

INTRODUÇÃO

Segundo a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, entende-se como desertificação a degradação das terras nas zonas áridas, semi-áridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas (ONU, 1997). As zonas áridas, semi-áridas e subúmidas secas são definidas a partir do Índice de Aridez resultante da razão entre os valores de Precipitação e Evapotranspiração (fórmula de Thornthwaite). Os processos de desertificação dependem, fundamentalmente, da fragilidade natural do meio frente às ações de uso e ocupação do solo e da conseqüente susceptibilidade aos processos de degradação, sendo que, a fragilidade encontra-se basicamente marcada pelas características climáticas e edáficas locais, e o mau uso do solo, em sistemas naturalmente secos, constitui o principal desencadeador dos processos de degradação que compõem a desertificação.

Portanto, a desertificação caracteriza-se como um processo essencialmente dinâmico, resultante da interação de fatores naturais e antrópicos, produzindo redução da biodiversidade, perda de produtividade das terras agrícolas, instabilidade econômica e política e, por vezes, chegando a ser considerada como contribuinte das mudanças climáticas do planeta.

A ocorrência dos processos de desertificação no Brasil restringe-se, portanto, à porção semi-árida e subúmida seca de seu território. Potencialmente, abrangendo todos os Estados nordestinos, à exceção do Maranhão, e incluindo também a porção norte do Estado de Minas Gerais. Concentrando-se nos limites do Polígono das Secas, que ocupa cerca de 950.000 km², abrange mais de 1.000 municípios e é ocupada por mais de vinte milhões de habitantes (KHAN & CAMPOS, 1995).

O semi-árido nordestino é caracterizado pela ocorrência de diversas variáveis que se associam à desertificação, dentre as quais destacam-se: os baixos índices pluviométricos, a irregularidade das precipitações no tempo e no espaço; a ocorrência de ventos

quentes e secos; a intermitência sazonal das drenagens; a forte incidência de radiação solar; a baixa capacidade de retenção de água; a antiga e intensa ocupação da terra; a utilização de técnicas rudimentares de uso do solo; e a marginalidade cultural, política e econômica de sua população.

O governo brasileiro instituiu no ano de 1997 a Política Nacional de Controle da Desertificação, aprovada pela Resolução nº 238, de 22/12/97, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1997), estabelecendo, entre seus objetivos, a formulação de propostas de gestão ambiental e uso dos recursos naturais, a prevenção da degradação e a articulação entre diferentes esferas de governo (MMA, 1998).

Dada a relevância e atualidade do tema, o objetivo deste trabalho é apresentar um histórico dos principais estudos e mapeamentos regionais acerca dos processos de desertificação no país e compará-los, de forma a estruturar o estado da arte no Brasil e identificar as lacunas e necessidades para direcionamento de futuros estudos nesta área, fundamentais para a implementação da Política Nacional de Controle da Desertificação.

Histórico dos Estudos Regionais da Desertificação no Brasil

O início dos estudos mais sistematicamente relativos à ocorrência da desertificação no Brasil remonta aos anos 70, com o Professor Vasconcelos Sobrinho (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971), ao destacar que os ventos quentes e secos, que caracterizam o ambiente semi-árido do Nordeste brasileiro, seriam, em grande parte, responsáveis pelos altos índices de evaporação dos solos, rios e depósitos de água, bem como pela desidratação dos seres vivos (incluindo-se aí as plantas, os animais e o homem). A estes estudos se seguiram outros que, baseados em propósitos, métodos de avaliação e escalas de trabalho variadas apresentaram resultados ora bastante distintos, ora complementares entre si.

Em 1977, por ocasião da Conferência Internacional das Nações Unidas para o Combate à Desertificação – UNCOD, a desertificação tornou-se tema de debate mun-

que especialmente aborda aspectos relativos à promoção de parcerias entre os países e organizações doadoras e os países afetados, destaca que o combate à desertificação deve abranger os objetivos de: prevenir e/ou reduzir a degradação das terras; reabilitar àquelas parcialmente degradadas; e recuperar as áreas degradadas. Neste instrumento também se destacam, dentre as principais categorias de obrigações firmadas às suas partes: a preparação, por parte dos países participantes afetados, de programas nacionais de ação de combate à desertificação e o estabelecimento de estratégias e prioridades para combater à desertificação, por parte dos demais países participantes afetados pela desertificação.

