

Abordagem integrada para mapeamento da dinâmica da cobertura da terra em três áreas-piloto do bioma Caatinga

Vitor Celso de Carvalho¹
Marcos Wellausen Dias de Freitas¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
{vitor, freitas}@ltid.inpe.br

Abstract: There is a significative lack of semi-detailed mappings of Caatinga biome. This paper presents a parcial synthesis of a integrated approach to the mapping of earth vegetation cover dynamic in the pilot-areas of Serra das Almas (CE/PI), Curimataú (PB) and Betânia (PE). The ambiental units mapping of each area in geosystems level were overlaid to the results of classification by growing regions algorithm of Landsat 7-ETM+ images. The integrated images were visually interpreted on computers screen, mapping the different mapping units. This units were characterized in field by a floristic-fisionomic-dynamic approach. The results are three maps semi-detailed of vegetation cover dynamic of the three areas at the 1:100.000 scale and the summary characterization of the six main thematic classes and the three complex thematic classes, following the six identified vegetation cover degrees.

Palavras-chave: remote sensing, semi-arid, vegetation cover, vegetation dynamic, sensoriamento remoto, semi-árido, cobertura vegetal, dinâmica da vegetação.

1. Introdução

O bioma Caatinga vem sendo apontado como um dos menos conhecido, mais complexo e vulnerável. Uma série de novos estudos integrados vem se desenvolvendo, dentre os quais se destacam o Zoneamento Agroecológico do Nordeste (Silva et al., 1993ab, 2000), o Seminário sobre Ações prioritárias do bioma Caatinga (PROBIO, 2000), o Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga (Velloso et al., 2002) e o Cenários para o bioma Caatinga (CNRBC, 2004). Como contribuição ao conhecimento deste bioma foi proposta a atividade MAPBDG - **Mapeamento fitogeográfico em nível de semidetalle da cobertura vegetal atual em três áreas prioritárias localizadas nos estados do Ceará-Piauí (Serra das Almas), Paraíba (Curimataú Oriental) e Pernambuco (Betânia)**, no contexto de um subprojeto (BIOCAAT) do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO/PRONABIO/MMA), cujos resultados finais foram apresentados por Carvalho e Pinheiro Jr. (2004). Apresentam-se aqui os resultados parciais e sintetizados desta atividade, enfatizando o caráter integrado da abordagem metodológica utilizada.

A aplicação desta metodologia em cada área de estudo permitiu o mapeamento da dinâmica da cobertura vegetal por fitofisionomia, com seus respectivos estágios sucessionais e uso da terra em nível de semidetalle, na escala de 1:100.000. Foi utilizado um processo de classificação por regiões, seguida de edição temática dos polígonos na tela do computador sobre a base do mapeamento das unidades ambientais definidas através de imagens ETM+/Landsat. Procurou-se caracterizar no campo, por intermédio de uma abordagem florístico-fisionômica-dinâmica, estas classes temáticas, enfatizando a estrutura da sua cobertura vegetal.

2. Abordagem metodológica

A metodologia consistiu na integração das informações temáticas obtidas pela aplicação da técnica de Sensoriamento Remoto com outras variáveis ambientais num Sistema de Informações Geográficas, com o uso dos sistemas computacionais SPRING e ERDAS.

