

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO, PEDOLÓGICO, COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA POR IMAGENS DE SATÉLITE

PAULO SÉRGIO DE REZENDE NASCIMENTO
REINALDO ANTÔNIO PETTA

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Centro de Ciências Exatas e da Terra - CCET
Departamento Geologia, Natal - RN
{paulo, petta}@geologia.ufrn.br

RESUMO – A atividade minerária da área de estudo (Província Pegmatítica da Borborema) induz a produção de mapas temáticos. Na escala 1:100.000, já contamos com o mapa geológico, assim o objetivo deste trabalho é a produção dos mapas pedológico, geomorfológico, cobertura vegetal natural e uso da terra, na escala 1:100.000, através da interpretação visual das imagens TM/Landsat, Spot e Aster. Todo o procedimento de fotointerpretação foi realizado no programa de geoprocessamento SPRING (Sistema de processamento de Informações Georreferenciadas), o que permitiu realizar vários processamentos nas imagens, para melhor definir os alvos de interesse. Estes mapas armazenados juntamente com o de geologia no banco de dados geram informações para maximizar os procedimentos de prospecção mineral e minimização dos impactos ambientais advindos da atividade minerária.

ABSTRACT - The mining activity at the study area (Borborema Pegmatitic Province) induces to the development of thematic maps. In the 1:100.000 scale, there is already a geologic map, so the purpose of this work is the production of pedological, geomorphologic, vegetation cover, and land using maps on the 1:100.000 scale, through the visual interpretation of the products of the remote sensors TM/Landsat, Spot and Aster. The photo-interpretation proceeding was realized using the geoprocessing software SPRING (*Sistema de processamento de Informações Georreferenciadas*), which made possible to process the images in order to emphasize the main targets. These maps were stored associated to the geological database in order to generate information useful to maximize the mineral survey and minimize the environmental impacts resulted from the mining activities.

1 INTRODUÇÃO

A Província Pegmatítica da Borborema é uma das mais importantes áreas geoeconômicas dos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, decorrente das inúmeras ocorrências e jazimentos de rochas ornamentais, minerais metálicos, industriais e gemas, associados aos vários corpos de pegmatitos brasileiros. Em relação à produção mineral na região do estudo, atualmente, há pelo menos um conjunto de 621 (seiscentos e vinte e uma) ocorrências minerais que estão cadastradas na área de estudo (DNPM, 2002). Para o desenvolvimento de procedimentos técnicos que otimizem a exploração dos bens minerais e para a definição de ações ambientais preventivas e corretivas, visando minimizar o impacto ambiental decorrente da atividade minerária são necessários a produção, o armazenamento e a manipulação de dados espaciais. Atualmente, existem vários mapas contendo informações sobre o meio biótico e abiótico, como o mapa de geologia, na escala de 1:100.000, produzido por CPRM (2007). No entanto, não

há mapas contendo informações sobre os tipos de relevos, solos, vegetação e uso da terra na escala supracitada.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é o mapeamento geomorfológico, pedológico e da cobertura vegetal natural e do uso do solo, na escala 1:100.000, da região pegmatítica entre os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, através da interpretação visual de imagens de satélites.

A área de estudo compreende a Folha Jardim do Seridó (SB.24-Z-B-V), escala 1:100.000, delimitada pelos paralelos 6° 30' a 7° 00' de latitude Sul e pelos meridianos 37° 00' a 36° 30' de longitude Oeste, situada na porção extremo sul da meso-região Central do Estado do Rio Grande do Norte e porção extremo Centro - Norte do Estado da Paraíba (Figura 1).

Estes mapeamentos se justificam também por ser uma base de dados para estudos ambientais, pois os processos de erosão, de assoreamento e de desertificação no semi-árido nordestino são intensos, onde a evaporação é maior que a precipitação e as águas pluviais não são suficientes para formar mananciais perenes, apresentando secas prolongadas e baixos índices pluviométricos. As

precipitações são concentradas em pontos (má distribuição das chuvas) e em um período de tempo muito curto, o que causa o sangramento das represas de água, provocando o processo erosivo, processo este intensificado por apresentar terrenos formados por solos rasos e arenosos a pedregosos, altamente susceptíveis à erosão. Assim, a fragilidade deste ambiente frente aos processos supracitados também é o norteador deste trabalho.

a geração de produtos temáticos digitais, como os que foram produzidos neste trabalho.

