



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Identificação das áreas susceptíveis à desertificação no estado do Ceará: antecedentes cartográficos

Érika Gomes Brito da Silva¹, Vlândia Pinto Vidal de Oliveira²

¹Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, Professora Assistente F do Curso de Geografia/Licenciatura da Universidade Estadual do Ceará, Unidade Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos, Avenida Dom Aureliano Matos, 2058, Limoeiro do Norte, Ceará, CEP: 62.930-000. (88)3423-6962. rika.brito@gmail.com. ² Professora Associada 4 do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, Professora do Programa de Pós-graduação em Geografia, Professora do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), UFC, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Campus do Pici, Bloco 911, Fortaleza, Ceará. CEP: 60455-760. (85) 3366-9855; 3366-9781.vladiana.ufc@gmail.com.

Artigo recebido em 15/03/2017 e aceito em 06/07/2017

RESUMO

A identificação de Áreas Susceptíveis à Desertificação no Brasil (ASD) tem sido adotada por tomadores de decisão nas Políticas Públicas e nas pesquisas acadêmicas na abordagem da Degradação da Terra e Desertificação no Semiárido Nordeste. Considerando que as ASD correspondem às áreas semiáridas e subúmidas secas, e áreas de entorno, consideramos o Semiárido do Ceará para estudo. Este artigo realizou uma breve reconstituição da análise espacial das ASD entre os anos de 1992 a 2015. Por meio de um comparativo de cinco bases cartográficas e estimativas de áreas afetadas pela desertificação, obteve-se uma representação espacial das áreas mais críticas e dos núcleos configurados no Ceará.

Palavras-chave: áreas susceptíveis à desertificação, mapeamento, semiárido, Ceará.

Identification of susceptible to desertification areas in the state of Ceará: cartographic history

ABSTRACT

The identification of of Susceptible to Desertification Areas (SDA) in Brazil has been adopted by decision-makers in Public Policies and in academic research in the approach to Land Degradation and Desertification in the Northeastern Semiarid Region. Considering that the SDA correspond to the semi-arid and subhumid areas, and the surrounding areas, we consider the semi-arid region of Ceará for study. This article made a brief reconstitution of the spatial analysis of the ASD between the years 1992 to 2015. A comparison of five cartographic bases and estimates of affected areas by desertification resulted in a spatial representation of the most critical areas and the configured nuclei in Ceará.

Keywords: susceptible to desertification areas, mapping, semi-arid areas, Ceará.

Introdução

A degradação da terra e a desertificação são os problemas ambientais mais graves do Semiárido Nordeste. A conjunção de fatores ambientais condicionados à vigência da semiaridez acentuada e eventos periódicos de seca associa-se a aspectos socioeconômicos e culturais de uso inadequado dos recursos naturais, o que tem levado à instabilidade dos sistemas ambientais.

A Região Semiárida detém uma extensão total de 980.133, 079 km² de terras inseridas nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais. São 1 135 municípios que concentram uma população de mais de 22.598.318 de habitantes, ou seja, representando 42,57% da população nordestina (IBGE, 2010; Medeiros et al., 2012).

Segundo dados oficiais, o Ceará tem 81,56% de seu espaço geográfico inserido no Domínio do Semiárido, onde um contingente aproximado de 4.724.700 de pessoas vive em áreas susceptíveis à desertificação (MI, 2005; IBGE, 2010; Medeiros et al., 2012).

A desertificação pode ser definida como sendo a degradação da terra em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as atividades humanas e as variações climáticas (UNCCD, 1994; Matallo Júnior, 2009; Oliveira et al., 2014).

Admite-se que a desertificação expressa o resultado da combinação de condições naturais, climáticas e socioeconômicas, e das formas de utilização dos recursos naturais, especialmente para a produção agrícola e para o desenvolvimento

rural. As causas determinantes e os fatores que as controlam são múltiplas e algumas delas podem mudar segundo a escala, resultando em respostas diferentes em função das escalas de tempo e espaço considerados (Oliveira, 2006).

Oliveira (2006) avalia que a desertificação no semi-árido nordestino vem comprometendo uma área de quase 200.000 Km², implicando na geração de impactos difusos e concentrados sobre o território. Os impactos causados pela desertificação têm reflexos ambientais sociais e econômicos.

