



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbccs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

Andrade, J. B.; Oliveira, T. S.

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DA TERRA EM PARTE DO SEMI-ÁRIDO CEARENSE

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 28, núm. 2, 2004, pp. 393-401

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214034018>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

NOTA

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DA TERRA EM PARTE DO SEMI-ÁRIDO CEARENSE⁽¹⁾

J. B. ANDRADE⁽²⁾ & T. S. OLIVEIRA⁽³⁾

RESUMO

A cobertura vegetal exerce papel imprescindível à proteção e conservação dos recursos naturais, principalmente no que diz respeito aos solos. Este estudo teve como objetivo avaliar e analisar a dimensão espacial e temporal da ação antrópica na cobertura vegetal de parte do semi-árido cearense, utilizando imagens LANDSAT TM-5, de 1985 e 1994, e técnicas de geoprocessamento, para verificar a hipótese de que a degradação ambiental vem sendo intensificada. Foram confeccionadas cartas de vegetação, uso da terra, solos e hidrografia, obtendo-se cartas de sobreposição, por meio das quais se constatou o aumento de áreas degradadas nas diferentes unidades fitoecológicas. No período de uma década, comprovou-se o processo progressivo da degradação nas áreas dos municípios de Independência, Pedra Branca, Mombaça e Tauá, tendo as áreas do município de Pedra Branca apresentado menor degradação. A unidade fitoecológica mais degradada, dentre as estudadas, foi a Caatinga Arbórea Aberta, desencadeando processos de degradação e transformação das unidades circunvizinhas. Grande parte da área foi atingida por processos de degradação ambiental, com forte pauperização da biodiversidade, acompanhados por um rebaixamento geral das formações vegetais.

Termos de indexação: fotointerpretação, geoprocessamento, cobertura vegetal, semi-árido.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, da UFC. Recebido para publicação em julho de 2002 e aprovado em dezembro de 2003.

⁽²⁾ Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA. Cidade Universitária Paulo VI, Caixa Postal 09, CEP 65054-970 São Luís (MA). E-mail: juliane@uem.br

⁽³⁾ Professor do Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará – UFC. Campus do PICI, Bloco 807, CEP 60455-760 Fortaleza (CE). Bolsista do CNPq. E-mail: teo@ufc.br

SUMMARY: SPATIAL AND TEMPORAL-TIME ANALYSIS OF LAND USE IN PART OF THE SEMI-ARID REGION OF CEARÁ STATE, BRAZIL

The vegetation cover plays a key role in protection and conservation of natural resources, particularly concerning soils. This study had as objective to analyze space and time dimensions of anthropic influence on the vegetation cover in part of the semi-arid region of the Ceará State, Brazil. LANDSAT TM-5 satellite images of 1985 and 1994 combined with geoprocessing techniques were used to verify the hypothesis of intensification of environmental degradation. Maps of the vegetation cover, land use, soils, and hydrography were elaborated. They pointed out to an increase in degraded areas of the different phytogeographical units. During this decade, a progressive degradation process was verified in study areas of the Independência, Pedra Branca, Mombaça and Tauá counties. The Pedra Branca areas suffered the least from degradation. Among all areas, the sparse arborous Caatinga was the most degraded ecological unit, triggering degradation and transformation processes in the neighboring units. A large part of the area under investigation was environmentally degraded, with a substantial reduction of biodiversity, besides an overall downsizing of vegetal formations.

Index terms: photointerpretation, geoprocessing, vegetation cover, land use.

INTRODUÇÃO

A economia agrícola nordestina está fortemente sustentada na exploração dos recursos naturais, principalmente no que se refere ao extrativismo da cobertura vegetal, o superpastorejo de áreas nativas e a exploração agrícola sem qualquer tipo de preocupação conservacionista (Sampaio & Salcedo, 1997). Araújo Filho & Carvalho (1997) comentam que 73% do consumo de energia primária, para a indústria de alguns estados nordestinos, tem como fonte o carvão e a lenha e, em termos globais, o uso destas fontes atende a 33% do consumo de energia.

Considerando a produção média de lenha das caatingas ($24 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ou 70 esteres ha^{-1}) e o fator de conversão de lenha para carvão de $12,5 \text{ esteres } \text{ha}^{-1} \text{ Mg}^{-1}$ (IBAMA, 1992), estes números corresponderiam ao corte raso de $5,0 \times 10^{-3} \text{ km}^2$, no Ceará; $2,2 \times 10^{-3} \text{ km}^2$, no Rio Grande do Norte; $0,8 \times 10^{-3} \text{ km}^2$, na Paraíba, e $1,2 \times 10^{-3} \text{ km}^2$, em Pernambuco, conforme Sampaio & Salcedo (1997). Trata-se de proporções anuais pequenas (1,2 a 4,3%), mas como a vegetação leva de 10-15 anos para recuperar mais de 90% da biomassa original, tal retirada afeta áreas totais 10 a 15 vezes maiores. Os autores comentam que tais retiradas, associadas às áreas agrícolas, são responsáveis pela maior parte das áreas desmatadas nestes estados, o que corresponde a 53% (CE), 66% (RN), 49% (PB) e 55% (PE), em 1992, tendo crescido, respectivamente, 5, 21, 9 e 10% em 19 anos (IBAMA, 1993).