A partir da definição das áreas prioritárias para pesquisa do bioma Caatinga apresentada em Velloso (2002) foram escolhidas três áreas-piloto para estudo. A primeira, denominada **Serra das Almas**, definida como uma amostra representativa do Complexo Ibiapaba-Araripe e de muito alta importância biológica, estando situada entre as coordenadas geográficas de 05° 00' a 05° 20' S e de 40° 48' a 41° 12' W, na fronteira entre os Estados do Piauí e Ceará. A segunda, denominada **Curimataú**, está situada no interior da *Área de Interesse para Investigação Científica nº 12*, representativa da Ecorregião da Depressão Sertaneja Setentrional é insuficientemente conhecida, mas de provável importância biológica. Esta área-piloto é delimitada pelas coordenadas geográficas de 06° 05' a 06° 45' S e de 35° 30' a 36° W, no Estado da Paraíba, na fronteira com o Estado do Rio Grande do Norte. A terceira, denominada **Betânia**, está situada no interior da *Área de Interesse para Investigação Científica nº 15*, definida como uma amostra representativa da Ecorregião da Depressão Sertaneja Meridional e como “*insuficientemente conhecida, mas de provável importância biológica*”. Está definida pelas coordenadas geográficas de 08°10' a 08°40' S e de 38°00' a 38°35' W, no Estado de Pernambuco.

Como objetivo do trabalho é mapear a vegetação semi-árida, foram selecionadas as cenas mais recentes disponíveis das imagens ETM+ (bandas 3, 4, 5 e 8) com menor cobertura de nuvens e preferencialmente da época seca. Assim, para cobrir a **área de Serra das Almas**, foram utilizadas as imagens da órbita/ponto 218/63 de 19/10/2001 e 218/64 de 03/10/2001; para a **área de Curimataú** as imagens da órbita/ponto 214/64 de 04/08/2001, 214/65 de 04/08/2001, 215/64 de 20/03/2001 e 215/65 de 28/09/2001; e para a **área de Betânia** as imagens 215/66 de 28/09/2001, 216/65 de 05/10/2001 e 216/66 de 30/05/2001. Essas imagens também foram registradas pelo mesmo procedimento utilizado para as cartas topográficas e mosaicadas, mantendo a melhor qualidade radiométrica e geométrica dos resultados obtidos.

As imagens-polígonos foram pré-classificadas por algoritmo não-supervisionado clássico (Richards, 1986), gerando um rol de 75 classes através de um processo de 20 interações, promovendo-se o reagrupamento das classes originais em 20 novas classes através de uma edição supervisionada. Esses resultados preliminares foram impressos no formato A0, maximizando-se a quantidade de informação e o seu manuseio no campo. A verificação de campo por razões operacionais ocorreu no mês de março de 2003 (época úmida), adotando-se uma amostragem objetiva limitada pelo tempo disponível, amostrando-se os locais mais representativos de cada unidade de mapeamento e de mais fácil acesso, com a ajuda de um aparelho GPS para localização das amostras. Para a caracterização semiquantitativa de campo foi utilizado o método de transeção modificado por Maldonado et al. (2004), sendo levantadas um total de 33 amostras (onze em cada área-piloto).

Após este trabalho de campo as imagens-polígonos foram reclassificadas por um procedimento de segmentação por crescimento de regiões (Bins et al., 1996) utilizando os limiares de similaridade 10 e de área 25. Os polígonos mapeados foram reclassificados por um procedimento de pós-classificação através do método de interpretação visual adaptado para as imagens orbitais e adotado por diversos autores (Carvalho, 1986; Triparthy et al. 1996), tendo como base o mapeamento dos geossistemas. Foram editados três mapas semidetalhados da dinâmica da cobertura vegetal na escala de 1:100.000.

3. Resultados e considerações temáticas

Como resultado final deste processo de integração de diferentes fontes ou planos de informações foi estabelecida uma legenda de caráter fisionômico-dinâmico comum às três áreas-piloto. Nesta legenda foram identificadas: (a) seis classes temáticas principais (ao nível de formação e

subformação); (b) três classes temáticas complexas; e (c) seis classes de dinâmica da cobertura vegetal. A partir desta legenda foram elaborados os mapas apresentados nas Figuras 1, 2 e 3, que correspondem respectivamente as áreas de Serra das Almas, Curimataú e Betânia. A análise destes mapas permite as seguintes considerações por classes temáticas.