Desde o início dos anos de 1990, a delimitação das áreas semiáridas e subúmidas secas é critério básico para a identificação de áreas susceptíveis à desertificação no Nordeste do Brasil e Norte dos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo.

Neste contexto, a identificação de áreas susceptíveis aos processos de degradação das terras semiáridas e subúmidas secas no Ceará tem recebido atenção especial em estudos especiais, pesquisa acadêmica e agenda política regional.

A degradação da terra atinge níveis diferenciados de intensidade, aonde os Sertões dos Inhamuns, Médio Jaguaribe, Sertões Centro-Norte e Irauçuba são ratificados como as áreas mais críticas, com a configuração de núcleos de desertificação (Leite et al., 1993; Soares et al., 1995, Souza, 2000; Ceará, 2010).

A partir de uma análise comparativa entre os principais mapas temáticos sobre a desertificação no Estado do Ceará, este artigo propõe uma breve discussão entre critérios e delimitações dos espaços semiáridos e a identificação e extensão de Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) (Brasil, 2004).

Material e métodos

A metodologia consistiu de uma análise comparativa entre os principais mapas temáticos sobre a desertificação no Estado do Ceará. Para tanto, a seleção dos mapas atendeu ao critério de escala temporal, considerando artigos e relatórios oficiais produzidos sobre a desertificação, tendo como marco inicial estudos espaciais para a ICID 1992 e o último mapeamento oficial das ASD no Brasil (CGEE, 2016).

Conforme critério de seleção, as análises e discussão dos resultados tomaram por base os seguintes mapeamentos, especificados no Quadro 1:

Quadro 1. Mapas oficiais das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Estado do Ceará entre os anos de 1992 a 2015.

| Mapas | Autor | Escala |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará: estudo especial. | Soares et al. 1992 | 1:800.000 |
| Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará: 2ª. aproximação. | Leite et al., 1993 | 1:800.000 |
| Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará. | Soares et al. 1995 | 1:800.000 |
| Municípios susceptíveis à Desertificação. | Souza e Ceará, 2010 | 1:600.000 |
| Áreas fortemente degradadas em processo de desertificação no Ceará. | Funceme e CGEE, 2015 | 1:250.000 |

A utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG), no ambiente ArcGIS propiciou a geração dos mapas temáticos, a partir da sobreposição de bases cartográficas, com os devidos ajustes em adequação às escalas de detalhe das informações disponíveis.

Para a produção dos mapas foram utilizados os seguintes materiais:

1. Limites Municipais do Ceará (IPECE, 2002);
2. Mapa “Áreas degradadas susceptíveis à desertificação do Estado do Ceará –1992” (Funceme, 2007).
3. Tabela de Distribuição da Área Semi-árida do Estado do Ceará, Funceme 1993 (Funceme e SRH, 2003);
4. Lista de Municípios das Áreas Semiáridas, Sub-úmidas Secas e de Entorno das Áreas Susceptíveis à Desertificação – ASD, Ceará (Brasil, 2004);
5. Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro - Municípios Semiáridos, Estado do Ceará (MI, 2005).

Para elaboração dos mapas temáticos, todas as informações cartográficas utilizadas foram trabalhadas em formato digital *shapefile* (*shp.*), com sistema de coordenadas em projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 24 Sul, Datum South America (SAD) 1969.

Resultados e discussão

As Áreas Susceptíveis à Desertificação

Adotando-se o artigo 1º. da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD), a desertificação é definida como sendo a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as atividades humanas e as variações climáticas (UNCCD, 1994; Matallo Júnior, 2009; Oliveira et al., 2014).

Para a classificação das terras afetadas pela desertificação, a CCD (1994) adotou o critério de aridez climática por meio do índice de aridez (IA), desenvolvido por Thornthwaite (1955). O índice é definido pela razão entre a Precipitação Anual (P) e Evapotranspiração Potencial (P /ETp). Aos auspícios da CCD, as áreas susceptíveis à desertificação, ou terras secas são caracterizadas por apresentarem o IA entre 0,05e 0,65(Quadro 2).