Estes dados tornam bastante evidente que as reservas florestais naturais estão sendo utilizadas para o suprimento desta demanda, com graves consequências, perfeitamente perceptíveis, a começar pela redução da biodiversidade (flora e

fauna), inclusive com espécies ameaçadas de extinção (Figueiredo et al., 1994), pela redução do potencial de produção agrícola de solos e pelas consequências sociopolíticas, evidentes pela migração sempre crescente do meio rural. Todos estes fatores culminam com a degradação do ambiente.

O presente estudo objetivou cartografar e analisar a dimensão espacial e temporal da ação antrópica na cobertura vegetal de uma área localizada em parte do semi-árido cearense, utilizando dados obtidos das imagens do satélite Landsat TM-5, nos anos de 1985 e 1994, associados às técnicas de geoprocessamento, para avaliar a hipótese de que a degradação ambiental observada na área tem-se intensificado.

MATERIAL E MÉTODOS

A área selecionada para o presente estudo (Figura 1) encontra-se no estado do Ceará, abrangendo partes dos municípios de Independência, Pedra Branca, Mombaça e Tauá. Estão situados nas microrregiões do Sertão de Crateús nº 18, do Sertão de Senador Pompeu nº 21 e do Sertão de Inhamuns nº 20. Juntos, totalizam uma área de $10.539,9 \text{ km}^2$ (IPLANCE, 1997). A área específica para o estudo abrange cerca de 3.338 km^2 , ou seja, 31,67% da área total dos municípios, encontrando-se entre as coordenadas geográficas: $05^{\circ} 20' \text{ E}$ e $05^{\circ} 48' \text{ LS}$ e $39^{\circ} 32' \text{ E}$ e $40^{\circ} 20' \text{ WG}$. Abrange parte da Depressão Sertaneja, atingindo altitudes entre 200 m (nível mais baixo) e 500 m (nível mais alto) e parte dos maciços residuais com níveis altimétricos variando de 500 a 700 m. Envolve as bacias hidrográficas do

Alto Jaguaribe e do Banabuiú, sendo os rios destas bacias em geral temporários.

A região apresenta o clima 4aTh (tropical quente de seca attenuada e seca de inverno) pela classificação de GausSEN, com 7 a 8 meses secos, índice xerotérmico entre 200 e 150 e, pela classificação de Köppen, tipo de clima BSw'h' (clima quente e semi-árido, com estação chuvosa podendo atrasar para o outono), com temperaturas médias de 25 a 28 ° e amplitude térmica de 5 ° superiores a 18 °C no mês mais frio. A precipitação pluvial média anual varia entre 550 e 650 mm. O relevo na região apresenta-se plano, suave ondulado e ondulado (Brasil, 1973).

A área em estudo está constituída predominantemente por quatro unidades fitoecológicas representativas espacialmente: Caatinga Arbórea Densa (CAD), Caatinga Arbórea Aberta (CAA), Caatinga Arbustiva Aberta (CArA) e Caatinga Subarbustiva (CS).

A Caatinga Arbórea apresenta árvores altas, chegando a 20 m; caules retilíneos e um sub-bosque constituído de árvores menores e subarbustos efêmeros, encontrada na depressão periférica sob rochas cristalinas (Ferreira, 1997). O dossel contínuo, o porte e o sub-bosque fechado levaram à denominação de Caatinga Arbórea Densa (CAD). O outro tipo de Caatinga Arbórea, a Aberta (CAA), é constituído por indivíduos altaneiros, isolados, de copas largas, com a mesma altura das árvores da comunidades anterior; no entanto, por ser composta por uma vegetação mais esparsa, apresenta amplos espaços de solos descobertos.

A degradação da Caatinga Arbórea determina o aparecimento de outra unidade abrangente à área de estudo, a Caatinga Arbustiva. Tal degradação, acelerada pelo homem, tem origem nos processos globais de degradação ambiental favorecidos pelos períodos críticos de semi-aridez acentuada. Esta

comunidade caracteriza-se por apresentar árvores de porte mais baixo (10 m) e cujas folhas caem totalmente na época seca; caules retorcidos e esbranquiçados. A densidade maior ou menor dos indivíduos componentes da comunidade é que determina a Caatinga Arbustiva Densa (CAD), Aberta (CAA) e a Caatinga Subarbustiva (CS).