(1) **Mata Seca.** Classificada como Floresta Estacional Decidual Montana (Floresta Tropical Caducifólia) pelo IBGE (1992), está restrita aos relevos mais altos e planos (altitudes maiores do que 600 metros) da Paisagem das Chapadas Intermediárias e Baixas do Planalto da Serra Grande da área de Serra das Almas e da Paisagem dos Relevos Residuais dos Maciços Centrais dos Planaltos Residuais Sertanejos da área de Curimataú. Na área de Serra das Almas teria ocupado originalmente uma área de 78,43 km². Quase a metade deste total (38,47 km²) mantém-se ainda numa forma conservada, com o restante em três diferentes estágios de regeneração, predominando a fase intermediária (23%). Apenas pequena parte deste total (2,71 km² = 3%) apresenta fortes sinais de uma atividade antrópica atuante na forma de agricultura. O quadro da área de Curimataú é praticamente o oposto, ou seja, de um total potencial de 142,95 km² da área (18%), apenas 1% encontra-se ainda conservado. A maior parte, ou seja, 82% (127,85 km²), estava ocupada por agricultura ou solo exposto. Nos diferentes estágios de regeneração encontravam-se apenas 17% da área original (25,24 km²), com a predominância do estágio inicial (11%).

(2) **Carrasco.** Este tipo de vegetação não é reconhecido pelo Sistema de Classificação proposto pelo IBGE (1992). De acordo com Araújo (1998), trata-se de uma *Vegetação arbustiva densa caducifolia não espinhosa*, mapeada pelo IBGE (1973), Iplance (1997) e Silva et al. (1993b) como Carrasco. Aparece apenas na área de Serra das Almas, ocupando superfícies pediplanadas altas da Paisagem das Chapadas Intermediárias e Baixas do Planalto da Serra Grande, com altitudes variando normalmente de 400 a 650 metros. Potencialmente esta cobertura vegetal teria ocupado 26% (194 km²) da área total de Serra das Almas, que ainda se encontra razoavelmente bem conservada (56% = 108,36 km²). Deste total apenas uma pequena parte (6%) encontra-se profundamente alterada por atividades agropecuárias e solo exposto. O restante desta área original (38%) encontra-se em estágio de regeneração, quase a metade (17%) no estágio inicial.

(3) **Caatinga Florestada.** Foi classificada pelo IBGE (1992) como vegetação de transição do tipo Contato Savana-Estépica / Floresta Estacional – ecótono, Floresta densa seca decídua (Paraíba, 1985) e Caatinga hipoxerófila de transição para mata pluvial (Silva et al., 1993b). Aparece nas três áreas-piloto nas encostas escarpadas dos maciços e serras locais, com altitudes variando rapidamente de 400 a 800 metros. Este tipo de vegetação apareceria potencialmente de forma mais representativa (304,90 km² = 38%) na área de Curimataú, onde se apresenta quase totalmente alterada (99%), restando poucas partes (8%) em estágios de regeneração mais avançadas do que a inicial, que ocupa uma área de 82,08 km² (27%). Aparece mais conservada na área de Serra das Almas (52% = 19,47 km²) onde ocuparia apenas 5% (37,88 km²) da sua área total. Apenas 3% da sua área potencial estaria submetida a atividades agropecuárias, o restante (45%), em processo de regeneração, predominando o estágio mais avançado (25%). Em Betânia ocuparia uma posição intermediária tanto em termos de área potencial com de estado de conservação. Ocuparia uma área total potencial de 125,26 km² (8% da área), que estaria razoavelmente preservada (29% = 36,39 km²) ou em estágio de regeneração avançada (31% = 38,24 km²). Uma pequena parte (10%) do restante estaria ocupada por atividades agropecuárias ou solo exposto e o restante (30%) pelos estágios iniciais e intermediários de regeneração.