2 MATERIAL

Os materiais necessários para o desenvolvimento deste trabalho foram:

- Folha Jardim do Seridó (SB.24-Z-B-V), escala 1:100.000, Projeção UTM, Zona 24 Sul, Datum SAD69, em meio analógico, cobertura aérea realizada no ano de 1969, com etapas de campo em 1970 e impressão em 1983; elaborada em parceria entre a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e o Departamento de Engenharia e Comunicações do Exército.
- Imagens orbitais do sensor/satélite TM/Landsat-5, bandas 1 a 5 e 7, datada de Julho de 2007; sensor/satélite Aster/Terra, bandas 1, 2, 3N e 3B do módulo VNIR e bandas 4 a 9 do módulo SWIR, datada de Setembro de 2007; e Imagens SPOT/HRV (multiespectral), datada de Maio de 1998, que cobrem a área de estudo, porém, todas com porções cobertas de nuvens;
- Mapas do Projeto RADAMBRASIL e o Mapa de Reconhecimento de Média e Alta Intensidade de Solos do Núcleo de Desertificação do Seridó, na escala 1:100.000 (EMBRAPA, 2002), que cobre uma porção da área; e
- Programa computacional de geoprocessamento SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas).

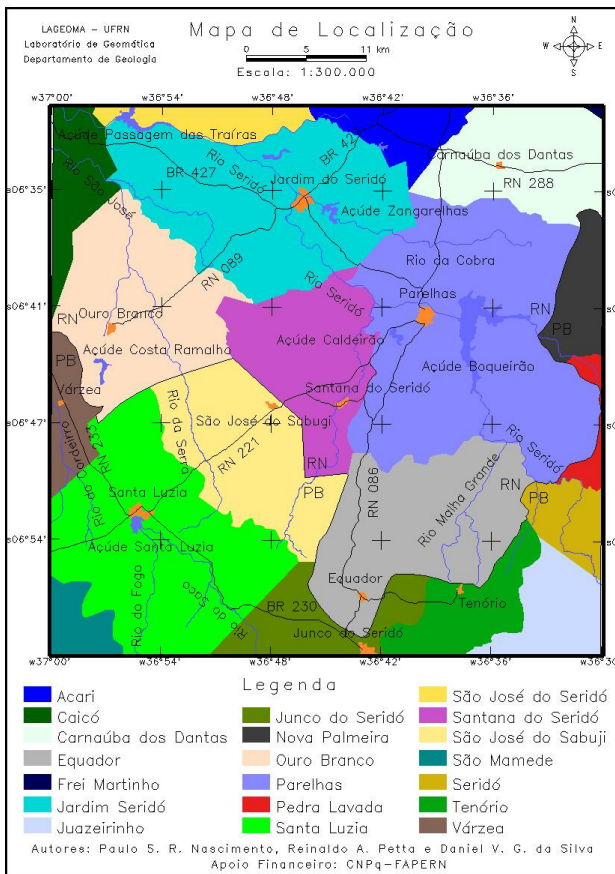


Figura 1 – Localização da área de estudo.

É importante ressaltar que além do garimpo, a maioria da população também sobrevive economicamente da agricultura de subsistência, atividade realizada durante o período chuvoso da região entre os meses de Janeiro e Abril e da garimpagem nos demais meses do ano. A produção pecuária local se baseia na criação de bovinos, suínos, eqüinos, muares, ovinos e caprinos, além de leite, ovos de galinha e mel de abelha. A produção agrícola se destaca pela castanha de caju, coco-da-baía, goiaba, laranja, arroz, mamão, manga, batata-doce, feijão, milho, limão, algodão, cana-de-açúcar, tomate, fava, fumo banana, mandioca, sisal ou agave e maracujá (IDEMA, 2007). Como a agropecuária e o garimpo são os principais agentes propulsores do desenvolvimento dos recursos dos municípios da área de estudo, a implementação de um plano de gestão ambiental, em que estas atividades sejam prioridades, constituem o caminho a percorrer para o desenvolvimento econômico e social. Para tal é necessário

