

Capítulo 5

Mudanças climáticas e desertificação

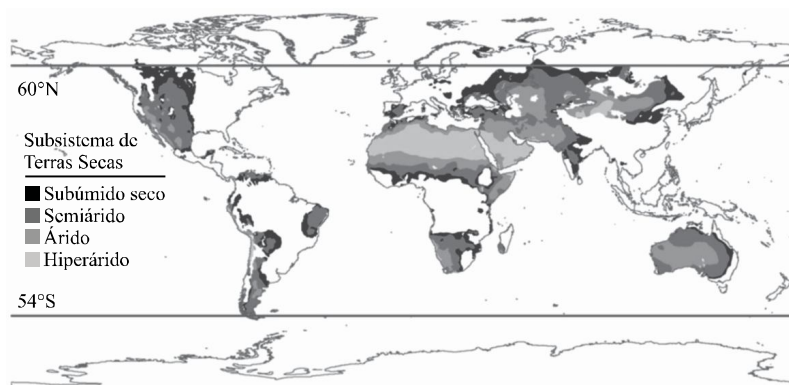
Luciano José de Oliveira Accioly
Ademar Barros da Silva (*In memoriam*)
Francislene Angelotti
Iêdo Bezerra Sá
Eduardo Alves da Silva
Amanda Germano de Souza Pereira

1 INTRODUÇÃO

A Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação conceitua a desertificação como o “processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de diferentes fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas” (ONU, 2011). Estão ligados a essa conceituação as degradações do solo, da fauna, da flora e dos recursos hídricos em estágio avançado ou não.

Em conjunto as regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas cobrem cerca de 41% das terras do planeta (Tabela 1) e são conhecidas como “terras secas”. A distribuição das terras secas no mundo é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Distribuição mundial das terras secas.



Fonte: adaptado de Mortimore (2009) e UNEP (1992).

Tabela 1 – Algumas características das terras secas do planeta.

Subtipo	Proporção das terras do Planeta (%)	Proporção da população global (%)	Proporção da área usada para o pastoreio (%)	Proporção de áreas cultivadas (%)	Outros usos (%)
Hiperárido	6,6	1,7	97	0,6	3
Árido	10,6	4,1	87	7	6
Semiárido	15,2	14,4	54	35	10
Subúmido Seco	8,7	15,3	34	47	20
Total	41,3	35,5	65	25	10

Fonte: Mortimore (2009).

Notas: Inclui áreas urbanas. O índice de aridez é a razão da precipitação pela evapotranspiração.

Observa-se que as terras secas ocorrem em países desenvolvidos e sub-desenvolvidos de todos os continentes com exceção da Antártida (Figura 1). No entanto, a preocupação maior com a desertificação está nos seus impactos nos países pobres. Nesses países, a população estimada, atingida pelo problema, é de mais de dois bilhões de habitantes, a maioria deles com renda mensal abaixo da linha de pobreza (aproximadamente 60 dólares). Muitos desses países dependem da produção de alimentos nessas terras.

Esse é o caso de vários países da região semiárida do Sahel no continente africano. Daí a ênfase que tem sido dada à desertificação nesse continente.

2 HISTÓRICO

O mundo despertou para o problema da desertificação nas décadas de 1960 e 1970 quando a fome tomou conta dos países africanos localizados na região do Sahel. Resultou daí a primeira iniciativa para o enfrentamento conjunto do problema: a Conferência das Nações Unidas sobre desertificação realizada em Nairobi (Quênia), em 1977.

Após a Conferência de Nairobi, a comunidade científica mundial passou a dedicar mais atenção ao tema. Trabalhos clássicos que servem de referência até hoje, como por exemplo, o livro *Desertification of aridlands* (Dregne, 1983), foram produzidos alguns anos depois daquela conferência. Datam dessa época também, os primeiros trabalhos publicados no Brasil pelo Professor Vasconcelos Sobrinho (Vasconcelos Sobrinho, 1982).

Em 1992, como resultado da Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (MANEJO..., 1992) foi elaborada a Agenda 21, que dedica o Capítulo 12 ao tema “Manejo dos Ecossistemas Frágeis com ênfase ao Combate à Desertificação e à Seca”, envolvendo assuntos relacionados com as seguintes áreas programáticas: a) fortalecimento da base de conhecimento e desenvolvimento de sistema de monitoramento para as regiões sujeitas à desertificação e secas (inclui aspectos econômicos e sociais desses ecossistemas); b) combate à degradação das terras; c) desenvolvimento e fortalecimento de programas integrados para erradicação da pobreza e promoção de atividades alternativas que garantam a qualidade de vida das populações que vivem em áreas sujeitas à desertificação; d) desenvolvimento de programas de combate à desertificação integrados aos planos nacionais de desenvolvimento econômico e de sustentabilidade ambiental; e) desenvolvimento de programas de alerta precoce e de atendimento às vítimas das secas, incluindo refugiados dessas catástrofes; f) incentivo e promoção da participação popular e da educação ambiental focada no controle da desertificação e no manejo dos efeitos da seca.

Após a Rio 92, os trabalhos sobre desertificação se intensificaram em todo mundo. Levantamento bibliográfico realizado pelo REDESERT (1998) indica que foram produzidos, no Brasil, apenas 66 trabalhos até o ano da conferência. Atualmente, uma pesquisa, em qualquer buscador da

Internet, utilizando como palavras chaves “desertificação e Brasil” remete a milhares de entradas. De fato, foi após 1992 que o problema da desertificação ganhou repercussão nacional e foi incorporado à programação de vários órgãos públicos e privados.