Finalmente, com vistas a gerar os subsídios informacionais básicos necessários às discussões relativas à elaboração do Plano Nacional de Combate à Desertificação (no atendimento das obrigações internacionalmente assumidas), o Ministério do Meio Ambiente realizou, no ano de 1997, mais dois mapeamentos temáticos regionais referentes à desertificação no Brasil: “Ocorrência de Desertificação e Áreas de Atenção Especial no Brasil” (MMA/PNCD, 1997a) e o mapa de “Susceptibilidade à Desertificação no Brasil” (MMA/PNCD, 1997b).

Cabe esclarecer que o Plano Nacional de Combate à Desertificação se encontra em processo permanente de reelaboração, da mesma forma que, ainda está em discussão a definição dos aspectos relativos à real abrangência e o dimensionamento das áreas de risco e/ou ocorrência dos processos de desertificação no território brasileiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os Mapeamentos Acerca da Desertificação no Brasil

Considera-se, para fins deste estudo, a análise dos seguintes mapeamentos:

- Zoneamento das Áreas mais Predispostas à Desertificação no Brasil – **Zoneamento Clima**;
- Susceptibilidade aos Processos de Desertificação, 1ª aproximação e Susceptibili-

dade à Desertificação no Brasil (que apresentam o mesmo conteúdo informacional para a área de interesse) – **Susceptibilidade Desertificação**;

- Zoneamento das Áreas em Processo de Degradação Ambiental no Trópico Semiárido do Brasil – **Zoneamento Degradação**;
- Mapa de Ocorrência de Processos de Desertificação No Nordeste, 1ª aproximação – **Ocorrência Desertificação 1ª**;
- Mapa de Ocorrência da Desertificação – **Ocorrência Desertificação 2ª** e;
- Mapa de Ocorrência de Desertificação e Áreas de Atenção Especial no Brasil – **Ocorrência Desertificação 3ª**.

O “Zoneamento das Áreas mais Predispostas à Desertificação no Brasil” (NIMER, 1980) baseia-se unicamente na utilização de indicadores climáticos, com destaque aos dados relativos à duração e época de ocorrência dos períodos secos e variabilidade pluviométrica anual.

É preciso assinalar, no entanto, que as áreas mais predispostas à desertificação não se encontram unicamente subordinadas às limitações climáticas, ainda que estas se apresentem de forma determinante, pois outros condicionantes ambientais precisam estar presentes e interrelacionados para proceder-se à determinação de alguma predisposição ambiental à desertificação.

As críticas a esse trabalho referem-se, portanto, especialmente às limitações apresentadas pela metodologia empregada na classificação. Onde, a par da ausência de informações relativas aos dados-base utilizados, a utilização de indicadores unicamente associados a aspectos climáticos reflete apenas uma classificação climática do território, ao invés de identificar áreas de variadas condições predisponentes à desertificação (como se propõe).

Já o mapa de “Susceptibilidade aos Processos de Desertificação, 1ª aproximação” (UFPI/IBAMA, 1992b), segundo Rodrigues et al. (1993) busca identificar os diferentes graus de susceptibilidade da região Nordeste brasileira à desertificação. Para isto, utiliza-se da identificação de áreas correspondentes às classes de Índice de Aridez, segundo os

critérios adotados por UNEP (1992), onde os valores entre 0,21 e 0,50 referem-se às terras semi-áridas; entre 0,51 e 0,65, às subúmidas secas; e acima de 0,65, às subúmidas úmidas e úmidas (estas não sujeitas à desertificação).