3 MÉTODO

O primeiro procedimento foi estruturar o Banco de Dado Georreferenciado (BDG) no SPRING, o qual foi denominado de Pegmatito e possui Gerenciador ACESS. O Projeto foi designado como Seridó, na projeção UTM/SAD69 com meridiano central 39° Oeste, cujo retângulo envolvente que contém a área de estudo possui as coordenadas plano-retangulares: $X_{mim} = 720.973$, $Y_{min} = 9.225.725$; $X_{max} = 776.520$ e $Y_{max} = 9.280.788$. A escala adotada foi de 1:100.000 de acordo com a base cartográfica. Após a criação do BDG, fez-se a importação da base cartográfica, especificamente, a rede de drenagem e as isoípsas (com equidistância de 50 metros) que se encontravam no formato digital, assim foram importadas diretamente para o BDG e realizados alguns ajustes de edição em algumas curvas de nível interrompidas e sem seus valores altimétricos. Logo após foi realizada a importação e o registro das imagens orbitais, como também o mosaico e o ajuste nas médias e nas variâncias

das imagens Aster e SPOT, pois as cenas estavam com valores de radiâncias diferentes.

3.1 Confeção dos mapas temáticos

Os mapas temáticos de geomorfologia, pedologia e de cobertura vegetal e uso do solo foram realizados pela interpretação visual de imagens com base nos padrões fotográficos e a digitalização das classes temáticas foi realizada diretamente na tela do computador. Estes procedimentos foram realizados praticamente ao mesmo tempo e a maior preocupação foi com a melhor identificação, delimitação e digitalização das referidas classes temáticas. Para facilitar a discriminação dos alvos de interesse, ou seja, para melhorar a qualidade dos dados originais, foram realizados alguns processamentos nas imagens, como: ampliação de contraste e de área, aplicações de filtros e composições coloridas (NOVO, 1992).

Para o intérprete, as características mais importantes na interpretação são: tonalidade, textura, padrão, forma, dimensão, sombra, cor e relações de aspecto. Para esse fim, os padrões inicialmente observados nas imagens foram caracterizados segundo os parâmetros de interpretação: tonalidade (alta, média alta, média baixa, baixa), cor (vermelha, verde, magenta e cian do espaço de cor RGB), textura (lisa, média lisa, média rugosa e rugosa) e forma (regular e irregular). O aspecto espacial é de grande importância no processo de aquisição de informações por meio de imagens, pois cada alvo, geralmente, apresenta forma e distribuição características, que facilitam a sua identificação na imagem. A utilização das composições coloridas permite a aquisição de maior quantidade de informação, e as várias composições coloridas facilitam a identificação dos alvos, pois os alvos apresentam comportamento espectral diferentes em cada banda.

A fotointerpretação foi realizada utilizando ora as imagens TM/Landsat, ora Spot, ora Aster, dependendo das áreas sem cobertura de nuvens, para visualizar e identificar todos os alvos. A utilização destas três de imagens diferentes também facilitou muito na interpretação visual, pois elas se completam nas diferentes resoluções temporal, espacial, espectral e radiométrica. Os alvos identificados na fotointerpretação foram comprovados em campo e aqueles delimitados, mas não identificados, foram determinados em campo e utilizados como chaves para interpretação em toda a imagem.

Assim, os trabalhos de campo foram essenciais e consistiram no reconhecimento visual da área de estudo, identificação e descrição dos alvos, no intuito de auxiliar no processo de interpretação das imagens procurando identificar feições não compreendidas nas imagens de satélite. Assim, cada ponto estudado em campo foi georreferenciado através do GPS navegador e posteriormente, todos os pontos visitados em campo foram inseridos no banco de dados.

Os dados secundários, na forma de mapas digitais, também auxiliaram na discriminação e adequada

delimitação dos alvos. Desta forma, para os mapas do Projeto RADAMBRASIL e o mapa de solos do Núcleo de Desertificação do Seridó, escala 1:100.000, que cobre uma porção centro-noroeste da área de estudo foram essenciais no processo de fotointerpretação. É importante ressaltar que a legenda das classes de cobertura vegetal natural foi definida segundo a nomenclatura adotada pelo IBGE (1992).