De acordo com a classificação citada por Brasil (1973), atualizada conforme EMBRAPA (1999), encontraram-se, na área de estudo, solos das classes: Brunizém Avermelhado (Chernossolos Argilúvicos), Bruno Não-Cálcico (Luvissolos Crônicos), Latossolo Vermelho-Escuro (Latossolos Vermelhos), Litólicos Eutróficos (Neossolos Litólicos), Planossolo Solódico (Planossolos Háplicos), Podzólico Vermelho-Amarelo (Argissolos Vermelho-Amarelos e, ou, Luvissolos Crônicos e, ou, Hipocrônicos), Solonetz Solodizado (Planossolos Nátricos) e Terra Roxa Estruturada (Nitossolos Vermelhos).

Para este estudo, foram selecionadas imagens analógicas (em papel fotográfico) na escala de 1:100.000 e digitais (em CD-ROM) do sensor TM-Landsat 5 (canais 3, 4 e 5) na escala de 1:250.000, passagens de 20/07/1985 e 14/08/1994, com menos de 10% de nuvens. Como apoio cartográfico, utilizaram-se as Cartas Planimétricas (DSG-SUDENE) na escala de 1:100.000, referentes às folhas de Independência (SB-24-V-D-I), Várzea do Boi (SB-24-V-D-IV), Boa Viagem (SB-24-V-D-II) e Mombaça (SB-24-V-D-V), o Mapa Exploratório-Reconhecimento de Solos do Ceará (Brasil, 1973) e o Atlas do Ceará (IPLANCE, 1997), com o intuito de complementar informações obtidas a partir das imagens digitais.

O processamento digital dos dados foi realizado no Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING versão 3.2), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A técnica de manipulação de contraste utilizada consiste da transferência radiométrica em cada "pixel" com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem. Esta transferência radiométrica é realizada com ajuda de histogramas, manipulados para obter o realce desejado. As imagens foram segmentadas, de onde se extraíram objetos relevantes para a aplicação desejada. O tipo de classificador utilizado foi o de Crescimento de Regiões, com um limite de similaridade e tamanho da área de 12 e 14, respectivamente. Esse procedimento foi de grande importância na interpretação do uso da terra, visto que grande parte da área correspondente a essa classe foi segmentada com sucesso. Utilizou-se a classificação supervisionada baseada no método Máxima Verossimilhança (MAXVER). Foram identificadas, nas imagens, áreas representativas de cada classe (correspondentes aos planos de vegetação, uso da terra e solos), levando em consideração sua homogeneidade, sem descartar a variabilidade dos níveis de cinza.

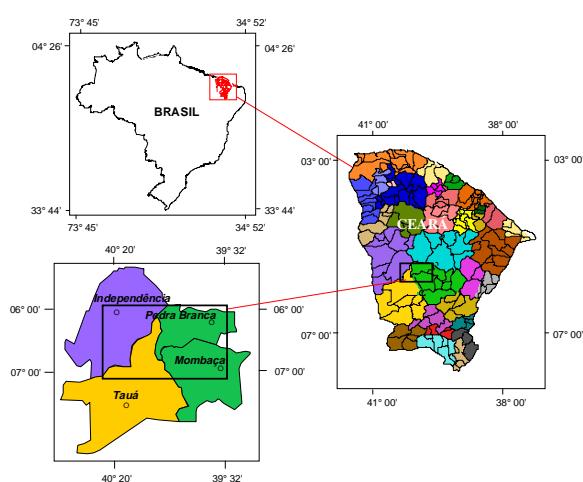


Figura 1. Localização da área de estudo.

Os resultados obtidos na classificação foram ajustados por interpretação visual, baseada nos elementos de fotointerpretação, ou seja, na tonalidade, forma, sombra, textura, densidade, no padrão e posição geográfica. Esses elementos convencionais que compõem a chave de interpretação foram imprescindíveis à obtenção das seguintes classes: CAA, CAD, CARA, CS, Mata de Galeria (MG), Solo Descoberto (SD) e Uso da Terra (UT). Algumas semelhanças com relação a alguns padrões fotográficos foram encontradas, como as da caatinga e da mata seca, sendo homogeneizadas mediante as semelhanças dos padrões fotográficos, descartando-se composição florística, resultando na classe CARA.

As áreas com culturas perenes, anuais e semiperenes também sofreram uma homogeneização, isso porque foi impossível separá-las em virtude não só do grande fracionamento das terras que ocorre na área, mas também da escala das imagens (1:100.000 e 1:250.000). As que apresentaram uma área mapeável, graças à sua forma e padrão, foram homogeneizadas numa única classe, a qual foi denominada de UT, incluindo ainda áreas desmatadas e abandonadas, queimadas, etc. Foram incorporadas também a essa classe as áreas com pastagens, as quais, por terem seus tamanhos bastante reduzidos, eram impróprias à classificação.