Para Oliveira (2006), a aplicação do índice de aridez pressupõe que a desertificação é uma forma de degradação dos ecossistemas em função de ressecamento ambiental. Além de mudança natural do clima regional ou local, admite-se também como causa fundamental do processo o uso inadequado dos recursos naturais renováveis pelo homem.

Quadro 2. Índice de Aridez. Fonte: Adaptado de Brasil (2004) e Oliveira (2006).

| Clima | Índice (P/ETp) |
|-----------------------|----------------|
| Hiper-árido | < 0,05 |
| Árido | 0,05 - 0,20 |
| Semi-árido | 0,21 - 0,50 |
| Subúmido Seco | 0,51 - 0,65 |
| Subúmido Úmido, Úmido | > 0,65 |

Sales (2003) realizou um estudo sobre a evolução dos estudos pioneiros quanto à desertificação no Brasil e os esforços para a identificação e delimitação de áreas susceptíveis à desertificação no território brasileiro desde o final da década de 1970 até o início do século XXI.

Os espaços semiáridos e subúmidos secos do Nordeste e Norte do Estado de Minas Gerais foram denominados e institucionalizados como as Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) no Brasil, por ocasião do lançamento do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PANBRASIL (Brasil, 2004).

O PANBRASIL definiu as ASDs em quatro classes. São elas: núcleos de desertificação, áreas semiáridas e subúmidas secas, áreas de entorno das áreas semiáridas e subúmidas secas e novas áreas sujeitas a processos de desertificação.

O Atlas das Áreas Susceptíveis à Desertificação no Brasil produzido pelo Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2007) considerou as regiões climáticas de abrangência da CCD (áridas, semi-áridas e subúmidas secas), destacando apenas a existência de áreas de clima semi-árido e subúmido seco (IA entre 0,20 e 0,65).

Para as áreas que formalmente não se enquadram como susceptíveis à desertificação pela CCD agregaram-se a categoria “áreas do entorno das áreas semi-áridas e subúmidas secas”, uma vez que a inclusão destas foi justificada pelo fato de apresentarem características comuns às áreas semi-áridas e subúmidas secas; elevada ocorrência de secas e enclaves de vegetação típica do semi-árido brasileiro, a caatinga (Brasil, 2007).

Desse modo, a partir dos critérios adotados pelo PAN BRASIL (pressupostos da CCD e a adoção do IA, calculado por Brito (2000) para os municípios do Nordeste), as áreas susceptíveis à desertificação foram agregadas às áreas semiáridas, áreas subúmidas secas e áreas de entorno. Desse modo, as ASD corresponderiam a uma área de 1.340.863 km², abrangendo 1.488 municípios dos nove estados do Nordeste, norte de Minas e Gerais e norte do Espírito Santo, onde o contingente aproximado é de 30 milhões de pessoas (Brasil, 2004; 2007).

O semiárido brasileiro é a região naturalmente susceptível à desertificação pela severidade da escassez e má distribuição das precipitações que regulam a dinâmica natural das paisagens. Associa-se à dinâmica natural frágil ao exaustivo uso da terra por meio de práticas inadequadas à capacidade de suporte ambiental como o desmatamento, o extrativismo, a pecuária e a agricultura de subsistência (Souza e Oliveira, 2002).

Convém destacar que, embora as áreas semiáridas correspondam aos espaços semiáridos, a delimitação das mesmas esteve condicionada à adoção de critérios diversos e às áreas de atuação de instituições governamentais como a Superintendência de Desenvolvimento do

Nordeste (SUDENE) e Agência de Desenvolvimento do Nordeste (ADENE), o território compreendido pelo Polígono das Secas e de Fundos de Financiamento para o desenvolvimento regional do Nordeste.

A delimitação oficial do semiárido brasileiro foi instituída pela Lei n 7.827, de 27 de dezembro de 1989, que criou e estabeleceu as condições de aplicação dos recursos dos Fundos Constitucionais de Financiamento do Norte (FNO), do Nordeste (FNE) e do Centro-Oeste (FCO), onde o critério climático (região com precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm) prevaleceu para definição (MI, 2005; Brasil, 2007).