4 RESULTADOS

O mapa de Geomorfologia (Figura 2) apresenta as distribuições em área e porcentagem:

- formas de relevo dissecadas totalizam 84% da área, representada por 20% de superfície convexa dissecada, subdivididas em 12% (373 km²) em altitudes maiores que 350 metros e 8% (221 km²) em altitudes menores que 350 metros;
- a superfície tabular dissecada ocorre em altitudes menores que 350 metros e a superfície aguçada dissecada, a qual ocorre em altitudes maiores que 350 metros totalizam 64% do relevo de toda a área, com 1.024 km² (34%) e 918 km² (30%) respectivamente;

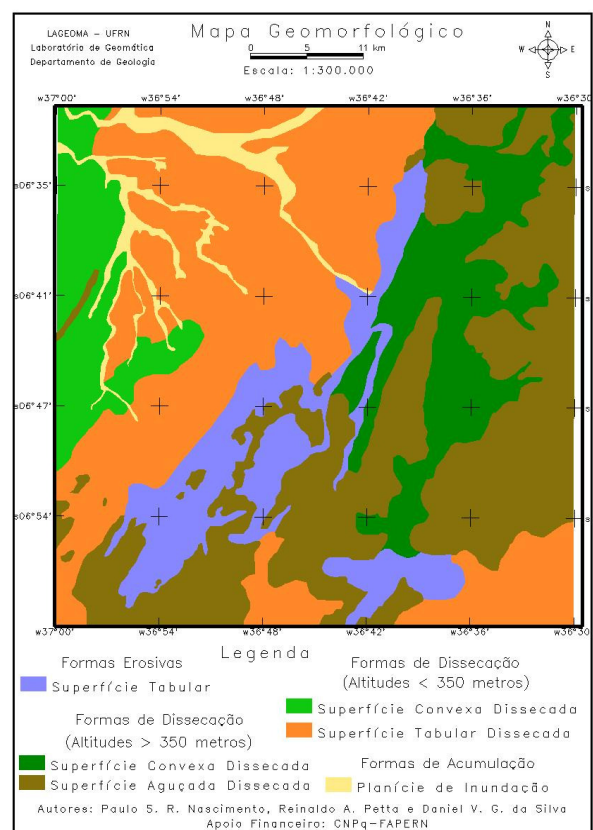


Figura 2 – Mapa geomorfológico.

- as formas erosivas, representadas pela superfície tabular, possuem 365 km² (12%); e
- as formas de acumulação, representadas pela planície de inundação, possuem 125 km² (4%).

No mapa de Pedológico (Figura 3), os solos dos tipos neossolos totalizam 54% da área de estudo, representados por NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos, NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Psamíticos e NEOSSOLOS FLÚVICOS Psamíticos apresentando 918 km² (30%), 536 km² (18%) e 193 km² (6%), respectivamente. Os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos, PLANOSSOLOS NÁTRICOS e LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos apresentam, respectivamente, 685 km² (23%), 492 km² (16%) e 201 km² (7%).

Lenhosa, Parque e Arborizada com 790 km² (26%), 790 km² (25%) e 633 km² (21%), respectivamente e 473 km² (15%) de Savana-Estépica Florestada. Do restante da área, 122 km² (4%) são utilizadas para agropecuária familiar e 223 km² (8%) são solos expostos localizados na sua maioria nas planícies de inundação e canais de água superficiais secos, áreas desmatadas e uma pequena parte preparada para plantio.

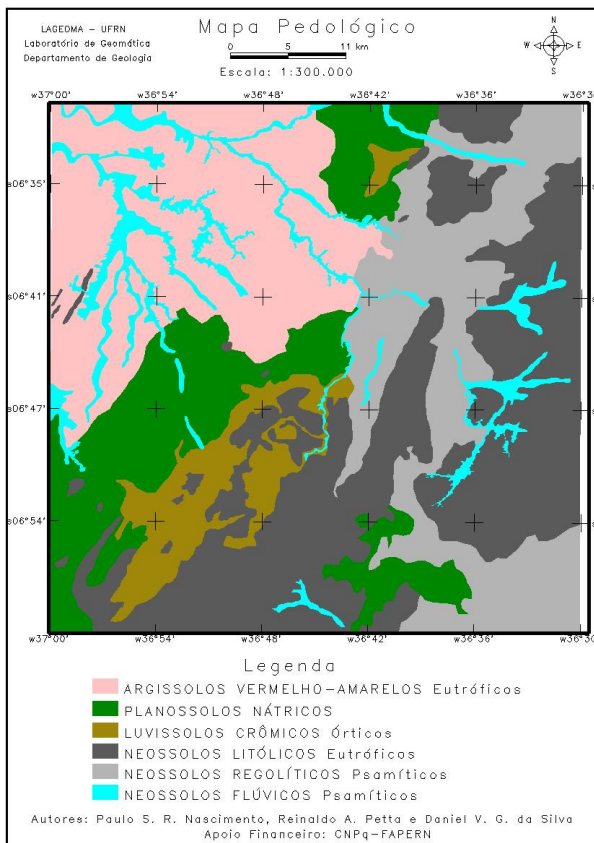


Figura 3 – Mapa pedológico.

