CARTOGRAFIA APLICADA NO AUXILIO DE ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS E EFEITOS DA DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CABROBÓ — PE

MARIA JOSÉ CREMILDA FERREIRA ALVES[1]
RENNAN CABRAL NASCIMENTO[1]
SIMONE SAYURI SATO[2]

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE [1,2]
Centro de Filosofia e Ciências Humana – CFCH[1]
Centro de Tecnologia e Geociências – CTG[2]
Departamento de Geografia1, Departamento de Engenharia Cartográfica[2], Recife, PE
mjcreme1991@hotmail.com, rennancabral2@yahoo.com.br, simone.sato@ufpe.br

RESUMO - Este artigo tem o objetivo de colaborar na compreensão do fenômeno da desertificação no semiárido nordestino por meio de resultados de análises de solo e de vegetação no município de Cabrobó, Estado do Pernambuco. O estudo trata de inventariar os processos de degradação da vegetação e dos solos para reconhecer as áreas susceptíveis ao processo de desertificação através do auxilio da Cartografia que tem como objetivo monitorar os processos erosivos por intermédio de mapeamento em microescala. É usado programa de geoprocessamento e dados de sensoriamento remoto para a análise espaço temporal.

ABSTRACT - This article has the objective of contribute to the understanding the phenomenon of the desertification in the semiarid northeast by means from the results of analyzes soil and vegetation in the municipality of Cabrobó, State of Pernambuco. The study deals with inventory the processes of degradation vegetation and soils to recognize the areas susceptible to desertification through the assistance of the Cartography that aims at monitoring erosive processes by mapping microscale. It is used GIS software and remote sensing data for the multi-temporal analysis.

1 INTRODUÇÃO

A desertificação é um fenômeno que ocorre em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, desencadeado por efeitos climáticos e intensificado pela ação do homem, devido a fatores econômicos, sociais e culturais e tem como consequências perda dos solos e desaparecimento da biodiversidade, Oliveira (2008).

Para Santos *et al* (2010), a degradação do solo na região semiárida resulta de processos naturais, que podem ser induzidos ou catalisados pelo homem por meio do uso inadequado dos recursos naturais, produzindo a deterioração da cobertura vegetal, do solo e dos recursos hídricos. O problema ambiental que mais se destaca na região Nordeste, sendo um dos mais importantes é a erosão e, na região semiárida, mesmo não possuindo um período de chuvas regulares ao longo do ano, sofre nas ocorrências de eventos extremos de chuva onde surge a erodibilidade dos solos que consequentemente degrada a vegetação nativa da região conhecida como caatinga.

A ação antrópica é a responsável pela intensificação desta degradação ambiental, tanto nos países desenvolvidos quanto em vias de desenvolvimento. Mas qual é o impacto das atividades humanas sobre o ambiente natural? A resposta está no estudo das ciências naturais, que busca encontrar soluções para diversos problemas que afetam o equilíbrio ecológico do planeta, tais como: poluição do ar e da água, desmatamento, erosão dos solos, perda da biodiversidade e a desertificação. Mas para este estudo é preciso conhecer geograficamente a área que sofre ou sofreu algum desequilíbrio.

Assim, o estudo proposto apresenta uma forma de inventariar os processos de degradação da vegetação e dos solos em áreas susceptíveis ao processo de desertificação, em seguida avaliar os processos erosivos, realizando o monitoramento da área através de análise multi-temporal de imagens de satélite. O tratamento cartográfico destas imagens geram insumos para as análises de ocupação da terra e índices de vegetação, podendo, a partir destas análises, prever impactos ambientais e dar suporte para aplicação de manejo e recuperação de áreas já degradadas do município de Cabrobó. A forma de apresentação destes resultados é dada em forma de mapas de períodos distintos da região que tematizando a vegetação relacionada com a presença de solo expostos ou solos rasos e que a partir da análise visual, podem indicar as áreas mais vocacionadas a erosão e a desertificação.