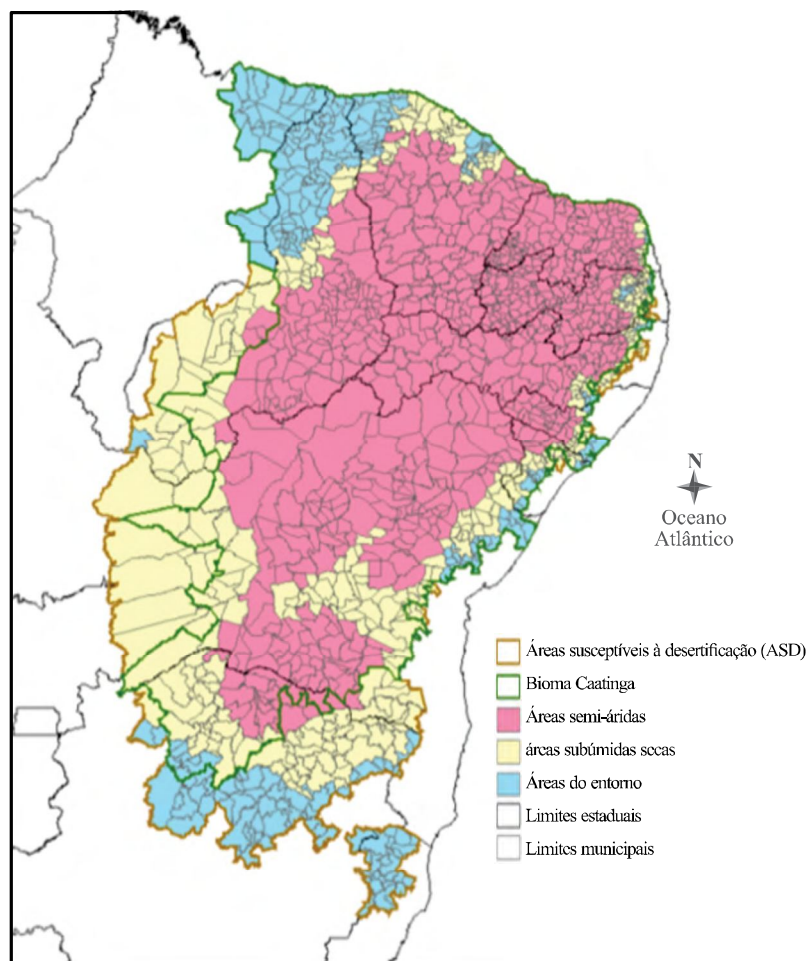
Em 17 de junho de 1994, foi concluída e estabelecida a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação – CCD, que passou a vigorar a partir de 1996, quando foi assinada pelo quinquagésimo país. A partir de então, essa data passou a ser considerada dia mundial de luta contra a desertificação. Em outubro de 1994, o Brasil aderiu, formalmente, à essa Convenção. Entre 1994 e 1998, foi produzido o primeiro mapa com cobertura total da ocorrência da desertificação no Brasil e estabelecida a estratégia para elaboração do Plano Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN).

Concluído em 2004, o PAN Brasil apresenta os rumos para a implantação de ações articuladas no controle e no combate à desertificação, bem como, para a ampliação dos acordos sociais envolvendo os mais diversos segmentos da sociedade e tem suas premissas calcadas no paradigma do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2004). Seus eixos temáticos são: 1) combate à pobreza e desigualdade; 2) ampliação sustentável da capacidade produtiva; 3) preservação, conservação e manejo sustentável de recursos naturais; e 4) gestão democrática e fortalecimento institucional.

3 ÁREAS VULNERÁVEIS

As áreas vulneráveis no Brasil foram nomeadas pelo PAN como áreas susceptíveis à desertificação (ASDs) (Figura 2). O PAN apresenta os critérios utilizados para caracterizar as ASDs. Dessa forma, as ASDs incluem, além das áreas contextualizadas na definição de desertificação as áreas do “entorno”. As áreas do entorno não possuem clima semiárido ou subúmido seco, mas vêm sofrendo com ocorrência de secas que, segundo o PAN-Brasil, seriam uma prova da expansão da degradação ambiental semelhante à desertificação. As ASDs cobrem cerca de 1.340.000 km², assim distribuídas: 710.437,3 km² de áreas semiáridas; 420.258,8 km² de áreas subúmidas secas e; 207.380 km² de áreas do entorno. Compõem as ASDs 1.488 municípios dos nove Estados do Nordeste, norte de Minas Gerais e norte do Espírito Santo.

Figura 2 – Áreas susceptíveis à desertificação (ASD) no Brasil.

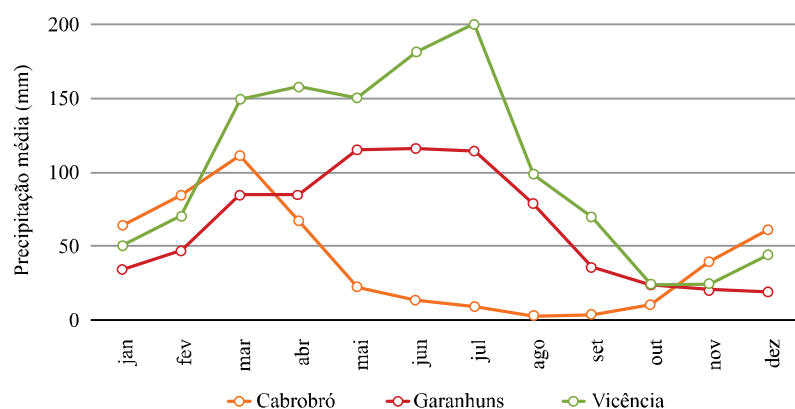


Fonte: BRASIL (2004).

Com a inclusão das áreas do entorno, as áreas vulneráveis à desertificação no Brasil aumentaram em mais de 10% ou o equivalente a mais de duas vezes a área do Estado de Pernambuco. Com essa expansão, as ASDs passaram a ter características de clima, solo e vegetação bem distintas. Considerando apenas o fator clima, a Figura 3 apresenta a diversidade

encontrada nas ASDs, usando como exemplo a precipitação média mensal dos municípios de Cabrobó, Garanhuns e Vicência como representantes do Estado de Pernambuco das regiões semiárida, subúmida seca e do entorno, respectivamente.

Figura 3 – Distribuição das chuvas em três exemplos de municípios das ASDs.



Fonte: BRASIL (2004).

4 CAUSAS

Os eixos do PAN que, como esperado, acompanham as prioridades da Agenda 21, evidenciam que, longe de ser um problema apenas ambiental, a desertificação tem fortes componentes sociais e econômicos. De fato, os indicadores sociais e econômicos do Nordeste ainda evidenciam grandes distorções entre essa região e as demais regiões do País (Tabela 2).

Na área agrícola, o Nordeste possui 2.187.295 pequenas propriedades, o que representa, virtualmente, metade das pequenas propriedades existentes no Brasil (IBGE, 2007). Nelas são produzidas cerca de 87% da produção de mandioca e 67% da produção de leite de cabra do País (IBGE, 2007). A Tabela 3 apresenta uma comparação entre algumas características, avaliadas nos censos agropecuários de 1996 e 2006, da pequena agricultura nordestina com a das demais regiões do Brasil. Nota-se que, apesar do aumento de 32 para 33% na contribuição da área da pequena agricultura em

relação às propriedades de médio e grande porte houve redução na área média de 17 ha para 16 ha, o que representa uma redução de 6% em 10 anos.

Boa parte das pequenas propriedades do Nordeste está localizada nas ASDs estando, portanto, sob o risco da desertificação ou, de alguma forma, já atingidas por esse processo. Assim, com uma área média de 16 ha (Tabela 3) e sob condições desfavoráveis de clima e solo é, praticamente, inevitável que a pressão sobre a terra resulte, ao longo do tempo, em degradação acentuada em um número cada vez maior de pequenas propriedades.

