

Estudo do uso atual da terra através de tecnologias de sensoriamento remoto em parte do agreste paraibano

George do Nascimento Ribeiro¹
Harendra Singh Teotia²
João Miguel de Moraes Neto³
Simone Mirtes de Araújo⁴

¹ Universidade Federal da Paraíba – UFPB/CCA/DSER/LSR
CEP: 58.397-000 – Cidade Universitária, Areia - PB, Brasil
georgenr@bol.com.br

² Professor: Universidade Federal da Paraíba – UFPB/CCA/DSER/LSR
CEP: 58.397-000 – Areia - PB, Brasil
teotia@terra.com.br

³ Professor: Universidade Federal de Campina Grande – CTRN/UAEAg
Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Bloco CQ
CEP 58109-970 – Campina Grande – PB
moraes@deag.ufcg.edu.br

⁴ Universidade Federal de Campina Grande – CTRN/UAEAg
Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Bloco CQ
CEP 58109-970 – Campina Grande – PB
mirtes599@hotmail.com.br

Abstract. The present study was made in the region of Agreste Paraibano (municipalities of Puxinanã and Pocinhos). The Land use and Land cover mapping was done at the scale of 1:100.000, using the Remote Sensing and Image-Processing technologies. The satellite Data of Landsat-TM/5, of May 08 of 2002, with 265/16 as the orbit/point, were used for this study, and the false color composite of band 3, 4 and 5, was made using of the Software Erdas Imagine 8.3.1, for the Maximum Likelihood classification (Supervised 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.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, land use/cover, sensoriamento remoto, processamento de imagens, uso e cobertura da terra.

1. Introdução

Na região semi-árida, o conhecimento sobre o desenvolvimento agrícola regional é de fundamental importância, devido à fragilidade dos solos, dos diferentes níveis de aridez e das condições micro-climáticas reinantes.

Para Moreira (2004), o sensoriamento remoto representa a utilização conjunta de sensores e equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta em suas mais diversas manifestações. É uma técnica que envolve a detecção, identificação, classificação, delimitação e análise dos aspectos e fenômenos da

superfície terrestre, usando imagens adquiridas de aviões e satélites, ao longo de várias técnicas de interpretação ópticas e/ou computadorizadas (Barbosa, 1996).

O uso de tecnologias de sensoriamento remoto é bastante viável no que concerne aos estudos sobre uso atual da terra e cobertura vegetal, uma vez que propicia agilidade e dinâmica na obtenção de dados terrestres através de imagens de satélites. Para Ribeiro (2003), os levantamentos dos recursos naturais têm se constituído em trabalhos de grande importância na orientação direta da utilização de um determinado recurso, pois possibilita subsidiar os estudos direcionados para o mapeamento e gerenciamento ambiental, resgatando e registrando informações relativas ao desenvolvimento regional de forma rápida e precisa através da pesquisa de produtos cartográficos específicos, gerados por ocasião dos levantamentos.

Devido ao uso constante dos solos, da não adoção de técnicas de reposição dos nutrientes e da retirada da vegetação natural da região agreste paraibana, observa-se uma diminuição da fertilidade natural dos solos, ocasionando redução nos índices de produtividade agrícola, onde conseqüentemente a economia regional é afetada e ao mesmo tempo debilitada.

Neste contexto, o estudo desenvolvido contemplou partes da região Agreste paraibana, referentes aos municípios de Puxinanã e Pocinhos, e que teve como principal objetivo o mapeamento do uso e da cobertura da terra através de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, para dar suporte ao planejamento e a utilização racional dos recursos naturais disponíveis.