A nova delimitação da Região Semiárida do Brasil adotou três critérios técnicos: a) precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; b) índice de aridez de até 0,5, calculado pelo balanço hídrico, que relaciona a precipitação e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e c) risco de seca maior

que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990. (MI, 2005; Brasil, 2007).

Atualmente, a Região Semiárida detém uma extensão total de 980.133, 079 km² de terras inseridas nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais. São 1 135 municípios que concentram uma população de mais de 22.598.318 de habitantes, ou seja, representando 42,57% da população nordestina (IBGE, 2010; Medeiros et al., 2012).

Em documentos oficiais (Funceme, 2003; Brasil, 2004; MI, 2005), a delimitação da região semiárida é critério para a identificação das ASD seja em escala nacional, ou local. Neste artigo foi considerada a atual delimitação do semiárido no Estado do Ceará para a identificação e mapeamento de suas ASD. Nos Quadros 3 e 4 foi possível observar a adoção de critérios e as variações no número de municípios inseridos no semiárido cearense.

Quadro 3. Distribuição da área semi-árida do Estado do Ceará - Funceme, 1993. Fonte: adaptado de Funceme e SRH (2003).

| Critérios | No. Municípios no Semiárido | Proporção da Área do Município inserido no Semiárido (%) |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|
| (1) Análise do acervo cartográfico temático; | 116 | Igual a 100 |
| (2) Análise climatológica com base no valor modal de 800mm; | 30 | 75-100 |
| (3) Análise das condições geo-ecológicas; | 23 | 51-75 |
| (4) Geoprocessamento; | | |
| (5) Quantificação dos dados. | 15 | Igual ou menor 50 |

Quadro 4. Municípios nas ASD no Estado do Ceará, segundo Brasil (2004) e MI (2005). Fonte: adaptado de Brasil (2004) e MI (2005).

| Documentos Oficiais | Critérios Adotados | Municípios das ASD (Total) | | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|---------|
| | | Semiárido | Subúmida Seca | Entorno |
| Brasil (2004) | (1) Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; (2) Índice de aridez de até 0,5, calculado pelo balanço hídrico, que relaciona a precipitação e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990 (Brito, 2000 apud Brasil, 2004); | 105 | 41 | 38 |
| MI (2005) | (1) Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; (2) Índice de aridez de até 0,5, calculado pelo balanço hídrico, que relaciona a precipitação e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; (3) Risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990. | 150 | 0 | 34 |

Observou-se que todas as delimitações adotaram o critério climático de enquadramento das áreas semiáridas e subúmidas secas, a precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros. O Redimensionamento do Semiárido do Ceará, proposto pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) em 2003 adotou além do critério climático (precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros), o critério geoambiental.

A distribuição da área semiárida do Ceará apresentada pela Funceme e SRH (2003) foi organizada em função da proporção da área territorial dos municípios inserida no semiárido em quatro intervalos: 1) Municípios com área igual a 100% inserida no semiárido; 2) Municípios com área entre 75 a 100%; 3) Municípios com área entre 51 a 75%; e 4) Municípios com área igual ou menor que 50% inserida no semiárido. Desse modo, 169 municípios do Ceará estavam totalmente, ou em mais da metade de sua área total inseridos no semiárido, ou seja, 136.328,0 km², o que equivale a 92,1% do Estado do Ceará, aonde a sua área total foi calculada em aproximadamente 144.414,1 km², Brito da Silva, É. G.; Oliveira, V. P. V.

com base em dados do Anuário Estatístico do Brasil do IBGE (1992).

Quanto ao critério ambiental, a delimitação da área nuclear das caatingas e das faixas de transição foi utilizada para a sub-compartimentação do semiárido em cinco sistemas ambientais: 1) Depressão Sertaneja; 2) Planaltos Sedimentares; 3) Planalto com Coberturas Calcárias; 4) Maciços Serranos Residuais e 5) Tabuleiros Pré-Litorâneos e parte da Planície Costeira. Este critério ambiental foi adotado por considerar as interações e inter-relações dos componentes ambientais para caracterização do semiárido, como também pela abordagem multi-interdisciplinar da proposta (Funceme e SRH, 2003).