Na classe de SD, também foram considerados tanto os afloramentos rochosos como os solos desnudos ocasionados pelos processos de degradação. A classe CS com estrato herbáceo não permitiu a homogeneização, visto que apresentava características próprias, identificadas principalmente no período chuvoso. Outra classe que não permitiu a homogeneização foi a de MG, sendo definida como matas que se estendem ao longo dos rios.

Foram confeccionadas cartas dos planos interpretados e suas classes, fazendo o plano rede viária e núcleos urbanos presentes em todas elas. Para que o objetivo do estudo fosse alcançado, as cartas con-

feccionadas foram comparadas, analisadas e suas áreas calculadas e, para isso, algumas características foram consideradas, tais como: condições climáticas (seco ou úmido); destruição da cobertura vegetal e ação do homem. Os resultados foram apresentados em modo descritivo e em forma cartográfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1, são apresentados os totais de cada classe de vegetação e do uso da terra nos municípios de Independência, Pedra Branca, Mombaça e Tauá, nos anos de 1985 e 1994. Observou-se, pelos resultados apresentados e pela figura 2 que, em relação à área total do estudo, 23,5%, ou seja, 781,083 km², corresponderam à classe CAD, no ano de 1985, e 25,5%, a 817,530 km², em 1994. Observou-se, portanto, um aumento de 36,447 km² (5%) no nível florístico dessa unidade, a qual se apresenta com árvores altas, em torno de 8 a 10 m, densamente distribuídas (Brasil, 1973). O relativo aumento na composição florística dessa classe pode ser explicado pelo seu alto poder de regeneração, após o simples abandono da terra. Segundo Sá et al. (1994), a composição florística das caatingas apresenta espécies dotadas de um forte poder de rebrota e capazes de reconstituir o ambiente num período relativamente curto (10-15 anos).

Pela sobreposição das cartas de vegetação e do uso da terra (Figura 2), foi detectado um aumento das áreas degradadas no período de dez anos na classe CAD. Em 1985, essa unidade fitoecológica apresentava-se com 167,86 km² de sua cobertura vegetal agredida, o que foi intensificado, em 1994, quando esse número aumentou para 354,68 km². Esse crescimento pode ser justificado pelo aumento do número de estabelecimentos agropecuários, segundo dados do IBGE (1995), na área correspondente à classe CAD, na qual se encontram partes dos municípios

Quadro 1. Classes de vegetação e uso da terra e respectivas áreas de partes dos municípios de Independência, Pedra Branca, Mombaça e Tauá, nos anos de 1985 e 1994

| Classe | 1985 | 1994 |
|----------------------------------|-----------|-----------|
| km ² | | |
| Caatinga arbórea densa (CAD) | 781,083 | 817,530 |
| Caatinga arbórea aberta (CAA) | 1.300,277 | 822,637 |
| Caatinga arbustiva aberta (CARA) | 718,131 | 550,433 |
| Caatinga subarbustiva (CS) | 166,380 | 131,812 |
| Mata de galeria (MG) | 50,857 | 12,442 |
| Solo descoberto (SD) | 315,299 | 871,882 |
| Uso da terra | 293,722 | 327,890 |
| Lagos | 9.843 | 7.077 |
| Total | 3.635.592 | 3.541.703 |

de Pedra Branca e Mombaça. Observou-se pelos dados obtidos que houve um aumento no número total de estabelecimentos de 2.436 para 5.903 e 4.757 para 5.574, entre 1985 e 1995, nos respectivos municípios (Quadro 2).

A CAA, a CArA, a CS e a MG apresentaram um decréscimo de 37; 23; 21 e 75%, respectivamente. A área de SD apresentou um crescimento considerável de 176% no período de dez anos, enquanto o uso da terra aumentou 12%.