Para auxiliar nesta análise são levadas em conta as seguintes considerações: nas áreas afetadas pela desertificação nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, a vegetação (caatinga) apresenta-se com porte reduzido e maior espaçamento entre os seus componentes do que nas demais áreas, geralmente coincidindo com a presença da caatinga hiperxerófila aberta. Nesse tipo característico da caatinga, o solo e a desertificação podem surgir espontaneamente, havendo, pois, a possibilidade de sua preexistência no Nordeste. Para identificar essa possibilidade, é analisada a característica fundamental do fenômeno da desertificação no semiárido nordestino: a presença de manchas de solo exposto que são geralmente áreas de solos raso, sem capacidade de retenção de água e com limitações físicas e químicas. O solo apresentado desta forma é o condicionante das áreas mais intensamente degradadas por entre caatingas mais altas e mais densas.

A degradação do solo pode ser definida como um processo que reduz a capacidade atual ou potencial do solo para produzir bens ou serviços. O solo é considerado degradado se os processos naturais e antropogênicos atuantes diminuírem a quantidade e qualidade da produção de biomassa, encarecendo os custos com a recuperação (Snakin et al., 1996). A degradação das condições do solo é um processo significativo, por ser dificilmente reversível, visto que os processos de formação e regeneração ocorrem de forma predominantemente lenta (Sombroek & Sene, 1993).

Quanto ao papel da vegetação frente às ações erosivas, CASSOL (1981) esclarece que a mesma intercepta as gotas de chuva, dissipando a energia cinética da queda e evita o seu impacto direto sobre a superfície, o que reduz o grau de desagregação do solo. Além disso, a cobertura vegetal e o material orgânico reduz a velocidade do escoamento superficial pela formação de barreiras mecânicas, o que diminui o transporte de sedimentos.

Segundo Santos (2005), a erosão laminar se destaca pela combinação da ação desagregadora do impacto das gotas de chuva com a força de arrasto, causada pelo escoamento superficial.

O conhecimento destas variáveis combinadas com o mapeamento das áreas que se deseja monitorar pode-se facilmente discernir as informações referentes ao índice de vegetação e de erosão e é neste trabalho que será mostrado o resultado desta combinação de ciências.

2 METODOLOGIA

A atividade de monitoramento das erosões laminar inicia-se com a implantação de pinos (estacas) sobre o solo. Esta técnica é sugerida por Guerra et al. 2002, e é denominada como pinos de erosão. Não há regras específicas quanto às dimensões de cada parcela, numa estação experimental, mas Morgan (1986, 2005) junto com o autor citado afirmam que as parcelas deveriam ter no mínimo 10 metros de comprimento e 1 metro de largura, para que seja possível mensurar as perdas de solo que ocorrem a cada evento chuvoso, quando se promove escoamento superficial. Toda estação experimental deve ter próxima a ela, ou mesmo fazendo parte dela, um pluviômetro ou, se for possível, um pluviógrafo, para que sejam registrados os totais pluviométricos diários, permitindo assim a determinação da intensidade da chuva, o que torna possível fazer associações com as perdas de água e solo. A Figura 1 apresenta um Pino de erosão visto em perfil.

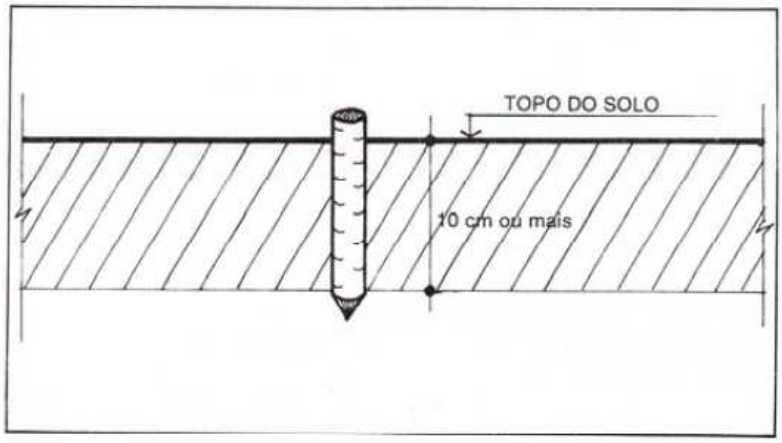

Figura 1 - Pino de erosão visto em perfil
Fonte: Guerra (2002).