2. Revisão Bibliográfica

Com o advento do sensoriamento remoto surgiu uma alternativa viável técnica e econômica, para levantamentos e classificação de cobertura vegetal e uso da terra, pois alia, de acordo com Veloso Junior (2003), a rapidez e precisão a um custo relativamente baixo, muitas vezes não necessitando de pessoal qualificado. Novas técnicas no tratamento de dados de satélite são necessárias quando se trabalha com alta heterogeneidade como é o caso da caatinga (Maldonado e Carvalho, 2003), como exemplo o comportamento espectral dos diferentes alvos terrestres. O comportamento espectral dos solos, principalmente os tropicais, é influenciado pela presença de matéria orgânica, onde a reflectância está inversamente proporcional a quantidade de matéria orgânica. Devido ao fluxo dinâmico do clima em regiões semi-áridas, os teores de matéria orgânica nos solos e sua capacidade de alterar a reflectância não são considerados. Para solos da caatinga, é preponderante considerar a textura. Os materiais do solo sofrem erosão sendo transportados e depositados em outros locais, isto de acordo com Maldonado (1999), está ligado às mudanças na cobertura vegetal. De acordo com Dalmolin et al. (2005), solos de textura arenosa apresentam maior reflectância devido a sua constituição mineralógica (quartzo), e ao fato de apresentarem baixos teores de matéria orgânica, óxidos de ferro e menores teores de água.

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 sensoriamento remoto e geoprocessamento. Silva (1999), trabalhando na região de Sousa – PB, verificou que o uso do software Erdas Imagine mostrou-se como uma tecnologia de extrema valia na manipulação de dados georreferenciados. Rodrigues et al. (2001), efetuando a classificação supervisionada da imagem de satélite Landsat-TM/5, e utilizando-se das bandas 3, 4 e 5, obteve o mapa de uso atual da terra, que estabelece a presença ou ausência de conflito aparente na ocupação das terras estudadas.

3. Materiais e Métodos

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. A unidade geológica provém da era pré-cambriana e caracteriza-se pela presença de gnaisses e migmatitos, podendo encontrar-se rochas plutônicas ácidas, representadas essencialmente pelos granitos. 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). O ambiente de estudo apresenta altitudes que variam de 709 a 539 metros. A área de estudo é parte da zona fisiográfica da Paraíba “Borborema Central”. 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). Os solos encontrados nessa região, segundo Ribeiro (2003), são os Argissolos, Neossolos litólicos, Afloramentos rochosos, Luvisolos. As principais atividades agropastoris estão voltadas para agricultura de subsistência: feijão macassa (*Vigna unguiculata*), milho (*Zea mays*), mandioca (*Manihot sp.*), palma forrageira (*Opuntia ficus indica*). Na pecuária, os principais rebanhos são de caprinos, bovinos, aves e ovinos. É importante salientar a presença da cultura tradicional regional o “sisal”, que outrora fora fonte de renda para muitos moradores da região.

Foi utilizada uma imagem do satélite Landsat-TM/5, cena obtida na data de 08 de maio de 2002, Folha SB.24-Z-D-III SOLEDADE, composta por três bandas espectrais: 3, 4 e 5, órbita/ponto 265/16. A imagem foi analisada mediante o emprego do software Erdas Imagine, versão 8.3.1., utilizando-se o método de classificação supervisionado, em que foi gerado inicialmente um mapa da Área de Interesse (AOI) e posteriormente o mapa de uso atual da terra. As áreas teste da AOI foram classificadas usando o algoritmo de classificação Maximum Likelihood (*Máxima Verossimilhança*).

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 informações. 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 paisagens bem como observar as nuances dentro de cada classe detectada. Serviram também de subsídio para as discussões, informações adquiridas com os agricultores regionais através de questionários previamente elaborados, bem como informações sócio-econômico-ambientais recolhidas em postos da EMATER-PB, nas cidades de Pocinhos e Puxinanã. Para critério de fotointerpretação, foram utilizadas 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 seqüenciadas da seguinte forma: 4 (G), 5 (B) e 3 (R).

4. Resultados e Discussão

Os resultados da classificação supervisionada e integração dos vários planos de informações temáticas de usos da terra e cobertura vegetal, propiciou a confecção do Mapa de uso atual da terra (Figura 1), da região em estudo. Através da análise digital da imagem multiespectral obteve-se: chave de fotointerpretação, mapa digital gerado pelo método de classificação supervisionado, distribuição espacial dos estratos/classes definidas.

Chave de fotointerpretação

Com relação ao critério *cor*, na interpretação da AOI, 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). 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 fotointerpretação 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 a malha viária, estas 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 na Tabela 1.

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. Um dos parâmetros de grande importância na interpretação de imagens é o efeito do sombreamento, pois a reflectância dos alvos podem ser diferenciados dependendo do grau de sombreamento que são expostos. Para Moreira (2004), o que pode ocasionar sombreamento são as irregularidades dos dosséis e as características do relevo. A chave de fotointerpretação resultante da classificação supervisionada está exposta no **Tabela 1**.