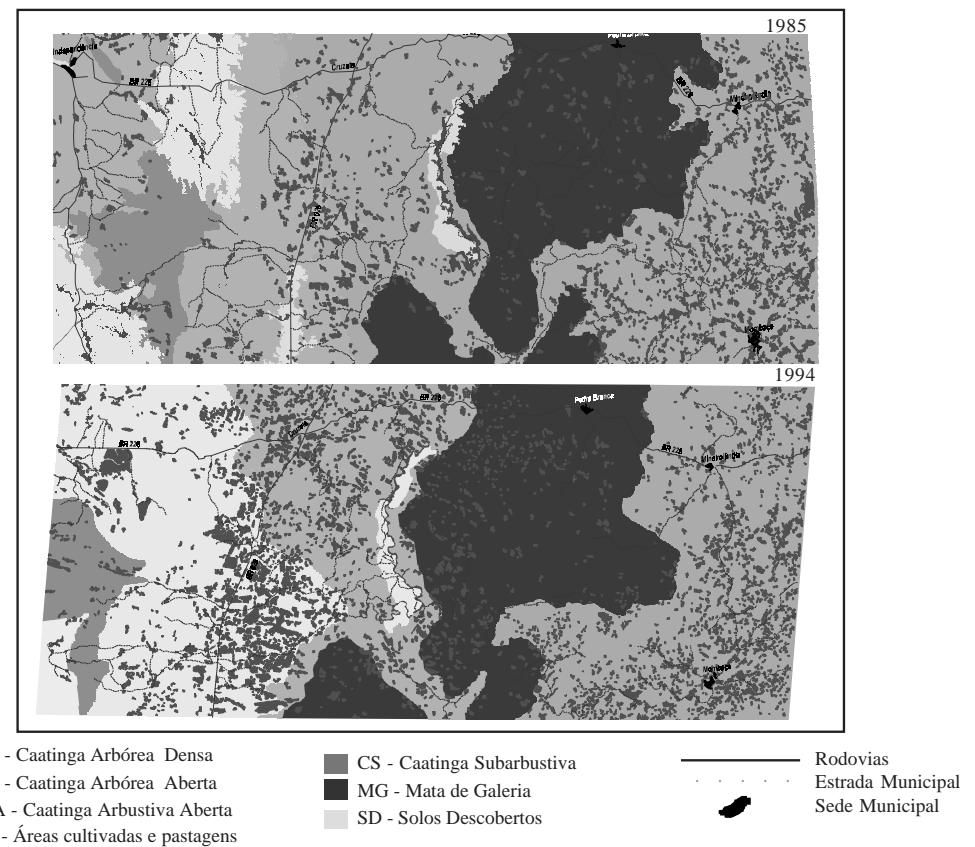


Figura 2. Sobreposição das cartas de vegetação e áreas cultivadas e pastagens (interpretação a partir da imagem Landsat TM-5, WRS 217/064A; passagens em 20 de julho de 1985 e 14 de agosto de 1994).

Quadro 2. Mudanças na estrutura fundiária dos municípios de Pedra Branca e Mombaça (CE) entre os anos de 1985 e 1995

| Classe de propriedade | Pedra Branca | | | | | | Mombaça | | | | | |
|----------------------------|--------------------|-------|------------|--------|------------|-------|--------------------|-------|------------|---------|------------|-------|
| | Nº estabelecimento | | Área total | | Área média | | Nº estabelecimento | | Área total | | Área média | |
| | 1985 | 1995 | 1985 | 1995 | 1985 | 1995 | 1985 | 1995 | 1985 | 1995 | 1985 | 1995 |
| ha | | | | | | | | | | | | |
| Mto pequena (< 10 ha) | 541 | 4.229 | 2.996 | 11.133 | 5,5 | 3 | 2.268 | 3.607 | 9.407 | 9.347 | 4 | 2,5 |
| Pequena (10-100 ha) | 1.572 | 1.483 | 54.238 | 42.218 | 34,5 | 28 | 2.078 | 1.657 | 75.626 | 55.455 | 36 | 33,5 |
| Média (100-1.000 ha) | 321 | 188 | 72.963 | 37.817 | 227 | 201 | 403 | 305 | 82.759 | 64.414 | 205 | 211 |
| Grande (1.000-10.000 ha) | 2 | 3 | 2.640 | 3.645 | 1.320 | 1.215 | 8 | 5 | 12.953 | 9.322 | 1.619 | 1.864 |
| Muito Grande (> 10.000 ha) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | 2.436 | 5.903 | 132.837 | 94.813 | 1.587 | 1.447 | 4.757 | 5.574 | 180.745 | 138.538 | 1.864 | 2.111 |

Fonte: IBGE (1985) e IBGE (1995).

Observou-se que, na imagem referente ao ano de 1985, 39% da área estudada correspondia à classe CAA, ou seja, 1.300.277 km², enquanto, em 1994, apenas 822.637 km² (25,6 %) da cobertura vegetal continuava inalterada. Esta é formada por uma vegetação aberta com amplos espaços de solos descobertos ou apenas com plantas herbáceas. Sua composição florística é mais simples, em consequência da maior intervenção humana e de fatores ecológicos desfavoráveis. O decréscimo observado nesta unidade em uma década pode ser explicado por alguns indicadores, como a aguda irregularidade das precipitações pluviométricas.

De acordo com dados obtidos pela Fundação Cearense de Meteorologia, (FUNCÉME), entre os anos de 1980 a 1994, o comportamento da precipitação nos municípios estudados, em 1994, apresentou-se bem mais irregular do que no ano de 1985 (Figura 3). Durante a maior parte do ano, praticamente não há fluxo hídrico (Souza, 1997). Assim, a vegetação arbórea/arbustiva perene perde as folhas, fazendo com que o solo fique exposto durante sete a nove meses/ano, e, durante as secas, por dois ou mais anos. Ela está compreendida nas classes de solos: Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (Luvissolo Crômico) e, ou, Argissolo

Vermelho-Amarelo) e Bruno Não-Cálcico (Luvissolo Crômico) (Figura 4). Estes solos apresentam boa fertilidade com relação aos demais, ocorrendo nestes solos uma ausência das caatingas arbóreas densas, substituídas por arbustos isolados, cactáceas e invasoras mais adaptadas ao ambiente impactado.

