média geral para as classes identificadas em 81,02%, demonstrando uma boa precisão para o método de classificação trabalhada, a supervisionada. Com isso, pode-se dizer que a utilização da imagem de satélite Landsat-TM/5 juntamente com os dados obtidos em literatura e no campo, permitiram discriminar de forma eficiente o uso atual e cobertura da terra na região Agreste.

CONCLUSÕES

As classes encontradas através da análise da imagem foram e seus respectivos dimensionamentos foram: 1. Água/Áreas úmidas (9,9 Km²); 2. Caatinga 1 (49,5 Km²); 3. Caatinga2 (26,4 Km²); 4. Agricultura tradicional (69,3 Km²); 5. Pastagem (52,8 Km²); 6. Agricultura de subsistência (59,4 Km²); 7. Afloramentos rochosos/Área urbana (23,1 Km²) e 8. Solos desnudos (39,6 Km²).

A estatística Kappa média geral para a classificação foi de concordância **Excelente** uma vez que

atingiu 81,02%.

Para o estudo e mapeamento do uso atual e cobertura da terra em região de transicional, como é o caso do Agreste paraibano, a tecnologia de sensoriamento remoto e de Sistemas de Informações Geográficas utilizadas nesse trabalho mostraram-se adequadas. O levantamento de campo, com descrições fisionômicas simples, resultou numa caracterização confiável dos pontos amostrados, bem como otimizou o tempo e os recursos disponíveis.

O método de classificação supervisionado (MAXIMUM LIKELIHOOD), utilizado para o mapeamento do uso atual e cobertura da terra na região Agreste paraibana, demonstrou-se adequado com uma acurácia média final de 86,60%.

Nas classes identificadas de uso agropecuário, o levantamento proposto comprovou a situação atual, demonstrando que necessitam de manejos adequados e pontuais dos seus recursos naturais. No mais, as principais limitações referentes às essas classes, que são agricultura tradicional, pastagem e agricultura de subsistência, foram: em primeiro plano a escassez de água, a presença de pedregosidade superficial e a susceptibilidade a processos erosivos em alguns locais decorrentes do relevo.

As classes Caatinga 1 e Caatinga 2, de acordo com as características obtidas, são recomendadas essencialmente para uso de preservação de fauna e flora, ou se possível, o uso de manejo sustentável dos recursos

naturais de forma que possibilite uma renda extra para os agricultores locais.

A classe solos desnudos foi a que apresentou os dados mais preocupantes com relação a sua conservação, uma vez que ocupou cerca de 12% da área, aproximadamente 75,48 Km², e está em início de processo de desertificação, decorrentes das ações antrópicas que hoje são tomadas e, principalmente, por falta de auxílio por parte do poder público local.

RECOMENDAÇÕES

Para as classes definidas como Caatinga 1 e Caatinga 2, recomenda-se a preservação permanente do seu estrato, evitando assim a retirada de material vegetal como fonte energética, bem como seu uso na exploração agropastoril. Para uso da madeira como fonte energética pelas populações locais, ou até pelas indústrias que utilizam os estéreis, poderia criar-se um plano gestor nas áreas que se encontram mais degradadas, como é o caso das áreas de pastagem, agricultura de subsistência e principalmente dos solos desnudos. Nessas áreas poderiam ser plantadas espécies nativas para um reflorestamento, onde seria dividido em talhões, e para cada período, de acordo com as características de cada espécie, seria possível retirar de forma sustentável a madeira, de forma que sempre existiria uma cobertura vegetal na área.

Atualmente, para a classe identificada como Agricultura de subsistência, uma vez que boa parte dos lavradores locais sobrevivem dessa atividade, recomenda-se utilizar técnicas de manejo como: plantio em curva de nível, faixas de culturas, adensamento das culturas, rotação cultural, menor revolvimento da cobertura vegetal. Já para as terras identificadas passíveis de utilização agrícola, recomenda-se a utilização de culturas menos sensíveis à deficiência hídrica, uma vez que o principal fator limitante está ligado a escassez de água na região.

Para a classe caracterizada como solos desnudos é necessário que o poder público e a população de um modo geral tenham conhecimento sobre o que está ocorrendo com os recursos naturais da região. Dessa forma poderia produzir-se incentivos aos agricultores locais, conscientizando-os e educando-os para que seja possível utilizar técnicas que possibilitem não só evitar o depauperamento do solo mas que também traga lucratividade para eles.

É necessário realizar um estudo mais detalhado dos alvos espectrais da região, através de índices de vegetação tal qual o NDVI (Normalized Difference Index Vegetation), para subsidiar uma melhor análise da cobertura vegetal regional.

Ainda, com a base de dados levantados, este tipo de estudo pode servir para informar, educar e conscientizar as populações, que são as principais vítimas do mau uso dos recursos naturais, assim com aos políticos, pois fornece elementos de informação como apoio às tomadas de decisão, sobre a conservação do

meio-ambiente e a qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZAMBUJA MADRUGA, P.R. de. Uso de geoprocessamento no inventário florestal do Rio Grande do Sul: uma abordagem crítica. In: **Aplicações de Geotecnologias na Engenharia Florestal**. Curitiba, PR: Copiadora Gabardo Ltda., 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro. Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL, 1972 (Boletins DPFS-EPE-MA, 15-Pedologia, 8).