Existem várias maneiras de se instalar uma estação experimental, porém o mais importante segundo Guerra (2002) é:

a) Que as parcelas (Figura 2, que mostra um exemplo) devem ter larguras e comprimentos iguais, para que seja possível a comparação entre elas;
b) Indispensável à existência de um pluviômetro, pelo menos, ou pluviógrafo;

c) Devem ser feitos diferentes tratamentos em cada uma das parcelas;
d) Devem ser separadas por madeira, ferro galvanizado, pequenas muretas, ou algum outro tipo de material;
e) Devem ser colocados galões coletores de água e sedimento, na parte mais baixa de cada parcela;
f) Antes de atingir o coletor, o material chega até uma calha, a mais conhecida é a GerlachTrough (calha de Gerlach), que deve estar protegida contra a ação direta das gotas de chuva;
g) As coletas de água e sedimentos devem ser diárias, se possível, ou pelo menos semanais. Essas são apenas algumas regras gerais, mas dependendo do local e dos objetivos da estação experimental, outros princípios podem ser adotados.

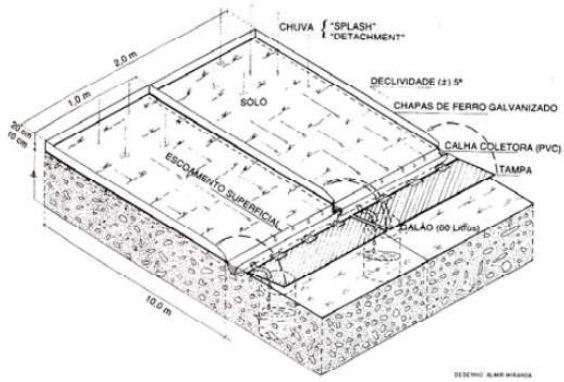

Figura 2 - Parcela para monitoramento de runoff.
Fonte: Guerra (2002).

Assim conhecido o método de estações experimentais, prossegue-se com a continuidade da delimitação da área e das distâncias de estaqueamento e que foram realizadas através de medições com trena. Uma área na encosta com o tamanho total de 100 metros é delimitada, sendo os 50 metros mais altos em área com cobertura vegetal e os outros 50 metros restantes desprovida de cobertura vegetal, isto é, nesta área apresenta-se com algumas espécies de gramíneas bem espaçadas uma das outras. Um total de dez estacas é utilizado, ou seja, de uma ponta até a outra, a cada 10 metros é estaqueado.

Uma vez realizado o estaqueamento, é realizado o georreferenciamento de todas as estacas com medições de GPS (Global Positioning Systems). A partir desta etapa, a área de estudo está apta a ser monitorada, com visitas técnicas regulares no período de 6 em 6 meses.

Os dados coletados das estacas georreferenciadas são utilizados para a confecção dos mapas do nível de erosão, conforme mostra a Figura 3. Para a geração destes mapas utilizou-se o programa ArcGIS 10.1 a partir dos dados de potencial agrícola e o de irrigação do Município de Cabrobó. Na Figura 3, o lado esquerdo apresenta o mapa do nível de erosão de 2013 e do lado direito apresenta essa mesma temática no ano de 2014. A área mostrada no mapa se refere à Fazenda Novo Horizonte, que está inserida no Município de Cabrobó.

Na análise de processos erosivos da área um condicionante indispensável é o conhecimento da cobertura vegetal natural, conforme já descrito anteriormente, na metodologia adotada, esta informação é conseguida através do mapa do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, conhecido como NDVI que é justamente extraído a partir do processamento de imagens de satélites de dois períodos correspondentes a 1985 e 2010. Para conseguir este nível de informação, foi utilizado o software ERDAS ENGINE, função Model Maker, cujas etapas são a determinação da radiância e refletância extraída das imagens para finalmente determinar os índices de vegetação NDVI. Detalhamentos desta metodologia pode ser encontrada em Nascimento et al (2014). O índice de vegetação da diferença normalizada ou NDVI são valores que indicam a sensibilidade e a condição da vegetação verde numa determinada área. Os valores variam de -1 a +1. Em superfícies com vegetação, o NDVI varia de 0 (quase sem vegetação) a 1 (totalmente ou na sua maioria vegetada). Para água e nuvens o NDVI é menor que 0. Obtido pela razão da diferença da banda do vermelho com a banda do infravermelho próximo pela soma da mesma de acordo com a Equação 1d e Allen *et al* (2002).

$$\mathrm{NDVI} = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v} \quad (1)$$

Onde: ρ_v é refletância na banda do vermelho e a ρ_{iv} refletância na banda do infravermelho próximo. As medidas de índice de vegetação têm, na maioria das vezes, ligação direta com o valor de biomassa, área foliar, cobertura do solo e rendimento agrícola (Antunes *et al.*, 1993).