Tabela 2 – Distribuição de alguns indicadores por região em relação ao Brasil.

Região	Rendimento		Saúde		Educação	
	RMM (1) (R\$)	RFPC ½ (2) (%)	EVN (3) (anos)	DRSAI (4)	TAIb (5) (%)	Esc (6) (anos)
Brasil	1.019	22,8	73,0	308,7	90,0	7,0
Norte	795	32,6	71,9	654,1	89,3	6,6
Nordeste	665	41,5	70,1	521,2	80,6	5,7
Sudeste	1.182	13,9	74,3	126,0	94,2	7,7
Sul	1.162	13,0	75,0	225,0	95,0	7,5
Centro-Oeste	1.248	18,3	74,0	341,4	91,8	7,0

Fonte: IBGE (2010).

Notas: (1) Rendimento médio mensal nominal, em 2008, das pessoas de 10 anos ou mais de idade; (2) Distribuição das famílias, em 2008, com rendimento mensal *per capita* de até ½ salário mínimo; (3) Esperança de vida ao nascer em 2008; (4) Internações hospitalares, entre 1993 e 2008, por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) por 100 mil habitantes; (5) Taxa de alfabetização das pessoas de 15 anos ou mais de idade; (6) Média de anos de estudo das pessoas de 25 anos ou mais de idade.

Outro aspecto importante nas ASDs é o fato de a maioria dos municípios dessas áreas não possuir Conselhos de Meio Ambiente. Uma pesquisa sobre o assunto em municípios dos núcleos de desertificação de Cabrobó, Gilbués, Seridó e Irauçuba mostrou que apenas um dos municípios desses núcleos (Sobral) tem Conselho de Meio Ambiente, porém sem o aporte de recursos financeiros.

Tabela 3 – Evolução de algumas características das pequenas propriedades brasileiras por região entre os censos agropecuários de 1996 (colunas 95/96) e 2006.

Região	Estabelecimentos (%)		Área (%)		VBP (%)		Área Média (ha)	
	2006	95/96	2006	95/96	2006	95/96	2006	95/96
Nordeste	50	50	33	32	26	17	16	17
Centro-Oeste	5	4	14	13	6	6	62	84
Norte	9	9	21	20	7	7	53	57
Sudeste	16	15	15	17	20	22	22	30
Sul	20	22	17	18	41	47	20	21
Brasil	100	100	100	100	100	100	24	26

VBP - Valor Bruto da Produção

Fonte: França et al. (2009).

Além das causas socioeconômicas, exemplificadas anteriormente, existem as causas associadas ao manejo inadequado dos recursos naturais e das terras utilizadas para a agropecuária. Entre as atividades cujo manejo inadequado podem levar à desertificação estão: a) extrativismo vegetal; b) extrativismo mineral; c) pastoreio; d) agricultura.

O extrativismo vegetal compreende a remoção da lenha e de madeira de espécies da caatinga feitas de forma indiscriminada e, por vezes, seguida da queima da parte não aproveitável. A queima, normalmente, é feita pouco antes do início das chuvas. Quando essas chuvas chegam encontram o solo sem proteção vegetal e provocam grandes perdas de solo, nutrientes e água. A degradação dos solos que ocorre após a retirada da mata nativa causa forte impacto sobre o potencial lenheiro das florestas de caatinga secundárias. Costa et al. (2002) estudaram o impacto da desertificação na produção de lenha e de fitomassa aérea na vegetação de caatinga de uma área piloto do Seridó (RN). Eles encontraram que a produção de fitomassa aérea em áreas de caatinga densa “preservada” podia ser 10 vezes superior àquela encontrada nas áreas degradadas.

A atividade agrícola dependente de chuva nas ASDs, se resume, em geral, ao plantio de milho, feijão e mandioca. No que se refere ao uso de práticas de manejo e conservação de solos visando à redução da erosão, nem mesmo as mais simples, como o plantio em contorno, são utilizadas, levando as terras à degradação.

De acordo com Polidoro et al. (2016), o desconhecimento sobre o recurso solo e sobre suas potencialidades e distribuição geográfica dificulta a racionalização de seu uso, o que contribui para o desperdício de insumos agrícolas, principalmente da água de irrigação, e se constitui em fator impeditivo para aumento da produção agrícola sustentável. A falta de informação e de atenção para com esse recurso concorre para o estabelecimento de processos de degradação das terras, como erosão, desertificação, contaminação, compactação, impermeabilização, potencialização de desastres naturais, emissão excessiva de gases de efeito estufa, entre outros.

De acordo com dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations/Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a cada ano se perdem mais de 20 bilhões de toneladas de solos no mundo devido à erosão, o que equivale a mais de três toneladas de solo por pessoa (MONTANARELLA et al., 2015). É importante considerar que o solo não é um recurso renovável na escala de vida humana, cada centímetro de solo pode levar centenas de anos para se formar. Justifica-se, portanto, a necessidade de estabelecimento de leis e adoção de estratégias que protejam e garantam seu uso e manejo sustentáveis.

A Tabela 4 apresenta as perdas de solos encontradas, por vários autores, em áreas do semiárido de acordo com a cobertura vegetal. Observa-se que as perdas anuais de um solo descoberto como, por exemplo, um Luvisolo, chegam a ser 600 vezes maior do que quando esse mesmo solo se encontra com cobertura de caatinga. Destaca-se, também, as perdas de solo na cultura do algodão. Essa cultura foi uma das mais exploradas até a chegada da praga do bicudo (*Anthonomus grandis*) na década de 1980. Em regiões como o Seridó do Rio Grande do Norte e da Paraíba, o manejo inadequado da cultura do algodoeiro foi uma das principais causas da degradação que levou à desertificação de extensas áreas.

Tabela 4 – Perdas de solo, segundo diversos autores, de acordo com a classe de solo e o tipo de cobertura.