(4) **Caatinga Arbórea.** Esta classe corresponde à *Savana-Estépica Florestada* do IBGE (1992). Ela não foi mapeada na Área de Curimataú. Aparece nas outras áreas, sobretudo nas

partes mais elevadas e férteis das paisagens das Depressões Sertanejas Setentrional (Serra das Almas) e Meridional (Betânia). Mais uma vez, é na área de Serra das Almas que este tipo de cobertura vegetal encontra-se mais preservado (54% = 108,16 km²) e onde ocupa uma parcela mais significativa da sua área total (27% = 200,74 km²). Na área de Betânia ela ocuparia potencialmente apenas 7% da área (114,34 km²), mantendo-se também razoavelmente bem preservada (39% = 44,63 km²), mais apresentando uma área também razoável (29%) bastante alterada por agricultura e solo exposto. O restante da sua área potencial (32%) encontra-se em diferentes estágios de regeneração, predominando (20%) o estágio mais avançado.

(5) **Caatinga Arbóreo-arbustiva**. Classificada como Savana-Estépica Arborizada pelo IBGE (1992), aparece nas três áreas, sobretudo, nas partes intermediárias do relevo das paisagens da Depressão Sertaneja Setentrional (Serra das Almas e Curimataú) e Meridional (Betânia). Aqui a tendência geral se modifica, apresentando-se este tipo de cobertura vegetal mais conservada (30% = 314,74 km²), ocupando 66% da área total potencial original (1.039,8 km²) na área de Betânia. Aparece também numa parcela significativa da área de Curimataú, onde teria ocupado 334,16 km² (43%) da sua área total, mas que atualmente se encontraria bastante pressionada por atividade agropecuária, que ocupa 73% daquela área, restando apenas 4% (12,31 km²) de área preservada. Em Serra das Almas ocuparia apenas 13% (99,85 km²) da sua área total, encontrando-se também bastante alterada, com apenas 3% (2,67 km²) ainda conservada. A maior parte (66%) dela encontra-se nos diferentes estágios de regeneração e outra parte (31%) explorada ativamente para uma atividade agropecuária expressiva.

(6) **Caatinga Herbáceo-lenhosa**. Esta classe corresponde à *Savana-Estépica Parque* do IBGE (1992). Ela foi provavelmente subestimada neste mapeamento, sendo agregada, sobretudo às áreas com agricultura pela similaridade espectral nas imagens. Aparece de forma evidente nas partes mais baixas (200-300 m de altitude) da grande paisagem das Chapadas Intermediárias e Baixas do Planalto da Serra Grande na área de Serra das Almas. Nessa área de Serra das Almas ela teria potencialmente ocupado apenas uma pequena parte (4% = 29,8 km²) da sua área total, encontrando-se razoavelmente (38%) preservada ou em estado de regeneração (38%). Porém, uma parte significativa (24%) encontra-se atualmente em estado de exploração intensiva para atividades agropecuárias.

Em termos dos complexos vegetacionais, que foram estabelecidos por se desconhecer efetivamente as suas características no terreno devido a limitações operacionais relacionadas à atividade de levantamento de campo, podem-se fazer as seguintes considerações:

(1) **Complexo galeria**. Esta classe de mapeamento foi proposta para designar todo um complexo fisionômico que se destaca nas imagens ETM+ por uma resposta marcadamente diferenciada por sua coloração verde-intenso na composição colorida empregada (5R4G3B), indicando uma alta resposta no infravermelho próximo. No interior deste corredor ou galeria, o padrão da imagem é muito complexo, com formas, tamanhos e comportamentos espectrais muito variados. No objetivo deste trabalho não houve interesse na discriminação das diferentes manchas, que teoricamente poderiam ser identificadas nesta escala de semidetalhe, como procedimento cartográfico que já foi adotado por Carvalho (1986) e Souza (2003). Nesta unidade de mapeamento que aparece nas três áreas de estudo, podem ser encontradas típicas florestas de galeria, cultivos permanentes e cíclicos, solo nu, pastagens, etc. Para esta categoria não foram estabelecidas as classes de dinâmica pelas razões acima apresentadas. Ela ocuparia uma parcela mais significativa na área de Betânia, ou seja, o correspondente a 4% (55,59 km²) da sua área total. Nas outras duas áreas ela ocuparia apenas uma parte insignificante (1%), ou seja, 10,82 km² em Serra das Almas e 8,09 km² em Curimataú.