Após encontrar os valores de NDVI, as imagens são inseridas no software ArcGis 10.1 para realização da sua classificação. Assim, foram gerados os mapas com seis classes de NDVI, Figura 4, sendo cinco correspondentes a

variação fitofisionômica da vegetação. Nestes mapas é possível observar as alterações da região de vegetação da caatinga nesta região específica de Cabrobó.

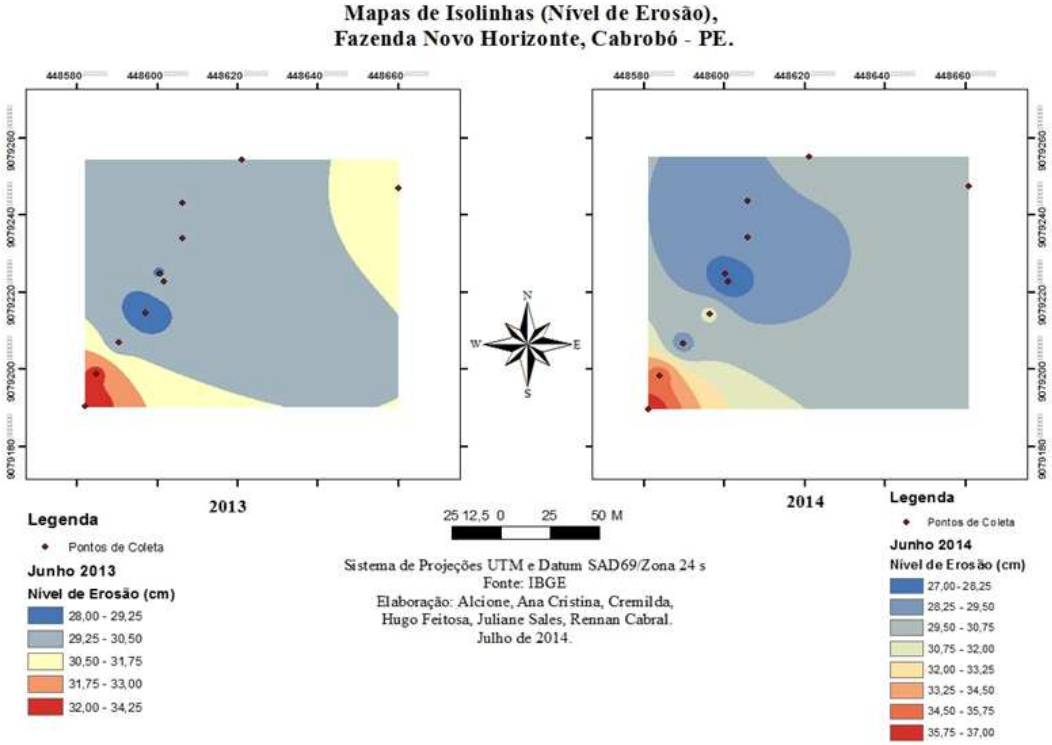

Figura 3 - Mapa do nível de erosão, Fazenda Novo Horizonte, Cabrobó - PE.