Nesse contexto, esta classificação, basicamente centrada no levantamento e na análise de variáveis climáticas associadas ao Índice de Aridez – relação Precipitação e Evapotranspiração Potencial, também se limitam a uma avaliação climática regional. Neste mapeamento, as classes relativas aos graus, “muito alta” e “alta susceptibilidade”, respectivamente, referem-se àquelas áreas de clima semi-árido e subúmido seco. Desconsiderando-se aspectos relativos às possíveis intervenções antrópicas ou às fragilidades naturais do meio físico e biológico. Aspectos que agregariam maior embasamento para uma real avaliação da susceptibilidade ambiental à desertificação.

No “Zoneamento das Áreas em Processo de Degradação Ambiental no Trópico Semi-árido do Brasil” (RICHÉ et al., 1994), utiliza-se da integração de dados relativos às características dos tipos de solo predominantes (bruno não cálcicos, litólicos, podzólicos eutróficos, terras roxas estruturadas, cambissolos e planossolos) e de informações relativas às práticas de manejo a eles impostas, além de tomar como base cartográfica o Zoneamento Agroecológico do Nordeste (EMBRAPA, 1993), aspecto que determina que suas unidades de mapeamento sejam correspondentes às Unidades Geoambientais anteriormente definidas.

A documentação relativa a esse mapeamento expõe, com bastante clareza que, os maiores riscos à desertificação no semi-árido brasileiro concentram-se nas áreas de maior adensamento populacional e maior variabilidade pluviométrica, portanto, em nenhum momento sequer se propõe a identificar áreas em processo de desertificação, representando assim, unicamente as áreas de diferentes níveis de degradação do solo.

No entanto, no mapa de “Ocorrência de Processos de Desertificação No Nordeste, 1ª aproximação” (UFPI/IBAMA, 1992a), Rodri-

gues et al. (1995) propõem-se identificar áreas de ocorrência e classificam diferentes níveis de gravidade dos processos de desertificação. Para isto, o estudo toma como base a aplicação de uma matriz de indicadores (variáveis causais e resultantes), que é analisada em função dos critérios de presença (1) ou ausência (0) de cada indicador considerado, tendo como unidade de mapeamento as microrregiões homogêneas.

Os indicadores utilizados são: Densidade Populacional, Sistema de Propriedade da Terra (fundião), Mineração, Qualidade de Água, Salinização, Ocupação Antiga (tempo de ocupação), Mecanização, Estagnação (econômica), Pecuarização, Erosão, Perda de Fertilidade, Área de Preservação, Emigração, Defensivos Agrícolas, Área Agrícola >50%, Bovinocultura, Caprinocultura, Ovinocultura, e Crescimento Populacional.

As críticas com relação a esse trabalho recaem especialmente com relação a superestimação dos resultados apresentados, uma vez que dados e informações relativas a algumas e restritas áreas foram projetadas para microrregiões como um todo (GOMES, 1995). Além disso, sua metodologia de trabalho baseia-se apenas em referências relativas à presença ou ausência dos indicadores selecionados, desconsiderando assim, as variadas interferências determinadas por participações mais ou menos significativas dos referidos indicadores.

Já visando atualizar os resultados apresentados pelo mapa de “Ocorrência de Processos de Desertificação, 1ª aproximação” (UFPI/IBAMA, 1992a), para o mapa de “Ocorrência da Desertificação” (FERREIRA et al., 1996) foram realizados novos estudos voltados à aplicação da mesma matriz de indicadores utilizada por Rodrigues et al. (1995), tendo, porém, sido acrescentada a variável/indicador Susceptibilidade Climática (cujos dados foram obtidos a partir do mapa de “Susceptibilidade aos Processos de Desertificação, 1ª aproximação” (UFPI/IBAMA, 1992b)).

Esse mapeamento incorre na mesma limitação apontada em seu antecessor, uma vez que se baseia na análise de uma matriz de presença e ausência de indicadores (abs-

traindo-se de fazer considerações relativas às diferentes participações dos indicadores considerados) cujos resultados obtidos, em escala local, são projetados para a escala microrregional, sem nenhum tratamento ou adequação da informação.