Cobertura	Classe de solo	Local (Estado)	Perdas de solo (t/ha/ano)	Autor (ano)
Descoberto	Argissolo Vermelho-Amarelo	Glória de Goitá (PE)	59,9	Margolis e Campos Filho (1981)
	Luvissolo	Sumé (PB)	61,7	Albuquerque et al. (2002)
	Luvissolo	Sumé (PB)	47,7	Albuquerque et al. (2002)
	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	29,1	Margolis et al. (1985)
Caatinga	Luvissolo	Sumé (PB)	0,1	Albuquerque et al. (2002)
Mandioca	Argissolo Vermelho-Amarelo	Glória de Goitá (PE)	11,0	Margolis e Campos Filho (1981)
Algodão	Argissolo Vermelho-Amarelo	Glória de Goitá (PE)	8,3	Margolis e Campos Filho (1981)
	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	10,9	
Milho	Argissolo Vermelho-Amarelo	Glória de Goitá (PE)	3,0	Margolis e Campos Filho (1981)
	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	5,9	Margolis et al. (1985)
Capim colônia	Argissolo Vermelho-Amarelo	Glória de Goitá (PE)	0,4	Margolis e Campos Filho (1981)
Palma	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	1,9	Margolis et al. (1985)
Mamona	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	4,0	Margolis et al. (1985)
Milho e feijão (consórcio)	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	4,0	Margolis et al. (1985)

Fonte: elaborada pelos autores.

5 MEDINDO A DESERTIFICAÇÃO NAS ASDS

A intensidade da desertificação nas ASDs tem sido avaliada por vários autores, em diferentes épocas e utilizando diferentes variáveis indicadoras do problema, conduzindo à produção de mapas divergentes conforme revisado por Oliveira-Galvão e Saito (2003). Os quantitativos de alguns desses mapas podem ser vistos na Tabela 5. As variáveis indicadoras utilizadas por alguns autores são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 5 – Área afetada (km²) por diferentes níveis de degradação segundo diversos autores.

Nível da Degradação	Ferreira et al. (1994)	Sá et al. (1994)	Santana (1998)
Muito grave	52.425	118.667	98.595
Grave	247.831	31.616	81.869
Moderada	365.285	21.841	393.897
Área total afetada	665.543	172.124	574.361

Fonte: elaborada pelos autores.

Sá et al. (1994) consideraram a área definida pelos limites da isoietta de precipitação igual a 500 mm (cerca de 309.000 km²) para obter o mapa contendo uma “escala dos processos de degradação ambiental”, com base na classificação dos solos apresentada por Silva et al. (1993) na sensibilidade à erosão, no relevo e no tempo de ocupação (Tabela 6). Ao limitar a área àquela da isoietta de 500 mm, Sá et al. (1994) não consideraram as demais áreas de clima semiárido e as de clima subúmido incluídas no texto da UNCCD. Desta forma, um dos núcleos de desertificação (Gilbués no Piauí) ficou fora do mapa produzido por Sá et al. (1994).

Um outro ponto importante no trabalho de Sá et al. (1994) é que a predominância dos Luvisolos para a área delimitada justifica a maior ocorrência da classe de degradação “muito grave” (Tabela 5). Esses autores também associaram, de alguma forma, o tipo de cultura com o nível de degradação ambiental. Assim, as áreas com cultivo de algodão, cujo tempo de ocupação foi considerado longo, apresentaram níveis severos de degradação. De fato, vários estudos demonstram que nas áreas cultivadas com algodão a perda de solos por erosão laminar hídrica são as maiores quando comparadas a da maioria das culturas usadas no semiárido nordestino (Ta-

bela 4). O trabalho de Sá et al. (1994) foi estendido para as demais áreas do semiárido por Riché et al. (1994). Esses autores fizeram uma análise do nível de degradação para todos os municípios dessa região sem observar o limite da isoietas de 500 mm utilizado por Sá et al. (1994).

Tabela 6 – Indicadores utilizados pelos autores dos dados da Tabela 5 e por Lemos (1995).

Ferreira et al. (1994)	Sá et al. (1994)	Lemos (1995)	Santana (1998)
Densidade demográfica, Sistema fundiário, Mineração, Qualidade da água, Salinização, Tempo de ocupação, Mecanização, Estagnação econômica, Pecuarização, Erosão, Perda de fertilidade, Área de preservação, Defensivos agrícolas, Área agrícola, Bovinocultura, Carpinocultura, Ovinocultura, Evolução demográfica, Susceptibilidade à erosão	Precipitação, Classe de solo, Relevo, Sensibilidade à erosão, Tempo de ocupação	Evolução da cobertura vegetal, Evolução da produtividade do feijão, Evolução da produtividade do milho, Evolução da capacidade suporte das pastagens, Cobertura vegetal em 1985	Índice de aridez, Antropismo

Fonte: elaborada pelos autores.

Os dados de Santana (1998) (Tabela 5) são os dados oficiais do governo brasileiro divulgados no site do Ministério do Meio Ambiente e consideraram apenas dois indicadores: o índice de aridez e o grau de antropismo (Tabela 6).

Lemos (1995) estudou a desertificação com base nos indicadores apresentados na Tabela 6 e que estão relacionados à produtividade e à resiliência das terras de 839 municípios do semiárido nordestino. Nesse trabalho, os indicadores de mudanças (Tabela 6) envolvem a evolução no período de 1975 a 1985. Durante esse período, uma grande seca atingiu o semiárido favorecendo os estudos da resiliência das terras desses municípios. A estimativa de nível de degradação associada à erosão e à exposição do solo aos raios solares foi dada, indiretamente, pela variável “evolução da cobertura vegetal” que incluiu as classes: culturas permanentes; culturas temporárias e florestas (naturais e/ou plantadas). O estudo de Lemos (1995), no entanto, estimou apenas a área afetada (cerca de 160.000 km²) e a população

afetada (4.000.000 de habitantes) à época em oito Estados do Nordeste. A área afetada encontrada por esse autor, contrasta substancialmente daquelas apresentadas por Ferreira et. al (1994) e Santana (1998) e apresentadas como Total na Tabela 5. A proximidade dos números encontrados por Sá et al. (1994) e Lemos (1995), no entanto, é mera coincidência pois os indicadores utilizados nesses dois trabalhos foram diferentes. As diferenças de indicadores levam a conclusões diferentes quando um mesmo município é avaliado em relação ao nível de degradação (Tabela 7).

As divergências entre áreas afetadas pela desertificação, entretanto, não se restringem aos diagnósticos brasileiros. Vários autores divergem quanto aos números globais da desertificação. Assim, a área afetada pode variar entre 10% e 70% das terras secas do mundo segundo Leper (2003) e Dregne e Chou (1992), respectivamente. No entanto, o trabalho mais citado é o do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP): “Avaliação Global da Degradação do Solo”.