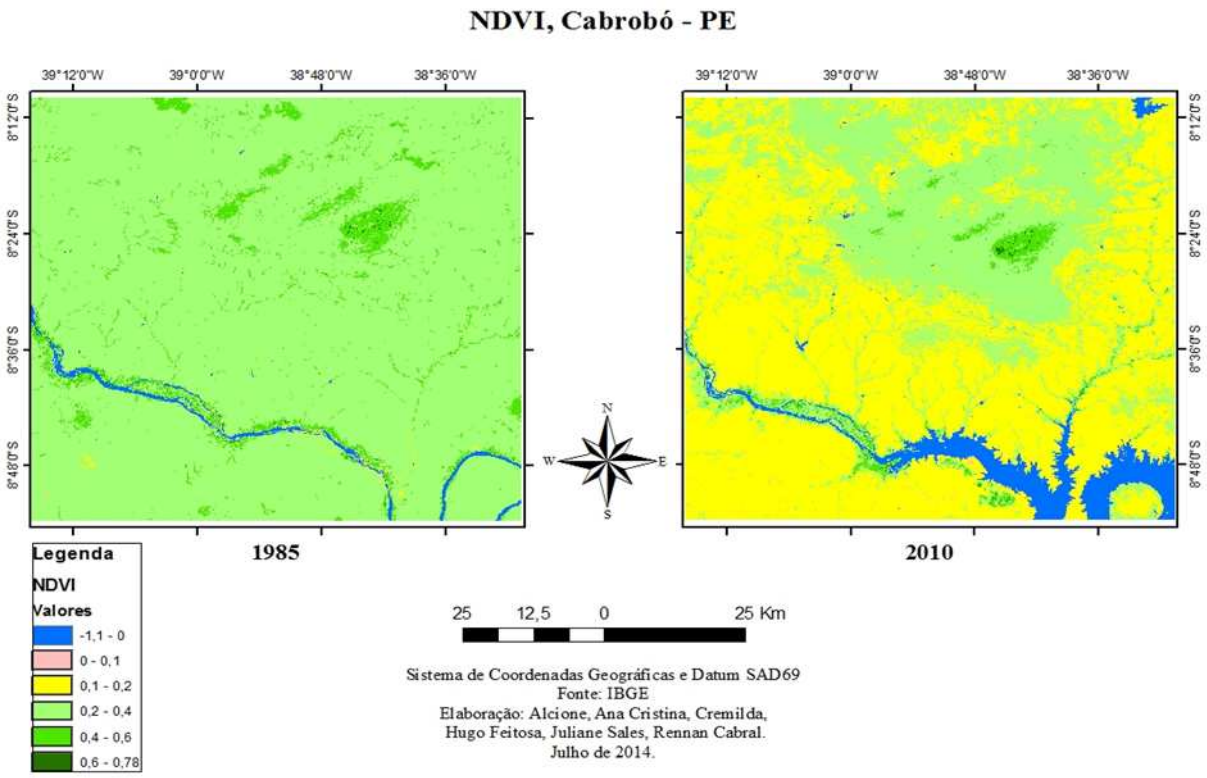

Figura 4 – Mapas Temáticos de NDVI Extraídos das Imagens de Satélite Landsat 5 TM, datada de 1985 e 2010. Fonte: Nascimento et al (2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise comparativa do mapa de 1985 e do ano de 2010 mostrou que houve alterações do uso do solo consideráveis: no mapa de 2010 (cena a direita da Figura 4) é apresentado um aumento de solo exposto e uma redução da vegetação visivelmente significativa. Constata-se que a cobertura vegetal arbustiva está sendo deteriorada quando é apresentado no mapa o solo desnudado. Esta característica promove a formação de uma crosta superficial decorrente do impacto direto das gotas de chuva, o que reduz a infiltração da água e aumenta o escoamento superficial causando a erosão laminar. Isto diminui as possibilidades de estabelecimento da cobertura vegetal. Os solos descobertos são muito susceptíveis à erosão hídrica e eólica, causando uma remoção líquida de nutrientes das áreas degradadas.

Os resultados do monitoramento erosivo que ocorreu em três anos (Dezembro/2011 – Julho/2014), tem demostrado um nível de erosão laminar em uma das encostas, conforme apresentou o mapa do lado direito da Figura 3. Esta condição é geralmente causada pelo mau uso do solo advindo da redução da cobertura vegetal na área. Como foi abordado no texto anteriormente. De todas as estacas de monitoramento erosivo que tinham uma profundidade de 30 cm no solo, cinco delas mais ao norte do mapa representam área de cobertura vegetal, e os outros pontos mais ao sul são de área sem cobertura vegetal.