Tais solos são intensivamente explorados, no caso do Bruno Não-Cálcico (Luvissolo Crômico), pela cultura do algodão, e do Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (Luvissolo Crômico e, ou, Argissolo Vermelho-Amarelo), pelas culturas de subsistência e comerciais; nestes solos, as espécies de alto porte são disseminadas (Sá et al., 1994). Sendo assim, observa-se que a CAA passou por um processo de degradação (perdendo suas características) originado pelos períodos críticos de semi-aridez acentuada, determinando, assim, o aparecimento de outro tipo de Caatinga, a Arbustiva Aberta (Figura 2).

Com o produto da sobreposição das cartas de vegetação e uso da terra (Figura 2), pode-se observar com bastante clareza a ação do homem e comprovar a afirmação de Mendes (1986). Esse autor comenta que a aceleração do processo de degradação do semi-árido nordestino depende muito mais do mau uso dos recursos naturais pelo homem do que do agravamento dos fatores climáticos.

A CARA apresentou um decréscimo de 167.698 km² (37 %) no decorrer de uma década. Sua redução mostrou-se bastante significativa, pois, como pode ser observado na figura 2, grande parte da área ocupada por esta unidade em 1985, cerca de 718.131 km² (21,5 %), passou a pertencer a outra unidade correspondente a SD, comprovando a afirmação de Coimbra Filho & Câmara (1996), quando citam que a caatinga é uma formação vegetal descaracterizada.

O aumento das áreas degradadas, como a diminuição da classe CAA no ano de 1994, foi agravado pelos efeitos conjugados das atividades antrópicas predatórias e da seca. Em 1985, esta classe apresentava-se com 40.463 km² de sua cobertura agredida; em 1994 (Figura 2), entretanto, esse número aumentou para 74.861 km². Porém, não se deve esquecer que parte dessa unidade fitoecológica também sofreu uma perda de suas características, tendo sido, na interpretação do ano de 1994, classificada como SD. As áreas que sofreram essa mudança fazem parte dos municípios de Tauá e Independência.

O processo de degradação ambiental começa a desencadear-se com a retirada da cobertura vegetal, tornando-se preocupante o nível de crescimento que essas áreas atingiram e que possam vir a atingir. Este processo é ainda favorecido pelas associações com solos Bruno Não-Cálcico (Luvissolo Crômico), nos quais é comum a presença de pedregosidade superficial (Brasil, 1973), restringindo o seu aproveitamento para culturas. O sobrepastoreio tem contribuído significativamente para a degradação desta classe (Araújo Filho & Carvalho (1996).

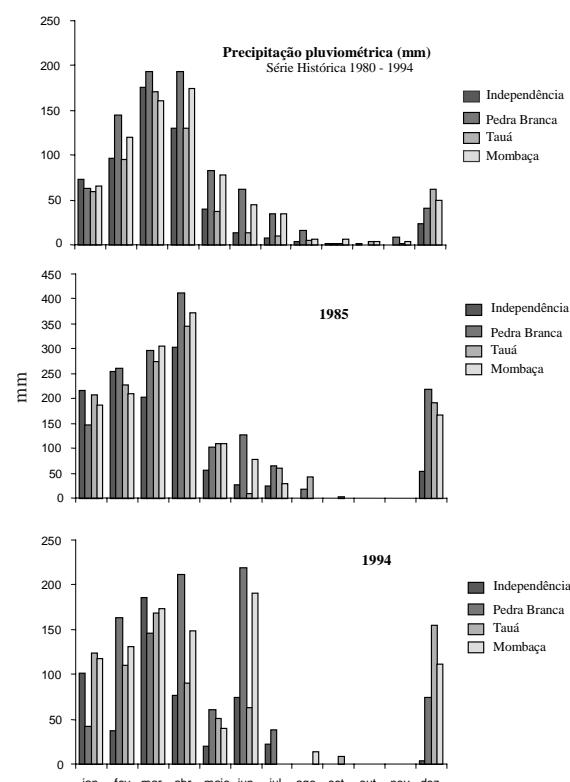


Figura 3. Precipitação pluviométrica nos municípios de Independência, Pedra Branca, Tauá e Mombaça (Ceará).