Tabela 7 – Estado da degradação do solo de municípios do Seridó (RN) segundo Sá et al. (1994) e Lemos (1994). As letras indicam: NE = Não Evidente; B = Baixo; M = Moderado; A = Acentuado; S = Severo

Município da região do Seridó (RN)	Sá et al. (1994)	Lemos (1994)
Acari	S, A, B	B
Caicó	S	B
Carnaúba dos Dantas	A, B	A
Cerro Corá	B	B
Cruzeta	S	NE
Currais Novos	A, B	M
Equador	A, B	B
Florânia	S	B
Ipueira	S	Não Relacionado
Jardim de Piranhas	S	B
Jardim do Seridó	S, B	M
Jucurutu	S, A	M
Lagoa Nova	B	NE

Município da região do Seridó (RN)	Sá et al. (1994)	Lemos (1994)
Ouro Branco	S	B
Parelhas	S, A, B	NE
Santana do Seridó	A	M
São Fernando	S	M
São João do Sabugi	S	M
São José do Seridó	S	NE
São Vicente	S	M
Serra Negra do Norte	A	B
Timbaúba dos Batistas	S	B

Fonte: elaborada pelos autores.

Apesar das divergências apresentadas por vários autores quanto à área afetada pelos vários níveis de degradação nas ASDs e sem considerar que o processo de desertificação, pelos indicadores apontados, é extremamente dinâmico, o mapa atualmente divulgado pelo Ministério do Meio Ambiente data de 1998 (Santana, 1998). Dessa forma, a atualização dos diagnósticos de desertificação se faz necessária não apenas pelos quase 15 anos transcorridos do último diagnóstico, mas, sobretudo, pela existência de novas e mais consistentes estatísticas de indicadores socioeconômicos e demográficos e de inúmeros sensores remotos que permitem o imageamento mais detalhado das terras degradadas.

No Brasil, as áreas onde o problema da desertificação é mais acentuado são conhecidas por núcleos de desertificação. No Nordeste, são quatro núcleos de desertificação:

- 1) da Paraíba, abrangendo uma área de aproximadamente 2.341 km², envolvendo vários municípios em torno do município de Parelhas.
- 2) Núcleo de Irauçuba no noroeste do estado do Ceará, abrangendo uma área de 4.000 km² incluindo os municípios Núcleo do Seridó, localizado na região centro-sul do Rio Grande do Norte e centro-norte de Irauçuba, Forquilha e Sobral.
- 3) Núcleo de Gilbués no Piauí, com uma área aproximada de 6.131 km², envolvendo os municípios de Gilbués e Monte Alegre.

- 4) Núcleo de Cabrobó, em Pernambuco, que totaliza uma área de 5.960 km², abrangendo os municípios de Cabrobó, Belém de São Francisco e Floresta.

Os solos das classes Luvissolos, Neossolos Litólicos e Planossolos com cobertura vegetal de caatinga hiperxerófila dominam os núcleos de desertificação de Irauçuba, Cabrobó e Seridó. No núcleo de Gilbués dominam os solos das classes Latossolos, Neossolos Quartzarênicos e Argissolos sob vegetação do tipo campo-cerrado. A erosão hídrica responde pelas perdas de solo nos núcleos de desertificação de Irauçuba, Cabrobó e Seridó, enquanto que no núcleo de Gilbués, além dessa, a erosão eólica tem relevância nos meses de agosto a novembro. Além dos problemas de erosão comum a todos os núcleos, há a salinização dos solos. Uma análise mais detalhada dos solos que ocorrem nos núcleos de desertificação pode ser vista em Accioly (2000).

6 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO

Devido à enorme extensão (Figura 1), o uso das terras secas do mundo tem grande impacto sobre fenômenos globais como, por exemplo, as mudanças climáticas.

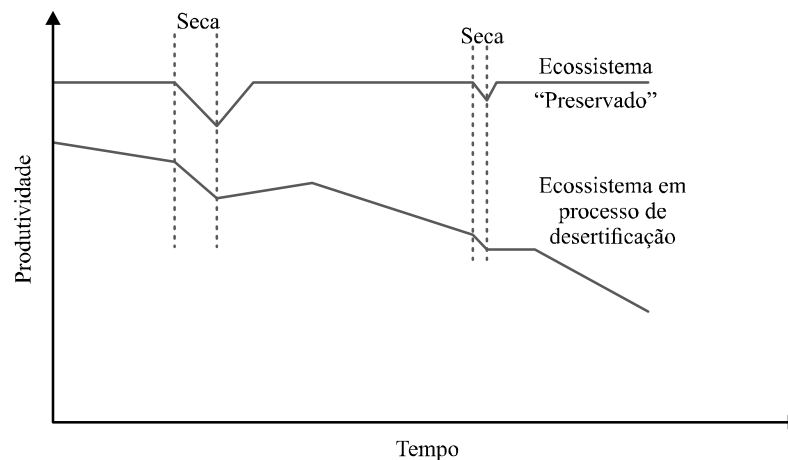
A interação das mudanças climáticas com a desertificação ocorre em diferentes escalas, mas pela sua complexidade é, ainda, pouco entendida. O clima influencia a desertificação pelos seus impactos sobre o solo, a vegetação, ciclo hidrológico e, sobretudo, pelas suas implicações no uso da terra. Observações de campo e a partir de sensores remotos evidenciaram variações espaciais e temporais de grandes proporções na biomassa da vegetação, em função das flutuações interanuais da precipitação (Tucker et al., 1991; Nicholson et al., 1990; Williams, 2011). Flutuações nos limites da região semiárida ao sul do deserto do Saara foram constatadas por Tucker et al. (1991) e atribuídas às variações na precipitação. Entre os anos de 1980 e 1984 a isoieta de 200 mm (tomada como o limite entre o deserto do Saara e a região semiárida do Sahel, na África) se deslocou 240 km para o sul do continente africano. As variações que ocorreram na década de 1980 nos limites dessa isoieta e registradas no trabalho, no entanto, fizeram esses autores concluir que há necessidade de várias décadas de estudos

para uma conclusão definitiva sobre a expansão das áreas desertificadas no continente africano em função de mudanças climáticas.

A maior frequência de eventos extremos, como as secas, é uma das possibilidades apontadas pelos estudos sobre mudanças climáticas (Marengo, 2011). As secas afetam com maior intensidade os ecossistemas degradados (Figura 4). Observa-se na figura 4 que os ecossistemas preservados recuperam a sua produtividade biológica após a ocorrência de uma seca. Nos ecossistemas sob processo de desertificação há uma tendência à acentuação na taxa de redução da produtividade biológica com a ocorrência de secas.

A Figura 5 apresenta como processos que conduzem à desertificação (superexploração das terras, sobrepastejo e desmatamento) podem alterar o clima local através do aumento do albedo. Alterações no albedo provocado pela degradação das terras secas têm sido utilizadas como indicadores de processos de desertificação por vários autores (Accioly, 2000; Accioly; Oliveira, 2004; Lopes et al., 2010). Como resultado da degradação das terras, Zhou et al. (2007) observaram diminuição no intervalo entre temperatura máxima diurna e temperatura mínima noturna ligados às reduções na cobertura vegetal e na emissividade dos solos na região semiárida do Sahel africano.