Por outro lado, os métodos utilizados na confecção do mapa de “Ocorrência de Desertificação e Áreas de Atenção Especial no Brasil” não são apresentados muito claramente. Segundo Saito (2000), baseados em comunicação pessoal de João Arthur Social Seyffarth, este diagnóstico da ocorrência de processos de desertificação estaria baseado nos trabalhos de Ferreira et al. (1996), Torrico (1994) e Sá (1996), tomando como unidade básica de mapeamento as microrregiões homogêneas.

As críticas feitas por Saito (2000) ao trabalho de Ferreira et al. (1996), em termos de superestimação da extensão espacial dos processos analisados em virtude da utilização de uma unidade de informação com grande variância interna de dados e também em termos das contradições existentes entre os próprios indicadores de desertificação elencados, são igualmente válidas para o mapa de “Ocorrência de Processos de Desertificação No Nordeste, 1ª aproximação” e para o mapa de “Ocorrência da Desertificação”, por apresentarem a mesma base metodológica do estudo de Ferreira et al. (1996).

Por fim, cabe assinalar que, ainda que o mapa de “Susceptibilidade aos Processos de Desertificação, 1ª aproximação” apresente as limitações apontadas anteriormente, o seu produto foi considerado como base temática para a elaboração do mapa de “Susceptibilidade à Desertificação no Brasil” (MMA/PNCD, 1997b), mapa este que se baseia na reprodução dos resultados constantes do primeiro mapa de Susceptibilidade (UFPI/IBAMA, 1992b). No entanto, ao acrescentar os limites do Polígono das Secas – áreas que não haviam sido analisadas e, conseqüentemente, classificadas anteriormente (especificamente a porção norte do estado de Minas Gerais) – que são, neste mapeamento, arbitrariamente considerados como pertencentes à determinada classe de susceptibilidade, o MMA, além de descaracterizar a metodologia

original de trabalho, compromete fortemente a confiabilidade dos resultados apresentados.

Dessa forma, mesmo diante dos vários mapeamentos temáticos já realizados na busca do delineamento geoespacial da desertificação no Nordeste do Brasil, observa-se, portanto, que permanece à busca da caracterização espacial dos domínios territoriais da desertificação naquela região.

Para possibilitar a análise comparativa destes mapeamentos, objeto deste estudo, considera-se como área de interesse, coincidente nos diferentes mapeamentos, o polígono relativo ao Trópico semi-árido nordestino, que é obtido a partir de Riché et al. (1994) e, por definição, incorpora toda área sujeita a ocorrência de processos de desertificação na região. Além da delimitação de uma área de estudo comum aos diferentes mapeamentos, os mapeamentos de ocorrência foram tratados com o mesmo status de mapeamentos de susceptibilidade. Isto em virtude da grande generalização dos dados feitas nestes mapeamentos de ocorrência (Mapa de Ocorrência de Processos de Desertificação No Nordeste, 1ª aproximação, Mapa de Ocorrência da Desertificação, e Mapa de Ocorrência de Desertificação e Áreas de Atenção Especial no Brasil), que não lhes confere um caráter descritivo, mas sim preditivo.

A análise comparativa destes mapeamentos é realizada em meio digital, contando com o apoio do programa Arc-View, versão 3.2, com destaque às extensões Geoprocessing, Spatial Analysis e Grid Analyst. São realizadas análises relativas aos procedimentos metodológicos utilizados na constituição de cada mapa temático, avaliações qualitativas e quantitativas dos resultados apresentados por estes mapas e análises de correlação mapa a mapa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Comparativa

A totalização das áreas classificadas pelos mapeamentos temáticos considerados e inseridas no polígono do Trópico semi-árido nordestino é listada na Tabela 1.