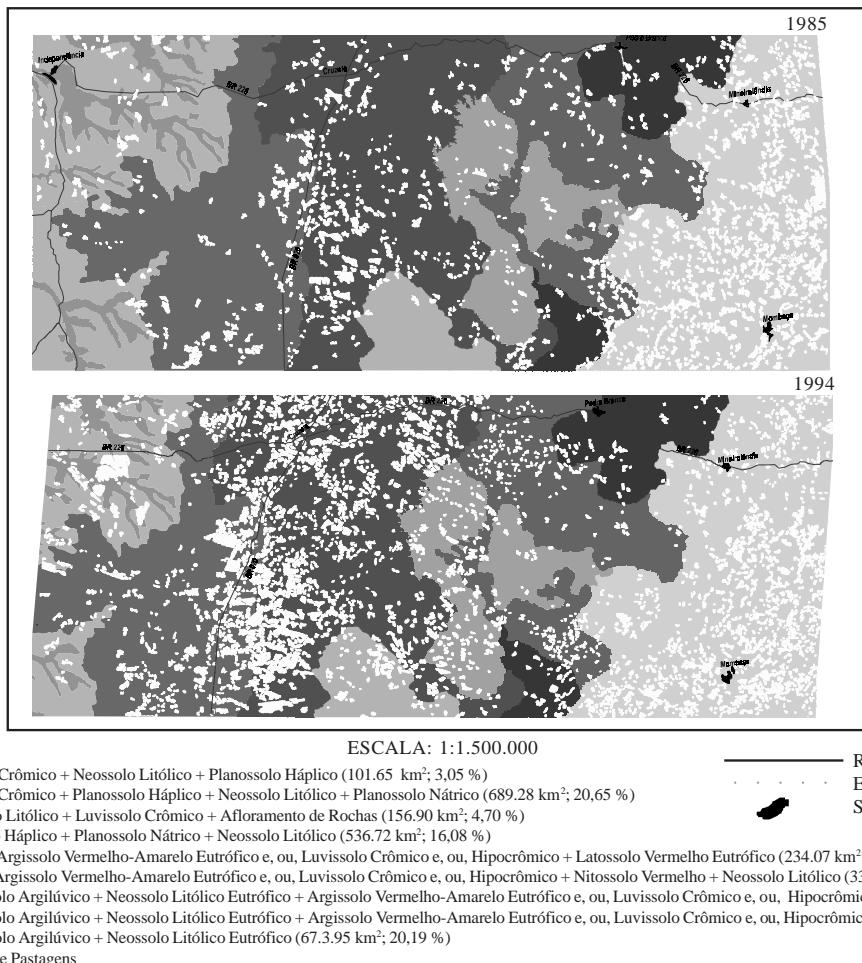


Figura 4. Sobreposição das Cartas de Solos e áreas cultivadas e pastagens (Interpretação a partir da imagem Landsat TM-5, WRS 217/064A; passagens em 20 de julho de 1985 e 14 de agosto de 1994).

As áreas compreendidas por SD apresentaram um aumento de aproximadamente 176%, correspondendo a 556,583 km². Pode-se constatar (Figura 2), que esse aumento deveu-se à descaracterização da classe CArA na interpretação feita no ano de 1994. Segundo IBGE (1995), o número de estabelecimentos agropecuários nessa unidade diminuiu de 3.914, em 1985, para 3.011, em 1995, abrangendo principalmente áreas do município de Independência (Quadro 3). Utilizando cartas de sobreposição de solos e uso da terra (Figura 3), foi detectado um aumento das áreas degradadas nessa classe. Em 1985, essa unidade apresentava-se com 3.815 km² de sua área agredida; em 1994, entretanto, esse número passou para 119.160 km². Esse aumento foi observado principalmente nas áreas do município de Tauá e às margens da BR-020.

A destruição da cobertura vegetal leva a uma maior exposição da superfície do solo, diminuindo

ainda mais a precipitação e modificando, assim, os microclimas locais e superficiais. Este quadro condiciona também a perda de solo pela ação dos agentes erosivos, a maior oxidação da matéria orgânica e a redução da capacidade de retenção de água dos solos. Durante as secas periódicas, esses fenômenos são agravados drasticamente, provocando a morte de grande número de plantas da flora nativa e a redução do número de animais por falta de alimentos e água (Mendes, 1986). Apesar das condições climáticas desfavoráveis e a provável vocação ecológica do semi-árido nordestino para a degradação, quando não ocorre a intervenção humana, este ecossistema se recupera.