(2) **Complexo Arbóreo.** Semelhantemente a classe anterior, propôs-se aqui esta denominação para abarcar um padrão complexo que se destaca nas imagens ETM+ por uma resposta regular associando áreas escuras (sombreadas), áreas com verde-escuro e com verde-claro. Neste ambiente predomina uma Caatinga Arbórea (Savana-Estépica Florestada), do tipo denso até formas de Caatinga mais abertas, em função da sua posição no relevo e tipo de solo dominante. Foi mapeada apenas na área de Serra das Almas, ocupando como ilhas isoladas as partes mais acidentadas da Paisagem das Chapadas Intermediárias e Baixas do Planalto da Serra Grande, onde as altitudes variam rapidamente de 300 a 600 metros. Na área de Serra das Almas encontra-se totalmente preservada e ocuparia potencialmente 10% da sua área total (73,65 km²). Ocupando uma área relativa um pouco mais expressiva (12% da sua área total = 182,37 km²) em Betânia, ela também se apresentava bem preservada (84% = 154,81 km²), sendo o restante da área mapeada (15% = 27,56 km²) ocupada por atividades agropecuárias.

(3) **Complexo Arbóreo-Arbustivo.** Propôs-se aqui esta denominação também para indicar a insegurança ao se classificar este padrão homogêneo nas imagens ETM+, de uma resposta singular de tonalidade subentendendo muito afloramento de solo e/ou rocha nua (os tons mais claros) e cobertura vegetal variada com misturas desiguais de árvores, arbustos e plantas herbáceas. Foi mapeada apenas na área de Serra das Almas, onde ocupa as partes mais baixas (menos de 300 m de altitude) e planas da mesma paisagem do complexo arbóreo acima apresentado. Em termos de conservação a situação do complexo arbóreo acima apresentado se inverte, porém em termos relativos essa cobertura ocuparia os mesmos 4% das áreas totais de Serra das Almas (27,69 km²) e de Betânia (55,59 km²). Ou seja, nesta última ela apresenta 47,95 km² de área conservada (86%) e em Serra das Almas apenas 22,02 km² desta mesma categoria dinâmica (80%).

Quanto às categorias dinâmicas de uso da terra podem ser feitas as seguintes considerações:

(1) **Cobertura vegetal original.** Corresponde ao somatório de todas as classes dinâmicas e nativas, tendo como hipótese de base que estas últimas estão associadas a ambientes específicos ou geossistemas.

(2) **Regeneração avançada.** Corresponde aos 4º e 5º estágios da sucessão natural definida pelo IBGE (1992). Foi distingüida da cobertura vegetal nativa (classe temática) por apresentar sinais de perturbações antrópicas leves, manifestada nas imagens orbitais por ligeiro mosqueado no padrão das classes originais. Nesta categoria devem prevalecer os estágios de regeneração condicionados pela cobertura vegetal original associada.

(3) **Regeneração intermediária.** Relacionada com o 3º estágio da sucessão natural definida pelo IBGE (1992). Nas composições coloridas utilizadas aparece com um padrão mosqueado com muitas variações coloridas, representando um estágio de regeneração do tipo arbóreo-arbustivo baixo, de idade intermediária.

(4) **Regeneração inicial.** Corresponde aos estágios iniciais (1 e 2) de sucessão natural definidas pelo IBGE (1992). Normalmente as diferenças entre estes estágios sucessionais não podem ser observadas em imagens orbitais. Considerando a época em que as imagens utilizadas foram obtidas e o processo interpretativo adotado, supõe-se que na maior parte dos casos, as áreas mapeadas nesta categoria correspondam a um estágio de regeneração de porte herbáceo-arbustivo baixo, de idade bastante variável de acordo com o meio e a pressão antrópica.