Esta constatação pode ser validada a partir da análise visual do primeiro mapa à esquerda do ano de 2013, conforme Figura 3, pode-se dizer que as estacas que correspondem aos pontos acima do mapa, isto é, de áreas vegetadas, apresentam as menores variações dos índices de movimento de massa superficial. Os valores medidos em campo a partir do monitoramento de estacas foram de 28 a 31 cm. Em relação as que estão localizadas mais ao sul, observa-se valores mais variados, entre 28 e 34,25 cm. No mapa do nível de erosão que equivale ao ano de 2014, ressalta-se que as alterações dos níveis de erosão não foram significativas nos locais onde as estacas apresentam áreas de vegetação e, portanto sofre menos erosão laminar, já o processo erosivo é intensificado quando comparado às áreas de estacas sem vegetação.

Vale ressaltar que ao passar dos anos de monitoramento, esses índices tendem a se intensificarem ainda mais, e que três anos é uma pequena demonstração desses processos.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos e analisados neste trabalho apontam fragilidade no ambiente da área de estudo e pode se estender a região toda do município de Cabrobó, pois ainda hoje esses ambientes sofrem com os impactos da interferência antrópica, sobretudo com as atividades agrícolas que retiram a cobertura vegetal para a realização dessas atividades.

O período do monitoramento de erosão da área estuda deveria ser maior, pois quanto maior for o número de anos de investigação melhor será o diagnóstico deste ambiente, sobretudo na caatinga, bioma que apresenta apenas alguns meses de concentração pluviométrica. Vale ressaltar que ao passar dos anos de monitoramento, esses índices tendem a se intensificar ainda mais, e que três anos é uma pequena demonstração desses processos.

A falta de cobertura vegetal e o uso inadequado do solo leva ao processo de desertificação, notadamente a região semiárida possui uma vulnerabilidade maior que as demais regiões do país em desenvolver esse processo, que muitas vezes ocorre naturalmente devido às condições climáticas e pedológicas.

O uso e a análise das imagens de satélite, georreferenciamento dos dados e da confecção de mapas temáticos facilita a verificação imediata dos locais e extensões de áreas com avanços consideráveis na degradação (erosão) do solo, podendo inclusive indicar ou prevenir a desertificação, desta forma pode-se evitar este avanço do processo de desertificação e revertê-lo a tempo.

Para que não ocorra o processo da desertificação deve haver um uso e manejo adequado do solo repondo permanentemente os nutrientes necessários a sua manutenção após as práticas agrícolas, com cuidados para manter uma cobertura vegetal para que o solo não fique exposto ao intemperismo físico e químico. É preciso urgentemente, educar a população e para gerar sustentabilidade tanto ambiental como econômica.

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, Z. B. **Análise da desertificação nos sertões dos Inhamuns – Ceará, no contexto das políticas públicas e o papel da mídia**. Dissertação de mestrado em desenvolvimento e meio ambiente. Universidade Federal do Ceará – UFC. Programa de pós-graduaçãoem desenvolvimento e meio ambiente – PRODEMA.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.

CASSOL, E.A. **A experiência gaúcha no controle da erosão rural**. In: Simpósio sobre o controle da erosão, 2, São Paulo. Anais p.149-81, 1981

GUERRA, A. J. T., SILVA, S. S. BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos**. Editora Bertrand Brasil, 3º edição, 2007.

GUERRA, A. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia Exercícios Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro, Bertrand, 2ª ed. 2002, 343p.

GUTIÉRREZ, J.R. & SQUEO, F.A. Importância de los arbustos em los ecosistemas semiáridos de Chile. Ecosistemas, 2004/1 Disponível em :<URL: http//www.aeet.org/ ecosistemas/041/investigacion2.htm>

SAADI, A. **Os sertões que viram desertos**. B. Inf. SBCS, 25:1:10- 17, 2000.

SNAKIN, V.V.; KRECHETOV, P.P.; KUZOVNIKOVA, T.A.; ALYABINA, I.O.; GUROV, A.F. & STEPICHEV, A.V. **The system of assessment of soil degradation. Soil Technol**. 8:331-343, 1996.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Processos de desertificação ocorrentes no Nordeste do Brasil: Sua gênese e sua contenção.** Recife, SEMA/SUDENE, 1982. 101p