O mapa de vegetação natural e uso da terra (figura 4) indica que a área apresenta aproximadamente 90% da cobertura vegetal natural. No entanto, em campo foram identificadas várias áreas degradadas, principalmente pelo processo de mineração e garimpagem, porém, não mapeável na escala de trabalho. Tais degradações se resumem na grande retirada de árvores para serem utilizadas como lenha nos fornos das minerações, rejeitos das minerações e restos de telhas e tijolos inadequadamente dispostos nas beiras das estradas e dos rios e lagoas.

Dos 3.025 km² de área de estudo, 12 km² (1%) está ocupada por áreas urbanas, o que resulta em 3.013 km² para a vegetação natural, agropecuária familiar e solo exposto. Deste total, 2.668 km² é composta pela cobertura vegetal natural, o que totaliza aproximadamente 87%, com predominância das Savanas-Estépicas Gramíneo

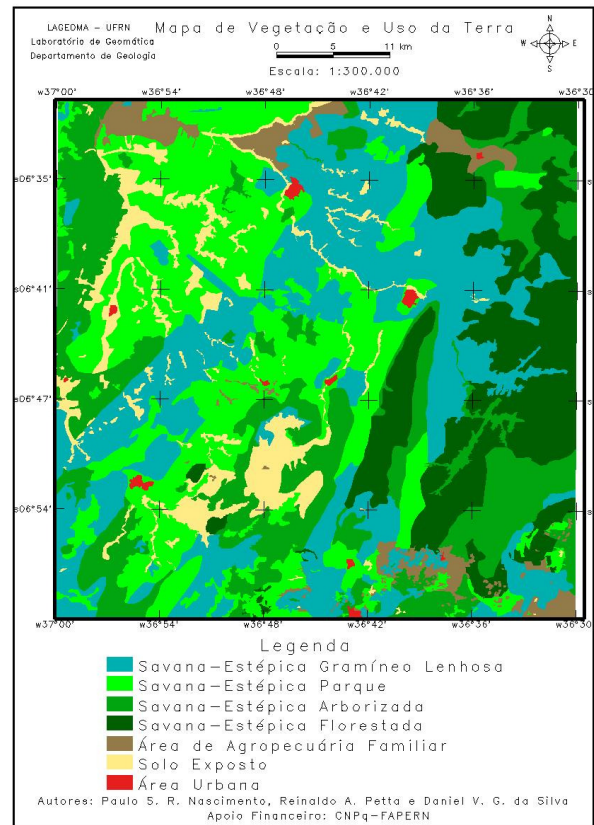


Figura 4 – Mapa de cobertura vegetal natural e uso da terra.

5 DISCUSSÃO

As técnicas de processamento de imagens digitais utilizadas melhoraram a capacidade interpretativa das imagens para identificação, delimitação e digitalização dos mapas geomorfológico, pedológico e cobertura vegetal natural e uso da terra. Os dados sobre o uso da terra e sua distribuição são essenciais para o seu manejo eficiente, sendo notório que contribuem para o entendimento da distribuição das principais atividades econômico-produtivas da região e uma compreensão entre as formas de ocupação e a intensidade dos processos responsáveis pela degradação do meio físico. Qualquer que seja a organização espacial do uso da terra em um período, raramente é permanente. De modo que há necessidade de atualização constante destes registros, para que suas tendências sejam analisadas. O BDG do SPRING permite esta atualização, bastando apenas inserir

novos dados a partir de da fotointerpretação de imagens sempre recentes.

Os aspectos fisionômicos de ação antrópica apresentaram certa variabilidade quanto aos tipos e usos da terra, mas, porém houve limitações impostas pela resolução espacial das imagens orbitais, o que impediu melhor visualização. No trabalho de campo, podem ser citados pequenas plantações de palma, macaxeira, agave, milho, algodão e cajueiro e pequenas criações de caprinos e bovinos, compondo a classe agropecuária familiar.