(5) **Agropecuária.** Apesar do IBGE (1992) afirmar ser fácil se delimitar os usos agrícolas (agricultura e pecuária), nas imagens esta delimitação nem sempre foi possível. Estas dificuldades podem ser atribuídas, em parte, às características semi-áridas dessas áreas, bem como, ao objetivo deste trabalho, que não se propunha chegar a este nível de precisão, o que exigiria um trabalho de campo bem mais intenso e rigoroso.

(6) **Solo exposto.** Corresponde às áreas com cobertura vegetal rara ou nula. Esta classe corresponde às áreas mais claras das composições coloridas utilizadas, com limites em geral lineares e formas geométricas retangulares ou semelhantes. No campo estavam associadas com áreas preparadas para cultivos, recém cultivadas, áreas degradadas e afloramentos rochosos.

4. Conclusões e sugestões

Em termos metodológicos a integração dos dados ambientais foi fundamental para mapear e diagnosticar a dinâmica da cobertura vegetal. Melhores resultados poderiam ser obtidos com uma abordagem interdisciplinar para maior integração, detalhamento e aprofundamento dos dados utilizados, bem como, uma base cartográfica completa e levantamentos de campo mais intensos.

O procedimento de análise das imagens a partir dos resultados da aplicação das técnicas de segmentação por crescimento de regiões com limiares de similaridade e área reduzidos (5 x 25), classificação e edição visual, mostrou-se fundamental para o mapeamento dinâmico da Caatinga. A incorporação da melhor resolução espacial do canal pancromático do ETM+/Landsat representou um ganho significativo na qualidade desses resultados. No entanto, todo este procedimento necessita ser aperfeiçoado, incluindo a incorporação de produtos obtidos por outros sistemas sensores.

Como diagnóstico fitogeográfico, conclui-se que é variável a situação atual da cobertura vegetal nas três áreas investigadas. Observa-se uma condição favorável em termos de conservação, como é o caso da Área de Serra das Almas (51% de vegetação), até uma condição bastante crítica, caso da Área de Curimataú (2%), passando pela condição intermediária, como a Área de Betânia (38%).

A legenda estabelecida, com seis classes temáticas principais, três classes temáticas complexas e mais seis classes temáticas dinâmicas, mostrou-se adequada para o objetivo pretendido e as condições do trabalho. O método de levantamento de campo eminentemente fisionômico-florístico-dinâmico aplicado permitiu caracterizar rapidamente o ambiente e a dinâmica da atividade antrópica local, fazer uma análise florística semiquantitativa e uma caracterização quantitativa da fisionomia da vegetação, enfatizando os seus aspectos estruturais, proporcionando avanços significativos no conhecimento preexistente.

Referências

- Araújo, F.S. **Estudos fitogeográficos do carrasco no nordeste do Brasil.** Campinas, 1998. 97p. Tese (Doutoramento em Biologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 1998.
- Bins, L.S. Fonseca, L.M.G.; Erthal, G.J.; Li, F.M. Satellite imagery segmentation: a region growing approach. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., 1996, Salvador. **Anais...** São Paulo: Imagem Multimídia, 1996. Seção de Comunicação. 1 CD-ROM.
- Carvalho, Vitor Celso. **Structure et dynamique de la végétation en milieu tropical semi-aride. La caatinga de Quixabá (Pernambuco, Brésil): du terrain à l'analyse des données MSS/Landsat.** São José dos Campos, 1986. 332 p. (INPE-4049-RPE/524). Tese (Doutoramento em Geografia Física e Gestão Ambiental) - Université de Toulouse II. 1986.
- Carvalho, V.C.; Pinheiro Júnior, O. **Mapeamento semidetalhado da cobertura vegetal das áreas de estudo, com uso de sensoriamento remoto e sistema geográfico de informações.** São José dos Campos: INPE, 2004. 356 p. (INPE-10476-PRP/241).
- Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga (Brasil). **Cenários para o Bioma Caatinga.** Recife: SECTMA, 2004. 283p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Malha municipal do Brasil: base de informações municipais**. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 setembro 2002.