As ferramentas de geoprocessamento utilizadas neste mapeamento possibilitaram o cálculo de áreas absolutas dos municípios e a porcentagem de suas áreas inseridas no semiárido, bem como o cruzamento destas em função das unidades geossistêmicas do Ceará (Funceme e SRH, 2003).

No dimensionamento das áreas semiáridas apresentado pelo PAN-BRASIL (Brasil, 2004) e na

atual delimitação do Semiárido Brasileiro (MI, 2005) para o Estado do Ceará foram acrescentados aos critérios climáticos o Índice de Aridez, em avanço de um maior detalhamento das ASD, e Índice de risco de seca, em série de vinte anos (1970-1990). As condições geoambientais, ou mesmo o critério tecnológico foram empregados para estas delimitações.

Ao comparar o quantitativo de municípios do Ceará entre estes dois trabalhos apresentados, no Quadro 4 percebeu-se que houve aumento no número de municípios cearenses situados no semiárido na atual delimitação do Ministério da Integração (2005), em relação aos municípios apresentados no PAN Brasil. Supõe-se que esse crescimento no quantitativo de municípios semiáridos pode estar atrelado a dois fatores: 1) a

inclusão do índice de risco de secas; 2) reclassificação dos municípios de clima sub-úmido seco e de áreas de entorno incluídos ao semiárido.

Desse modo, com base nos dados oficiais, a região Semiárida do Ceará abrange 150 municípios, o que corresponde a 81,56% de sua área territorial, onde residem, aproximadamente, mais de 4.724.700 de pessoas, ou seja, pode-se afirmar que mais de 55% da população do Estado se encontra em áreas susceptíveis à desertificação (MI, 2005; IBGE, 2010; Medeiros et al., 2012).

A figura 1 apresenta a evolução na representação espacial em função do quantitativo de municípios da região semiárida cearense, segundo as classificações do PAN BRASIL e a nova delimitação do Semiárido para o Ceará.

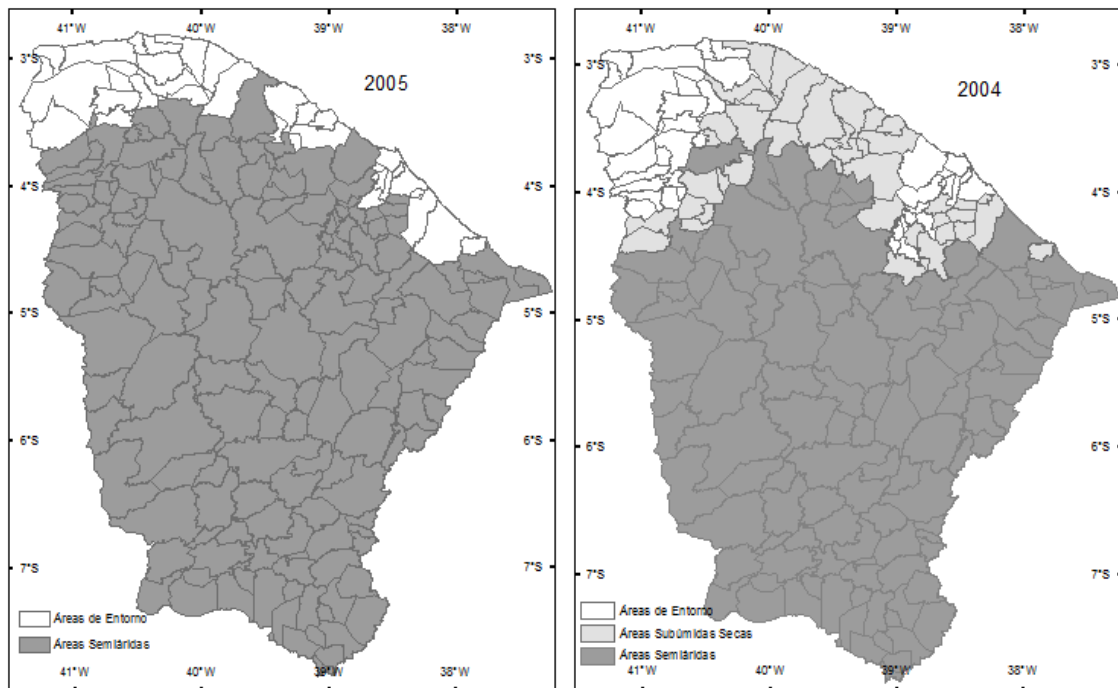


Figura 1. Região semiárida do Ceará – anos de 2004 e 2005. À esquerda, Região semiárida, segundo MI (2005); à direita, Municípios das Áreas Semiáridas das ASD, segundo Brasil (2004). Fonte: Adaptado de Brasil (2004); MI (2005).