Tabela 1. Aspectos fotointerpretativos

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

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 1**).

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, cujo percentual por classe e da área total que compreende 330Km², estão ilustrados nas **Figuras 2 e 3**. 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 et al. (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.

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. Problemas ocasionados pelo mau uso dos solos tal como “plantio morro abaixo”, queima de restos de cultura, desmatamento, são problemas que se apresentaram com bastante frequência na região. Devido ao manejo inadequado dos recursos naturais provocados pela ação antrópica, foram observados sulcos e voçorocas, levando a um depauperamento dos solos. Sabe-se hoje que um dos maiores temores da humanidade é a desertificação de ambientes. Nessas áreas, se não forem tomadas as providências cabíveis, tal como práticas de manejo adequadas e pontuais e criação de áreas de proteção ambiental, em um curto período de tempo os processos de desertificação regionais vão se agravar bastante, o que levará a região a se tornar verdadeiramente em um deserto. As principais limitações nas classes identificadas e passíveis de serem utilizadas na agricultura foram: escassez de água, pedregosidade e susceptibilidade à erosão.

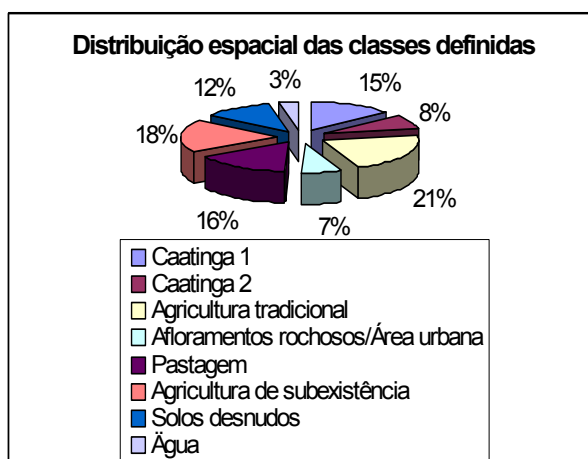


Figura 2. Distribuição percentual das classes identificadas.

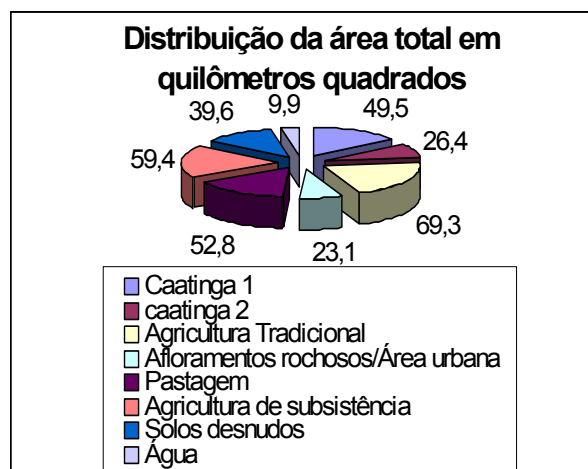


Figura 3. Distribuição percentual das classes identificadas.

Mapa de uso atual da terra (região Agreste)