Os tipos de solos se restringem aos neossolos, argissolos, planossolos e luvisolos. Os argissolos são solos com bom potencial para a agricultura, porém com baixos teores de matéria orgânica. Podem ser usados com as culturas de algodão, desde que se considerem as suas limitações e seja empregado um manejo adequado não usando, por exemplo, grades e arados pesados que venham provocar uma maior erosão nos solos.

A erosão laminar e em sulcos nos luvisolos é freqüente, porém, a pedregosidade superficial quando presente, proporciona um maior controle na erosão superficial destes solos. Apresentam fortes limitações ao uso agrícola em decorrência da escassez de água, risco de erosão e pedregosidade. Pequenas áreas menos pedregosas são utilizadas com plantio de algodão, milho e feijão. Os planossolos apresentam fortes limitações ao uso agrícola pela falta d'água no verão e excesso d'água durante o período de chuva, pelos teores elevados de sódio trocável.

Os neossolos flúvicos, normalmente apresentam reserva de minerais primários intemperizáveis, resultando em boas condições de fertilidade natural. Os principais fatores limitantes ao uso agrícola é a ocorrência de manchas de solos salinizados e/ou com alta concentração de sódio trocável. Os neossolos regolíticos apresentam sérias limitações ao uso agrícola devido a susceptibilidade a erosão, a muito baixa retenção de umidade e a deficiência hídrica num grande período do ano, em função da característica climática regional. Os neossolos litólicos praticamente não apresentam utilização agrícola, em face das limitações muito fortes pela falta d'água e também em decorrência da pedregosidade, rochosidade, pequena profundidade do solo e grande susceptibilidade à erosão.

Os relevos estão relacionados às formas de inundação, erosão e dissecação. Tanto nas formas erosivas quanto nas de dissecação ocorrem lineamentos tectônicos que truncam as seqüências de rochas onde ocorrem os corpos pegmatíticos. Estas áreas já vulneráveis à erosão tornam-se mais susceptíveis à intensificação do processo erosivo pela extração mineral, que ocorre, geralmente, sem nenhum planejamento e monitoramento ambiental. Nas formas de acumulação ocorrem as minerações de argilas e seus rejeitos são exposto ao longo da planície de inundação, intensificando o processo de assoreamento dos canais fluviais, os quais na sua maioria são temporários e permanecem secos quase o ano inteiro.

De posse destes mapas, juntamente com o de geologia será elaborado um diagnóstico ambiental das

inter-relações dos aspectos abióticos e bióticos da área de estudo através de análises de álgebras de mapas, visando subsidiar a prospecção mineral e minimizar os impactos ambientais causados por esta atividade, como também definir áreas já impactadas para serem utilizadas para agropecuária familiar ou reflorestamento com espécies nativas.

6 CONCLUSÃO

O ambiente computacional utilizado e a interpretação visual das imagens de satélite possibilitaram a confecção dos mapas de geomorfologia, pedologia e cobertura vegetal natural e uso da terra, atingindo assim, o objetivo deste trabalho. Como o garimpo e a agropecuária familiar são os principais agentes propulsores do desenvolvimento dos recursos dos municípios da área de estudo, a implementação de um plano de gestão ambiental, em que estas atividades sejam prioridades, constituem o caminho a percorrer para o desenvolvimento econômico e social da região.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem aos seguintes órgãos pelo apoio financeiro: CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa) e à FAPERN (Fundação de Amparo às Pesquisas do Rio Grande do Norte); e ao Laboratório de Geomática do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

REFERÊNCIAS

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto CPRM - UFRN**. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=100&sid=26>. Acesso: 07 Agosto 2007.

DNPM. Departamento Nacional de Pesquisas Minerais. **Programa nacional de distritos mineiros**. Recife: DNPM, 2002. 108p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Caracterização dos recursos naturais de uma área piloto do núcleo de desertificação do Seridó, estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2002. Disponível em www.uep.cnps.embrapa.br/publicacoes/bpd_04_caract_serido_2002.pdf. Acesso: 15 outubro 2007.

IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente. **Perfil do seu município**. Disponível em http://www.idema.rn.gov.br/perfil_o.asp. Acesso: 1 outubro 2007.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**

(**Manuais Técnicos de Geociências nº01**). Rio de Janeiro: IBGE. 1992. 92p.

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