Mapeamento das ASD no Estado do Ceará

Após essa breve discussão sobre a delimitação das áreas semiáridas no Ceará, avançou-se na perspectiva de traçar um comparativo entre os resultados obtidos pelos mapeamentos oficiais na identificação das Áreas Susceptíveis à Desertificação no Ceará entre os anos de 1992 a 2015.

Para este propósito tomou-se cinco estudos regionais: Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará – Estudo Especial (Soares et al., 1992); Áreas degradadas susceptíveis aos processos de

desertificação no Estado do Ceará: 2ª. aproximação (Leite et al., 1993); Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará (Soares et al., 1995); Municípios susceptíveis à Desertificação (Souza e Ceará, 2010) e Mapeamento das áreas fortemente degradadas em processo de desertificação (Funceme e CGEE, 2015; CGEE, 2016).

Os primeiros esforços na identificação de ASD no Estado do Ceará foram realizados por Soares et al., (1992), em estudo especial, em parceria com a Universidade Federal do Ceará e a Universidade Federal do Piauí, apresentado

durante a 1ª. Conferência Internacional do Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas – ICID, realizada em Fortaleza, no ano de 1992.

Por ocasião desse estudo foi realizada uma primeira aproximação de mapeamento das ASD, tomando como critério a definição de áreas semiáridas adotado pela ONU e as evidências de degradação dos recursos naturais detectadas por meio de análise de imagens de satélite. Os aspectos socioeconômicos também foram considerados para o diagnóstico geoambiental das áreas mais afetadas. Para tanto, foram utilizados os seguintes materiais: 1) seleção de municípios inseridos no domínio semiárido; 2) cálculo do índice de aridez; 3) Análise temporal de imagens de satélite LANDSAT 5 e 1, digitais e analógicas datadas dos anos de 1975 a 1979; dos anos de 191984/1985 e 1990.

Com base no IA para as áreas semiáridas e no diagnóstico ambiental, as áreas com susceptibilidade à desertificação foram: Sertões do Médio Jaguaribe, Sertões do Baixo Jaguaribe, Serra do Pereiro, Serrana de Caririaçu, Uruburetama, Sertões de Canindé, Sertões de Quixeramobim, Sertão dos Inhamuns, Microrregião de Sobral, Sertões de Senador Pompeu, Sertões de Crateús.

O geoprocessamento foi utilizado para a quantificação dos dados relativos às áreas afetadas por município, em relação às microrregiões do IBGE e à área total do Estado. Como resultado, as áreas mais afetadas nestes estudos foram: o município de Irauçuba, regiões dos Inhamuns/Sertões de Crateús e o Médio Jaguaribe.

Em termos de extensão territorial, 73.557 km² de terras estão sob o domínio do semiárido, o que equivale a 49,69%, e ao total de 14% do Estado do Ceará afetado por processos de

degradação/desertificação. Para efeitos de comparativo, os resultados obtidos por Soares et al. (1992), foram equivalentes em Soares et al. (1995), em publicação deste estudo por meio do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Em Leite et al. (1993) foi apresentado uma segunda aproximação do mapeamento realizado para a ICID 92, com uma modificação metodológica. Substituiu-se o quadro de áreas susceptíveis à desertificação, segundo o índice de aridez, pelo mapa de isolinhas dos IA, na escala de 1: 800.000. A partir da superposição deste mapa às evidências de degradação perceptíveis na interpretação de imagens LANDSAT, obteve-se o *Mapa das Áreas Degradadas Susceptíveis aos processos de Desertificação no Estado do Ceará*, na escala de 1:800.000. (Figura 2).