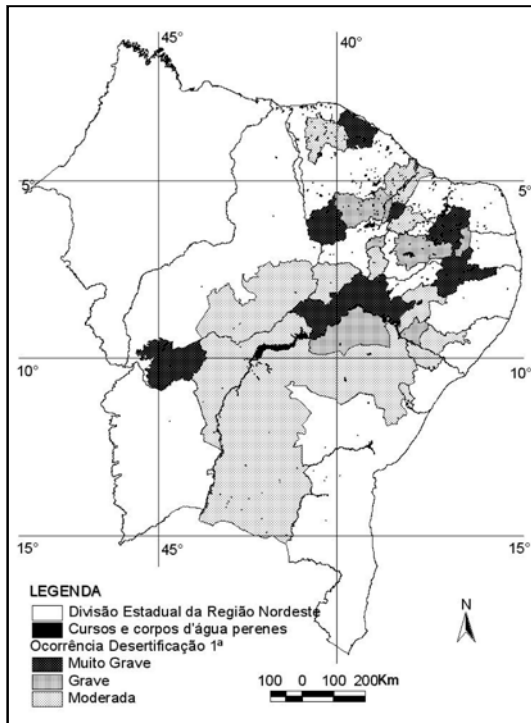


Figura 3. Zoneamento das Áreas em Processo de Degradação Ambiental (RICHÉ et al., 1994).

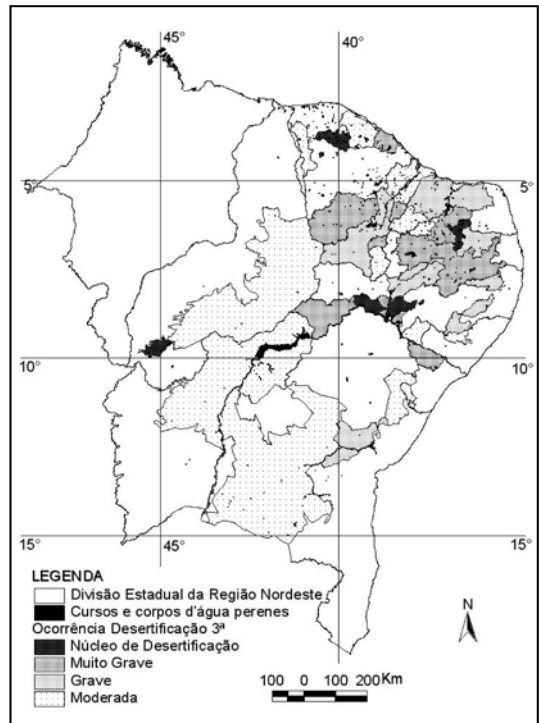


Figura 4. Mapa de Ocorrência dos Processos de Desertificação no Nordeste Brasileiro; 1ª aproximação (UFPI/IBAMA, 1992).

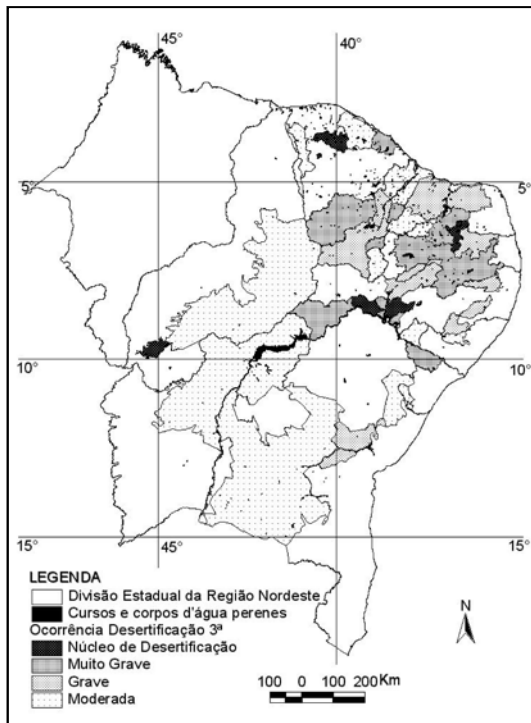


Figura 5. Mapa de Ocorrência da Desertificação (UFPI, 1994).