Figura 4 – Alterações na produtividade de ecossistemas preservados e em processo de desertificação em relação ao tempo e à ocorrência de secas.

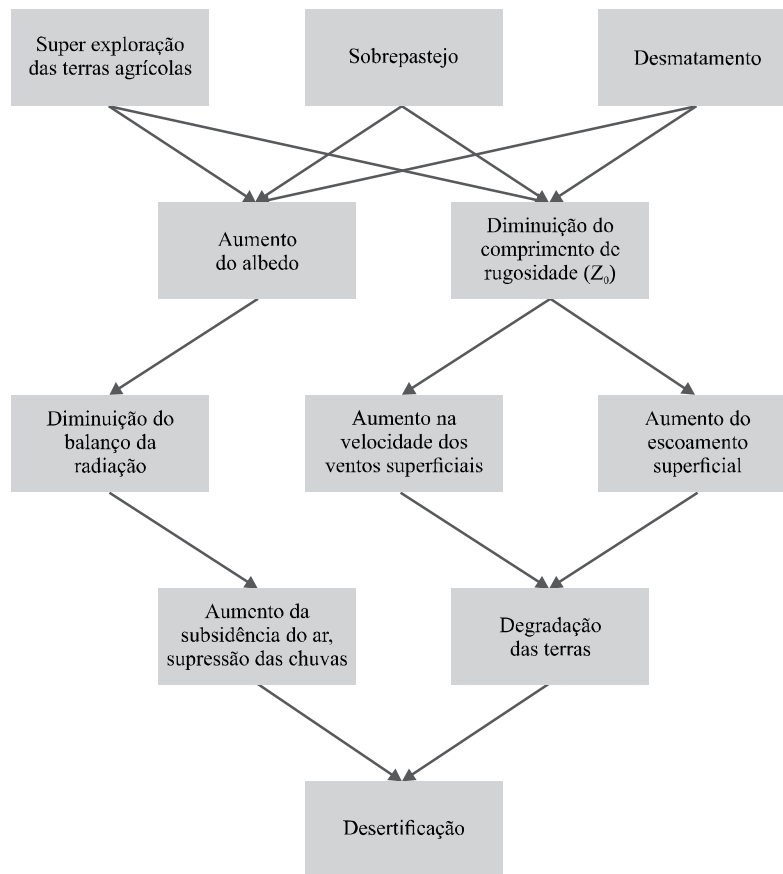


Fonte: Accioly; Oliveira (2004).

7 COMBATENDO A DESERTIFICAÇÃO

O combate à desertificação é uma tarefa árdua e, em seus estágios mais avançados, de altíssimo custo. Os dados divulgados pelo Ministério do Meio Ambiente indicam que cerca de 100.000 km² das ASDs já apresentavam sinais de degradação severa em 1998 (Tabela 5). As áreas divulgadas pelo ministério que apresentavam níveis de degradação grave e moderado são, respectivamente, 82.000 km² e 394.000 km² (Tabela 5). Conforme preconiza a convenção, a prioridade de combate deve ser dada às áreas onde a degradação é menos intensa. Dessa forma, é provável, que a área prioritária para o combate à desertificação ultrapasse os 400.000 km², ou seja, uma área equivalente a quatro vezes a área do Estado de Pernambuco. As estatísticas, no entanto, apontam que a recuperação dessas áreas está longe de ser alcançada. A Tabela 8 apresenta a evolução do consumo de fertilizantes no Brasil, nas regiões e nos Estados do Nordeste. Observa-se um aumento no consumo total e de nutrientes específicos (nitrogênio, fósforo e potássio) para a região entre os anos de 2000 e 2008. Esse aumento, no entanto, pode ser atribuído à expansão da lavoura de soja na região de cerrados dos Estados do Maranhão, Piauí e Bahia. Estados que não apresentam regiões de cerrado para a expansão agrícola, como Pernambuco, Paraíba e Ceará, apresentaram incrementos relativamente pequenos no período e boa parte desse aumento se deve ao uso de fertilizantes em lavouras como a cana-de-açúcar e outras, que são cultivadas fora das ASDs. Observe-se, o caso do Ceará, que é dominado pelo ambiente propício à desertificação, o Estado apresenta um consumo desprezível de fertilizantes.

Figura 5 – Fluxograma de processos que conduzem à desertificação e que envolvem mudanças no clima local.



Fonte: Manes (2009).

Boa parte das pequenas propriedades do Nordeste está localizada nas ASDs, portanto, sob o risco da desertificação ou, de alguma forma, já atingidas por esse processo. De fato, com uma área média de 16 ha (Tabela 3) e sob condições desfavoráveis de clima e solo é, praticamente, inevitável que a pressão sobre a terra resulte, ao longo do tempo, em degradação acentuada em número cada vez maior de pequenas propriedades.

Tabela 8 – Evolução do consumo de fertilizantes entre os anos de 2000 e 2008.

Brasil Região Estados do NE	Consumo de fertilizantes em kg/ha							
	Total		N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Brasil	128,8	143,7	32,7	38,3	45,8	48,9	50,2	56,5
Norte	25,7	57,3	5,5	11,2	9,9	22,0	10,2	24,2
Sudeste	205,9	199,3	68,0	73,3	59,1	49,3	78,0	76,3
Sul	118,9	140,0	30,1	38,9	44,3	51,6	44,5	49,5
Centro-Oeste	176,1	173,6	28,5	30,7	115,0	71,9	72,0	71,1
Nordeste	51,4	74,8	13,0	17,0	17,1	22,0	21,2	35,7
Maranhão	48,7	72,5	7,4	9,5	21,7	29,1	19,4	33,9
Piauí	21,0	59,1	3,2	6,6	9,0	22,8	8,6	29,7
Ceará	4,2	6,7	1,3	3,3	1,0	1,2	1,7	2,1
Rio Grande do Norte	39,1	41,8	12,0	14,4	10,2	10,4	16,8	17,0
Paraíba	25,1	23,3	8,6	9,1	5,4	3,1	11,0	11,1
Pernambuco	49,1	52,6	17,5	20,8	10,2	7,0	21,9	24,8
Alagoas	116,6	98,3	40,6	37,9	22,5	15,4	53,4	45,0
Sergipe	26,9	59,8	10,0	24,0	7,5	14,9	9,4	20,9
Bahia	77,8	121,9	17,5	24,8	29,3	37,4	30,9	59,8

Fonte: IBGE (2010).