Instituto de Planejamento do Ceará (Iplance). **Atlas do Ceará**. Fortaleza: 1997. 1 CD-ROM.

Maldonado, F.D.; Carvalho, V.C.; Sousa, C.L.; Martinelli, M.; Pinheiro Jr., O.; Santos, F.V. Levantamiento fisionómico estructural de la vegetación para proveer datos a las técnicas de percepción remota. **Multekina**. Aceito para publicação em: Setembro 2004.

Paraíba. Secretaria da Educação. **Atlas geográfico do Estado da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985. 100 p. Convênio com a Universidade Federal da Paraíba.

PROBIO. **Seminário sobre avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga**. Disponível em: <http://www.biodiversitas.org/caatinga>. Acessado em: Março 2002.

Richards, J.A. Clustering and unsupervised classification. In: ____ **Remote sensing digital image analysis: an introduction**. Berlin: Springer-Verlag, 1986. Cap.9, p.190-204.

Silva, F.B.R.; Riché, G.R.; Tonneau, J.P.; Souza Neto, N.C. de; Brito, L.T.L.; Correia, R.C.; Cavalcanti, A.C.; Silva, F.H.B.B. da; Silva, A.B. da; Araújo Filho, J.C. de; Leite, A.P. Caracterização das Grandes Unidades de Paisagem e Distribuição das Grandes Unidades de Paisagem e das Unidades Geoambientais. In: ____, **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA; Recife: EMBRAPA-CNPS. Coordenadoria Regional Nordeste, 1993a. V.1, 89p. (Documentos, 80).

Silva, F.B.R.; Riché, G.R.; Tonneau, J.P.; Souza Neto, N.C. de; Brito, L.T.L.; Correia, R.C.; Cavalcanti, A.C.; Silva, F.H.B.B. da; Silva, A.B. da; Araújo Filho, J.C. de; Leite, A.P. Caracterização das Unidades Geoambientais. In: ____ **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA; Recife: EMBRAPA-CNPS. Coordenadoria Regional Nordeste, 1993b. V.2, 387p. (Documentos, 80).

Silva, F.B.R.; Riché, G.R.; Tonneau, J.P.; Souza Neto, N.C. de; Brito, L.T.L.; Correia, R.C.; Cavalcanti, A.C.; Silva, F.H.B.B. da; Silva, A.B. da; Araújo Filho, J.C. de; Leite, A.P. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnóstico e prognóstico**. Recife: Embrapa Solos Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste ERP/NE; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. (Embrapa Solos, Documentos, 14). em CD ROM.

Souza, C.L. **Avaliação da pressão antrópica sobre a cobertura vegetal nos municípios de Cedro e Solidão (Sertão Pernambucano) com o uso de imagens TM/Landsat e Sistema de Informações Geográficas**. São José dos Campos: INPE, 2003. (INPE-10051-TDI/887). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2003.

Triparthy, G.K.; Ghosh, T.K.; Shah, S.D. Monitoring of desertification process in Karnataka state of India using multi-temporal remote sensing and ancillary information using GIS. **International Journal of Remote Sensing**, v.17, n.12, p. 2243-2257, 1996.

Velloso, A.L.; Sampaio, E.V.S.B.; Pareyn, F.G.C. (eds.). **Ecorregiões: Propostas para o bioma Caatinga**. PNE- Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental, The Nature Conservancy do Brasil, 2002, 76p.