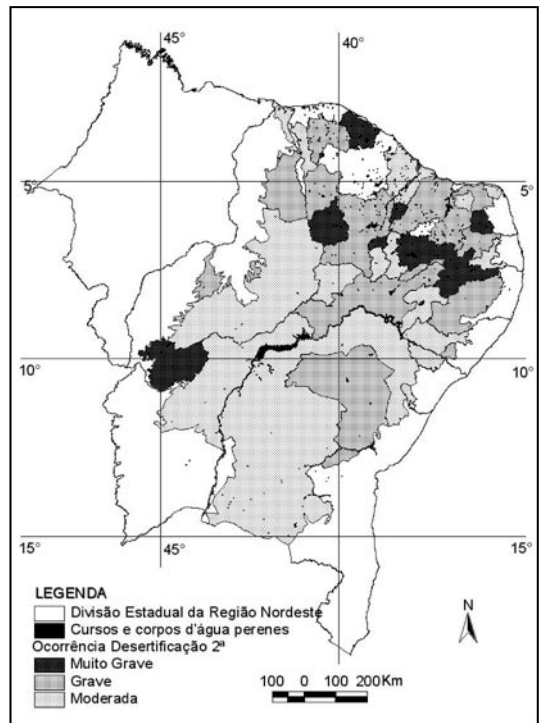


Figura 6. Mapa de Ocorrência de Desertificação e Áreas de Atenção Especial no Brasil (MMA/PNCD, 1997a)

amento da ocorrência da desertificação no Brasil) através da mesma proposta metodológica (análise de presença e ausência de indicadores de desertificação) e sobre a mesma unidade básica de mapeamento (microrregião homogênea).

- O mapa de Ocorrência (3ª) foi realizado por parte da mesma equipe de trabalho, sob a mesma orientação (Professor Valdemar Rodrigues), com o mesmo objetivo (mapeamento da ocorrência da Desertificação no Brasil), e sobre a mesma unidade básica de mapeamento (microrregião homogênea) que os mapas de “Ocorrência” 1ª e 2ª.

- O mapa de Ocorrência (3ª), supostamente, foi realizado a partir da integração de dados apresentados pelos mapeamentos de “Ocorrência 2ª”, “Zoneamento Degradação” e de outro mapa temático, não diretamente relacionado com o mapeamento da Desertificação (TORRICO, 1994).

Nesse contexto, as análises permitem observar que:

- De modo geral, os coeficientes de correlação entre os diferentes mapeamentos analisados apresentam-se bastante baixos.

- Os coeficientes de correlação, indubitavelmente, mais elevados são encontrados entre os mapeamentos realizados sob coordenação e com equipe, objetivo e unidade de mapeamento semelhante.

- Os mapas baseados unicamente na classificação climática apresentam os menores coeficientes de correlação, quando comparados aos demais mapeamentos temáticos.

- Os maiores valores relativos ao coeficiente de correlação dos mapas baseados na classificação climática referem-se à análise realizada entre eles mesmos.

- Os mais elevados coeficientes de correlação apresentados pelo mapa que integra dados ambientais, definidos por unidades de paisagem (Zoneamento Degradação), referem-se primeiramente, ao mapa temático que supostamente utilizou-se de suas informações para sua composição (Mapa de Ocorrência de Desertificação 3ª), seguindo-se dos mapas que agregam informações de presença ou ausência de indicadores, tomando como unidade de mapeamento as microrregiões homogêneas.

- Justamente os mapas de “ocorrência” de processos de desertificação, anunciadores de degradação ambiental, apresentam média correlação com o Mapa de Zoneamento de Degradação.

Observa-se, portanto, pouca concordância entre os diversos mapeamentos realizados, apontando para a necessidade de se priorizar estudos de caráter metodológico que possam melhor subsidiar os diagnósticos e mapeamentos de processos de desertificação.

CONCLUSÕES

Ainda que existam vários mapeamentos temáticos relativos à desertificação no Nordeste brasileiro, há grandes dificuldades para se afirmar que quaisquer destes estudos representem fidedigna e integralmente a espacialização dos problemas ambientais que se associam ao desenvolvimento dos processos de desertificação.