Dessa forma, a pequena propriedade do semiárido brasileiro encontra-se superexplorada e com poucas chances de prover renda e qualidade de vida para seus proprietários. Também para essas condições são pequenas as chances de que alguma tecnologia na área da agropecuária resulte em melhoria substancial da qualidade de vida do pequeno agricultor nordestino. A propósito, tecnologias para a convivência com o semiárido brasileiro vêm sendo desenvolvidas há mais de 35 anos. Boa parte dessas tecnologias foi desenvolvida pelas unidades da Embrapa no Nordeste, principalmente, pela Embrapa Semiárido. O uso dessas tecnologias, no entanto, esbarra na falta de estrutura dos Estados para repassá-las aos pequenos produtores por

meio das suas instituições de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater). Essas instituições foram desestruturadas durante a década de 1990 e só nos últimos anos vêm sendo reestruturadas e focadas na pequena agricultura. A aprovação da Lei nº 12.188, em janeiro de 2010, que institui a “Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária- PNATER” representa um grande passo para recuperação do sistema Ater e, como tal, contribui para a redução dos problemas gerados com a desertificação.

Antes mesmo da existência dessa Lei, a agricultura familiar de todo o país já vinha sendo fortalecida por meio do substancial aumento de recursos para as linhas de crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Os recursos repassados pelo Pronaf evoluíram de R\$ 2,38 bilhões na safra 2003/2004 para R\$ 15 bilhões na safra de 2009/2010. A linha de crédito Pronaf-Floresta, desse programa, é um adicional ao combate à desertificação na medida em que incentiva implementação de projetos de sistemas agroflorestais, sabidamente, mantenedores dos recursos de solo e água no ambiente semiárido (BRASIL, 2012a). Para o Plano Safra 2011/2012 está prevista a aplicação de R\$ 16,8 bilhões, sendo R\$ 3,5 bilhões destinados à pequena agricultura do Nordeste (BRASIL, 2012a).

Além das ações já mencionadas, salienta-se o Plano Plurianual do Governo Federal para o período de 2012 a 2015 (BRASIL, 2012b) que apresenta os seguintes programas diretamente relacionados com o tema da desertificação: a) Mudanças Climáticas; b) Florestas, Prevenção e Controle do Desmatamento e dos Incêndios; c) Agropecuária Sustentável, Abastecimento e Comercialização; d) Conservação e Gestão de Recursos Hídricos; e) Oferta de Água; f) Segurança Alimentar e Nutricional.

O programa Mudanças Climáticas do PPA 2012-2015 apresenta, entre outras, as seguintes iniciativas: a) adequação ecológica e socioambiental de instrumentos de uso, produção e consumo sustentável em áreas suscetíveis à desertificação; b) identificação, diagnose e combate aos processos de desertificação; c) mapeamento, interpretação de dados e recuperação de áreas ambientalmente degradadas em processo de desertificação. A meta dessas iniciativas é a atualização do Plano Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN). Uma iniciativa do programa Conservação e Gestão de Recursos Hídricos do PPA, diretamente relacionada ao combate à desertificação, é o processo de recuperação e controle de processos erosivos em municípios das bacias do rio São Francisco e do

Parnaíba. Nesse PPA está previsto, também, implantação de 1.200 sistemas coletivos de dessalinizadores de água em comunidades rurais.

Ainda com relação às mudanças climáticas, segundo Brasil (2012c), durante a 15ª Conferência das Partes (COP-15), o governo brasileiro divulgou o seu compromisso voluntário de redução entre 36,1% e 38,9% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) projetadas para 2020, estimando o volume de redução em torno de um bilhão de toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂ eq). Para tanto, foram propostas diferentes ações:

- reduzir em 80% a taxa de desmatamento na Amazônia, e em 40% no Cerrado;
- adotar intensivamente na agricultura a recuperação de pastagens atualmente degradadas; promover ativamente a integração lavoura-pecuária (iLP); ampliar o uso do Sistema Plantio Direto (SPD) e da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN); e
- ampliar a eficiência energética, o uso de bicomcombustíveis, a oferta de hidrelétricas e de fontes alternativas de biomassa, de energia eólica e de pequenas centrais hidrelétricas, assim como ampliar o uso na siderurgia de carvão de florestas plantadas.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, L. J. de O.; OLIVEIRA, M. A. J. de. Indicadores de processos de desertificação. In: ROMEIRO, A. R. (Ed.) **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas, SP: Unicamp, 2004. p. 123-142.

ACCIOLY, L. J. de O. Degradação do solo e desertificação no nordeste do Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p.23-25, 2000.

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R. Manejo da cobertura e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 136-142, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca: PAN – Brasil**. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura : plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília : MAPA/ACS, 2012c. 173 p.

BRASIL. Secretaria de Planejamento e Investimento Estratégicos. Apresentação. In: BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimento Estratégicos. **Plano Plurianual 2012-2015**: mensagem Presidencial. Brasília, 2011. p. 11. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/noticiaasp?p=not&cod=7571&cat155&sec=10>>. Acesso em: 06 fev.2012b.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano safra da agricultura familiar fortalece e amplia políticas públicas**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.faespsenar.com.br/arquivos/pdf/gerais/faesp/eco/PoliticaAgricola/PlanoSafra/Plano%20Agriculturara%20Familiar20092010.pdf>>. Acesso em: 06 fev. 2012a.

COSTA, T. C. C.; ACCIOLY, L. J. de O.; OLIVEIRA, M. A. J. de; BURGOS, N.; SILVA, F. H. B. B. DA. Phytomass mapping of the “Seridó Caatinga” vegetation by the plant area and the normalized difference vegetation indices. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 707-715, 2002.

DREGNE, H. E. **Desertification of arid lands**. Advances in desert and arid land technology and development. New York: Harwood Academic Publishers, v. 3, 1983.

DREGNE, H.; CHOU, N. **Global desertification dimensions and costs**. In: DREGNE, H. (Ed.) Degradation and restoration of arid lands. Lubbock: Texas Tech University, 1992. p. 249-282.

FERREIRA, D. G.; RODRIGUES, V.; PEREIRA, J.; LIMA, M. G. A. A. **Desertificação no Nordeste do Brasil II**: diagnóstico e perspectiva. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza, CE. **Anais...**, Fortaleza, CE: Fundação Grupo Esquel Brasil, 1994. 54 p.

FRANÇA, C. G. de; GROSSI, M. E. del; MARQUES, V. P. M. de A. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília, DF: MDA, 2009.

IBGE. **Censo agropecuário 2006: resultados preliminares**. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2010**. Rio de Janeiro, RJ, 2010. (IBGE. Estudos e Pesquisas Informação Geográfica, 7).