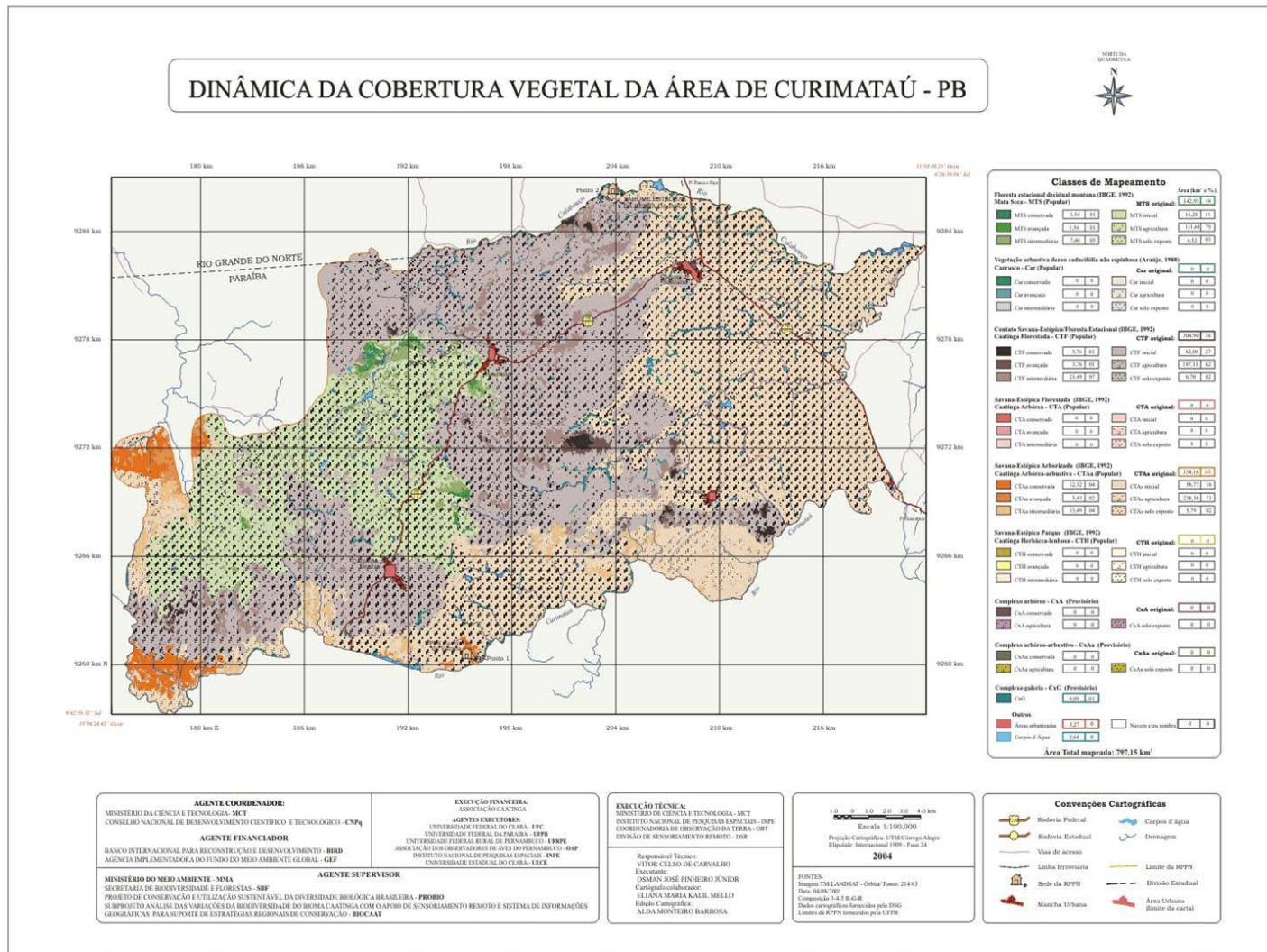


Figura 2. Mapa da área de Curimataú.