Os mapeamentos, mesmo aqueles denominados de mapeamentos de ocorrências, são resultantes de grande generalização, constituindo-se de estudos muito mais preditivos e estimados do que de registros reais.

Além disso, o conjunto de mapeamentos realizados no Brasil acerca de processos de desertificação apresenta baixa correlação entre si, com grande diversificação de metodológica a partir de dois fundamentos metodológicos básicos que dizem respeito a: 1) unidade de informação (arbitrarização de unidade de informação com generalização ou adoção de registros informacionais baseados em registros físicos e mapeados em isolíneas); 2) análise temática (monotemática ou multitemática).

De forma mais didática, pode-se dizer que estes mapeamentos apresentam diferenças fundamentais entre si, devido ao fato de que:

- Ora propõem-se ao delineamento da potencialidade, ora a identificação de classes de ocorrência dos processos de desertificação;

- Ora encontram-se fundamentados em procedimentos metodológicos de integração de dados multidisciplinares ora em classificação monotemática;

NIMER, E. Subsídio ao Plano de Ação Mundial para Combater a Desertificação – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 43, n. 3, p. 612-637, 1980.

_____. Desertificação: Realidade ou Mito?. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 7-39, 1988.

ONU, 1997, **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**; nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997. 89p.

RICHÉ, G. R.; SÁ, I. B.; FORTIUS, G. A. Zoneamento das áreas em processo de degradação ambiental no trópico semi-árido do Brasil. In: SILVA, F. B. R. e. (Coord.) **Condições de uso e perspectivas de uso sustentável dos geoambientes do semi-árido**. Brasília, Projeto Áridas, 1994. p. 38-66.

RODRIGUES, V., MATALLO JÚNIOR, H., LINHARES, M. C., OLIVEIRA-GALVÃO, A. L. C. de, GORGÔNIO, A de S. Avaliação do quadro da desertificação no Nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectivas. In: GOMES, G. M.; SOUZA, H. R., MAGALHÃES, A. R. (orgs). **Desenvolvimento sustentável no Nordeste**. Brasília, IPEA, 1995. p. 263-303.

RODRIGUES, V., OLIVEIRA-GALVÃO, A. L. C. de, GALVÃO, W. S. **Identificação de áreas susceptíveis ao processo de Desertificação na Região Nordeste brasileira**; segundo critérios de classificação de níveis de aridez. Brasília, IBAMA, 1993. 23p.

SÁ, I. B.; FORTIUS, G. A.; RICHÉ, G. R. Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semi-árido brasileiro. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza. **Anais...** Brasília: Fundação Grupo Esquel Brasil, 1996. p. 310-331.

SAITO, C. H. Sub-projeto 2.1. Mapeamento temático de Uso da Terra no submédio São Francisco: Áreas com processo de desertificação – Relatório Final. In: SRH/GEF/PNUMA/OEA – **Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco**. Brasília, 2000. 52 p.

SRH/GEF/PNUMA/OEA – **Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco**. Brasília, 2000. 52 p.

TORRICO, E. M. **Uso atual e perspectivas de uso potencial sustentável dos recursos naturais renováveis do Nordeste**. Brasília, Projeto Áridas, 1994. 211p. (GT I, Recursos Naturais e Meio Ambiente)

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Status of desertification and implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification**. Nairobi, 1992.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ / INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. (UFPI/IBAMA). **Ocorrência dos processos de desertificação no Nordeste brasileiro**; primeira aproximação. Fortaleza, ICID, 1992a. (Mapa temático, escala 1:2.500.000).

_____. **Susceptibilidade à desertificação no Nordeste brasileiro**; primeira aproximação. Fortaleza, ICID, 1992b. (Mapa temático, escala 1:2.500.000).

VASCONCELOS SOBRINHO, J. de. O grande deserto central brasileiro. In: **As regiões naturais no nordeste, o meio e a civilização**. Recife, CONDEPE, 1971. 151p.