A unidade CS não sofreu alterações muito significativas (Figura 2), ocorrendo um decréscimo de 34,568 km² (21%) na área observada, principalmente pela irregularidade climática. Nessa classe, é grande a freqüência de afloramentos

Quadro 3. Mudanças na estrutura fundiária dos municípios de Independência e Tauá (CE) entre os anos de 1985 e 1995

| Classe de propriedade | Independência | | | | | | Tauá | | | | | |
|----------------------------|--------------------|-------|------------|---------|------------|-------|--------------------|-------|------------|---------|------------|-------|
| | Nº estabelecimento | | Área total | | Área média | | Nº estabelecimento | | Área total | | Área média | |
| | 1985 | 1995 | 1985 | 1995 | 1985 | 1995 | 1985 | 1995 | 1985 | 1995 | 1985 | 1995 |
| ha | | | | | | | | | | | | |
| Mto pequena (< 10 ha) | 1.380 | 1.875 | 6.806 | 4.401 | 5 | 2 | 643 | 3.569 | 3.116 | 8.254 | 5 | 2 |
| Pequena (10-100 ha) | 1.839 | 698 | 63.600 | 27.691 | 34 | 39 | 1.727 | 1.476 | 75.195 | 59.369 | 43,5 | 40 |
| Média (100-1.000 ha) | 648 | 401 | 174.420 | 112.977 | 269 | 282 | 9.3 | 848 | 215.587 | 185.772 | 239 | 219 |
| Grande (1.000-10.000 ha) | 47 | 37 | 90.353 | 64.624 | 1.922 | 1.746 | 30 | 39 | 51.223 | 56.207 | 1.707 | 1.441 |
| Muito Grande (> 10.000 ha) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | 3.914 | 3.011 | 335.179 | 209.693 | 2.300 | 2.069 | 3.303 | 5.932 | 345.121 | 309.602 | 1.994,5 | 1.702 |

Fonte: IBGE (1985) e IBGE (1995).

rochosos, comprometendo o recobrimento vegetal em condições de menor pluviosidade total anual.

As condições climáticas também comprometeram a classe de MG, correspondendo a um decréscimo de 44,415 km² e o aparecimento dos lagos que tiveram suas áreas decrescidas em 2,766 km² no ano de melhor condição em termos de pluviosidade.

CONCLUSÕES

1. No período de uma década, compreendida entre os anos de 1985 e 1994, comprovou-se o processo progressivo da degradação nas áreas dos municípios de Independência, Pedra Branca, Mombaça e Tauá, tendo a área correspondente ao município de Pedra Branca apresentado menor degradação.

2. A unidade fitoecológica mais degradada, dentre as estudadas, foi a Caatinga Arbórea Aberta (CAA), desencadeando processos de degradação e transformação das unidades circunvizinhas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à colaboração da equipe do Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA.

LITERATURA CITADA

ARAÚJO FILHO, J.A. & CARVALHO, F.C. Desenvolvimento sustentado da caatinga. Sobral, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. 19p (Circular Técnica, 13).

BRASIL. Ministério da Agricultura/ Ministério do Interior. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará. Recife, 1973. 301p. (Boletim Técnico, 28; Série Pedologia, 16)

COIMBRA FILHO, A.F. & CÂMARA, I.G. Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, FBCN, 1996. 86p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1999. 412p.

FERREIRA, M.I.M.M. Análise temporal do uso das terras em área do município de Viçosa do Ceará - Ce. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1997. 51p. (Tese de Mestrado)

FIGUEIREDO, M.A.; VERDE, L.W.L.; CORRÊA, H.B.; MIRANDA, P.T.C.; FERNANDES, A.; BRAID, E.C.M.; SILVA, E.V. & CAMPOS, J.A. Relatório técnico-científico sobre recursos biológicos e condições de biodiversidade. In: RECURSOS BIOLÓGICOS E CONDIÇÕES DE BIODIVERSIDADE. Fortaleza, Projeto Áridas, 1994. p.142-155. (Projeto Áridas).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Agropecuário do Ceará. Rio de Janeiro, 1985. n.1.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Agropecuário do Ceará. Rio de Janeiro, 1995. n.1.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE - IBAMA. Documentos e relatório final. In: REUNIÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO SETOR FLORESTAL DO NORDESTE, 1., Recife, Anais, Recife, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE - IBAMA. Plano de manejo florestal para a região do Seridó do Rio Grande do Norte. Natal, IBAMA, 1992. 3v.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO CEARÁ - IPLANCE. Atlas do Ceará. Fortaleza, 1997. 64p.

MENDES, B.V. Desertificação do semi-árido. In: SEMINÁRIO SOBRE DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE. Fortaleza, 1986. Anais, Fortaleza, 1986. p.111-115.

SÁ, I.B.; FOTIUS, G.A. & RICHÉ, G.R. Degradação ambiental e reabilitação natural do Trópico Semi Árido brasileiro. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, Fortaleza, 1994, Anais. Fortaleza, 1994. p.310-332.

SAMPAIO, E.V.S.B. & SALCEDO, I. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semi-árida. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, 1997. CD-ROOM.

SOUZA, M.J.N. Geomorfologia. In: INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO CEARÁ - IPLANCE. Atlas do Ceará. Fortaleza, 1997. p.18-19.