FERREIRA, L.A. **Levantamento e classificação da vegetação nativa do município de Patos (PB), através de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. 2001, 70f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade federal da Paraíba, Areia – PB, 2001.

GONÇALVES, J.L.de G. Classificação da capacidade de uso da terra nos municípios de Alagoa Grande e Alagoinha (PB) através de sensoriamento remoto. 2004, 144f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade federal da Paraíba, Areia – PB, 2004.

IBGE. **Coleção de Monografias Municipais**, 2000. nº 92.16 p.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE (Departamento de recursos Naturais e Estudos Ambientais, Primeira Divisão de Geociências do Nordeste), 58p., 1999.

LANDIS, J.; KOCH, G.G. **The measurements of observed agreement for categorical data**. Biometric: 33 (3), 159-174, mar., 1977.

MALDONADO, F.D.; CARVALHO, V.C. de. Indicador de degradação a escala sub-regional para detecção de mudanças na cobertura das terras com sensoriamento remoto. In: **Anais ... XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Belo Horizonte – BR: INPE, abr., p. 1353-1356, 2003.

- MALDONADO, F.D. **Análise por componentes principais (ACP) para caracterização da dinâmica de uso da terra em área de semi-árido brasileiro: Quixabá-PE.** São José dos Campos-SP, 1999, 116f.. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1999.
- MONTEBELO, L.A.; CASAGRANDE, C.A.; BALLESTER, M.V.R.; VICTORIA, R.L.; CUTOLO, A.P.A. Relação entre uso e cobertura do solo e riscos de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. In: ANAIS... XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Goiânia – GO: INPE, 16-21 abr., p. 3829-3836, 2005.
- MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 2.ed., Viçosa – MG:UFV, 2004, 307p.
- RIBEIRO, G. do N. **Estudo dos solos e uso atual da terra em parte do agreste paraibano (região de Puxinanã), através de sensoriamento remoto e geoprocessamento,** 2003, 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Agrônoma) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade federal da Paraíba, Areia – PB, 2003.
- RIBEIRO, F.L.; CAMPOS, S. **Capacidade de uso da terra no alto rio Pardo, Botucatu (SP), através do Sistema de Informação geográfica.** In: Energia na Agricultura, São Paulo, 14: p. 48-60, 1999.
- RIBEIRO, M. de F.S.; LUGÃO, S.M.B.; MIRANDA, M.; MERTEM, G.H. **Métodos e técnicas de diagnóstico de sistemas de produção.** Londrina: IAPAR, 152 p. Cap. 4, p 57 – 59, 1997.
- RODRIGUES, J.B.T.; ZIMBACK, C.R.L.; PIROLI, E.L. Utilização de Sistema de Informação Geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Campinas – SP, v.25, p.675-681, 2001.
- RODRIGUEZ, J.L. **Atlas Escolar Paraibano.** João Pessoa: GRAFSET, 96p., 1997.
- SERAFIM, E.C.da.S. **Estudo do uso da terra e da cobertura vegetal na região de Sumé, através de sensoriamento remoto,** 2000, 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Agrônoma) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade federal da Paraíba, Areia – PB, 2000.
- SEMARH, Secretaria do Meio Ambiente e dos recursos hídricos da Paraíba. **Dados climatológicos históricos do estado da Paraíba, para os meses de fevereiro a maio.** João Pessoa – PB: Disponível em: www.pb.gov.br/semarh. Acesso em: novembro de 2005.
- SILVA JUNIOR, E.B. **Avaliação multitemporal da atividade antrópica na região de Santa Luzia – PB com o uso de geoprocessamento,** 2000, 66f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade federal da Paraíba, Areia – PB, 2000.
- SILVA, E.P. da. **Levantamento integrado dos recursos naturais renováveis de parte da microrregião homogênea de Sousa - PB, utilizando-se técnicas de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica,** 1999, 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Agrônoma) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade federal da Paraíba, Areia – PB, 1999.
- TEOTIA, H.S.; COSTA FILHO, J.F.; SANTOS, J.R.; FERREIRA, L.A. Integração do sensoriamento remoto e SIG/SIT na preparação de modelo de desenvolvimento da terra para planejamento rural. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz de Iguaçu – PR. **Anais...** São José dos Campos – SP: INPE, 2001.
- TEOTIA, H. S.; COSTA FILHO, J. F.; SANTOS, J. R.; SILVA JUNIOR, E. B.; SOUSA, C. L.; SERAFIM, E. C. S. **Análise multitemporal da Cobertura vegetal do Semi-Árido da Paraíba (Região de Depressão do Alto Piranhas) para Planejamento Regional Através de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.** Areia-PB: UFPB/CCA, Relatório Técnico. 1999, 110 p..
- VELOSO JUNIOR, J.F. Mapeamento e análise das alterações do uso da terra e da cobertura vegetal na região da Serra de Teixeira, através de técnicas de Sensoriamento Remoto, 2003. 69f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade federal da Paraíba, Areia – PB, 2003.