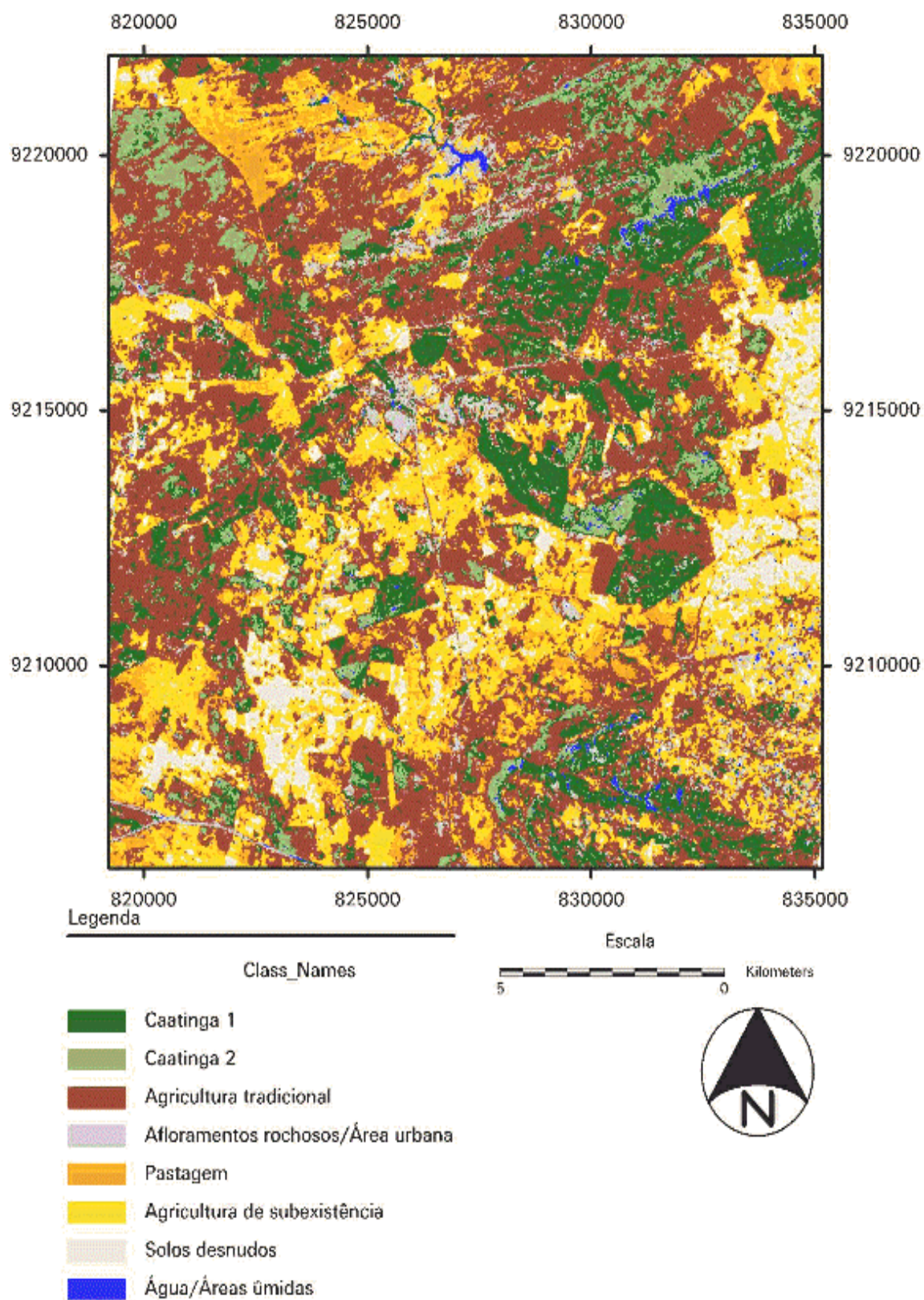


Figura 1. Mapa do uso atual da terra da região agreste estudada

Referências

- Barbosa, M.P. Princípios físicos de sensoriamento remoto. Programa de suporte técnico à gestão de recursos hídricos – ABEAS. Curso de Especialização em Sensoriamento Remoto e SIG. **Módulo 2**. Brasília, DF, 1996, 47 p.
- 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).
- Dalmolin, R.S.D.; Gonçalves, C.N.; Klamt, E.; Dick, D.P. Relação entre os constituintes do solo e seu comportamento espectral. In: **CIÊNCIA RURAL**, Santa Maria-RS: v.35, n.2, p. 481-489, mar-abr, 2005.
- Isaia, T.O. et al. **Avaliação do estoque lenheiro do estado do Rio Grande do Norte – 1a etapa: estratificação e mapeamento da vegetação nativa lenhosa através de composições coloridas do TM Landsat. BRA 87/007**. Documento de campo, n.4, Rio Grande do Norte: dez., 1992.
- 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: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais ...** São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 1353-1356. CD-ROM, On-line. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.16.14.27/doc/12_264.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2005.
- 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: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais ...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 3829-3836. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8 Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/rep-/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.19.44>>. Acesso em: 05 ago. 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.
- 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). **RBCS**, Campinas – SP, v.25, p.675-681, 2001.
- Rodriguez, J.L. **Atlas Escolar Paraibano**. João Pessoa: GRAFSET, 96p., 1997.
- 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.; 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.