LEMOS, J. de J. S. **Desertification of drylands in northeast of Brazil**. Riverside: University of California; Fortaleza: UFC; Brasília: CNPq, 1995.

LEPER, E. **Synthesis of the main áreas of land-cover and land-use change**. Millennium Ecosystem Assessment, 2003. Disponível em: <<http://www.geo.ucl.ac.be/LUCC/lucc.html>>. Acesso em: out 2011.

LOPES, H. L.; CANDEIAS, A. L. B.; ACCIOLY, L. J. de O.; SOBRAL, M. do C. M.; PACHECO, A. P. Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 120-1219, 2010.

MANEJO DE ECOSSISTEMAS FRÁGEIS: A LUTA CONTRA A DESERTIFICAÇÃO E A SECA. In: CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (ECO-92), 1992, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: [s.n.], 1992. c. 12. Disponível em: <<http://ecolnews.com.br>>. Acesso em: 6 fev. 2012.

MANES, A. **Drought and desertification processes: definitions**. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE PROCESSOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO: AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO, 2., 2009. Tel-Aviv: Center for International Cooperation – MASHAV, 2009. Aula 1.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil**. Disponível em: <<http://www.fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-504.pdf>>. Acesso em: out. 2011.

MARGOLIS, E.; CAMPOS FILHO, O. P. **Determinação dos fatores da equação universal de perdas de solo num Podzólico Amarelo de Glória do Goitá**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3. Recife, PE, 1981. **Anais...**, Recife, PE: SBCE/UFRPE/Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1981. p. 239-250.

MARGOLIS, E.; SILVA, A. B. da; JACQUES, F. de. O. Determinação dos fatores da equação universal das perdas de solo para as condições de Caruaru (PE). **Revista Bras. de Ciência do Solo**, v.9, p.165-169, 1985.

MONTANARELLA, L.; BADRAOUI, M.; CHUDE, V.; COSTA, I. dos S. B.; MAMO, T.; YEMEFACK, M.; AULANG, M. S.; YAGI, K.; HONG, S. Y.; VIJARNORN, P.; ZHANG, G. L.; ARROUAYS, D.; BLACK, H.; KRASILNIKOV, P.; SOBOCA, J.; ALEGRE, J.; HENRIQUEZ, C. R.; MENDONÇA-SANTOS, M. de L.; TABOADA, M.; VICTORIA, D. E.; ALSHANKITI, A.; PANAH, S. K. A.; EL MUSTAFA EL SHEIKH, E. A.; HEMPEL, J.; PENNOCK, D.; CAMPS ARBESTAIN, M.; MCKENZIE, N. (Ed.). **Status of the world's soil resources: main report**. Rome: FAO, 2015. xxxix, 608. p. il. color.

MORTIMORE, M.; ANDERSON, S.; COTULA, L.; DAVIES, J.; FACCER, K.; HESS, C.; MORTON, J.; NYANGENA, W.; SKINNER, J.; WOLFANGEL, C. **Dryland opportunities: a new paradigm for people, ecosystems and development**. Gland: IUCN; London: IIED; Nairobi: UNDP/DDC, 2009.

NICHOLSON, S. E.; DAVENPORT, M. L.; MALE, A. R. A comparison of the vegetation response to rainfall in the Sahel and East Africa, using Normalized Difference Vegetation Index from NOAA AVHRR. **Climatic Change**, v. 17, p. 209-241, 1990.

OLIVEIRA-GALVÃO, A. L. C. de; SAITO, C. H. **Mapeamento sobre a desertificação no Brasil: um análise comparativa**. **Brasil Florestal**, n. 77, p. 9-20, ago. 2003.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Text of the United Nations Convention to combat desertification**. Disponível em: <www.unccd.int/convention/text/convention.php>. Acesso em: 10 set. 2011.

POLIDORO, J. C.; MENDONÇA-SANTOS, M. de L.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO JUNIOR, W. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; CURCIO, G. R.; CORREIA, J. R.; MARTINS, E. de S.; SPERA, S. T.; OLIVEIRA, S. R. de M.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V.; TOSTO, S. G.; VENTURIERI, A.; SA, I. B.; OLIVEIRA, V. A. de; SHINZATO, E.; ANJOS, L. H. C. dos; VALLADARES, G. S.; RIBEIRO, J. L.; MEDEIROS, P. S. C. de; MOREIRA, F. M. de S.; SILVA, L. S. L.; SEQUINATTO, L.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. de O. **Programa Nacional de Solos do Brasil (Pronasolos)**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2016. 53 p. (Embrapa Solos. Documentos, 183).

REDESERT. REDE DE INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO SOBRE DESERTIFICAÇÃO - REDESERT. **Catálogo bibliográfico sobre desertificação**. Brasília, DF, 1998.

RICHÉ, G. R.; SÁ, I. B.; FOTIUS, G. A. Zoneamento das áreas em processo de degradação ambiental no trópico semiárido do Brasil. In: PROJETO ARIDAS. **Condições do uso e perspectiva de uso sustentável dos geoambientes do semiárido**: versão final. Brasília, DF, 1994. Paginação irregular. (GTI. Recursos naturais e meio ambiente).

SÁ, I. B.; FOTIUS, G. A.; RICHÉ, G. R. Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semiárido brasileiro. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO – AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza, CE. **Anais...**, Fortaleza, 1994.

SANTANA, M. O. Áreas afetadas por processos de desertificação no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Recursos Hídricos – Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação, 1998. Disponível em: <http://www.mapas.mma.gov.br/geonetwork/srv/br/metadata.show?id=413>. Acesso em: 31 jan. 2012.

SILVA, F. B. R. e; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de 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 do quadro natural e agrossocioeconômico. v. 1. Petrolina, PE: Embrapa – CPATSA; Recife, PE: Embrapa – CNPS – Coordenadoria Regional Nordeste, 1993.

TUCKER, C. J.; DREGNE, H. E.; NEWCOMB, W. W. Expansion and contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990. **Science**, v. 253, p. 299-301, 1991.

UNEP. **Word Atlas of Desertification**. 1st. Ed. Edward Arnold, London, UK, 1992.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Processos de desertificação ocorrentes no Nordeste do Brasil**: sua gênese e sua contenção. Recife, PE: Sudene, 1982.

WILLIAMS, B. A. J. **Interactions of desertification and climate**: present understanding and future research imperatives. Disponível em <<http://ag.arizona.edu/oals/ALN/aln49/williams.html>>. Acesso em: out. 2011.

ZHOU, L.; DICKINSON, R. E.; TIAN, Y.; VOSE, R. S.; DAL, Y. **Impact of vegetation removal and soil aridation on diurnal temperature range in a semiarid region: application to the Sahel.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 104, p. 17.937-17.942, 2007.