As áreas mais afetadas pela desertificação foram o município de Irauçuba, as regiões dos Inhamuns/Sertões de Crateús e Médio Jaguaribe como resultado, houve uma variação quanto à área total das ASD, recalculada para 15.128,5 km², o que representaria 10,2% da área territorial do Estado. As evidências de degradação não recuariam de um ano para outro, quando se compara os resultados de Soares et. al. (1992). Acredita-se que essa variação decorra do refinamento da interpretação dos produtos do sensoriamento e o avanço das técnicas de geoprocessamento na adequação da metodologia trabalhada por Soares et al. (1992).

Durante a 2ª. Conferência ICID 2010, ou ICID+18, foi lançado o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE/CE (Ceará, 2010), onde mereceu destaque o Mapa dos Municípios Susceptíveis à Desertificação do Estado do Ceará (Souza e Ceará, 2010), com o nível de ocorrência e os núcleos configurados das ASD (Figura 3).

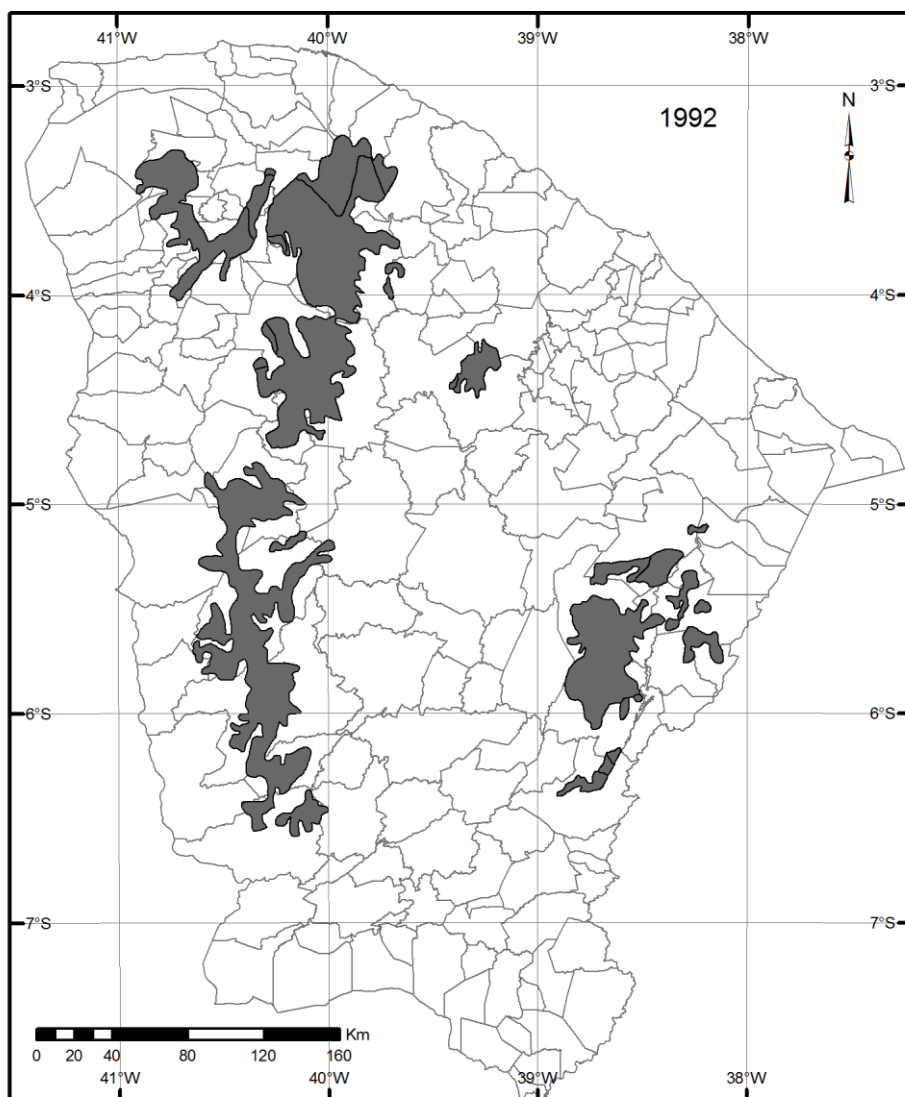


Figura 2. Mapa das Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará. Fonte: Adaptado de Funceme (2007).

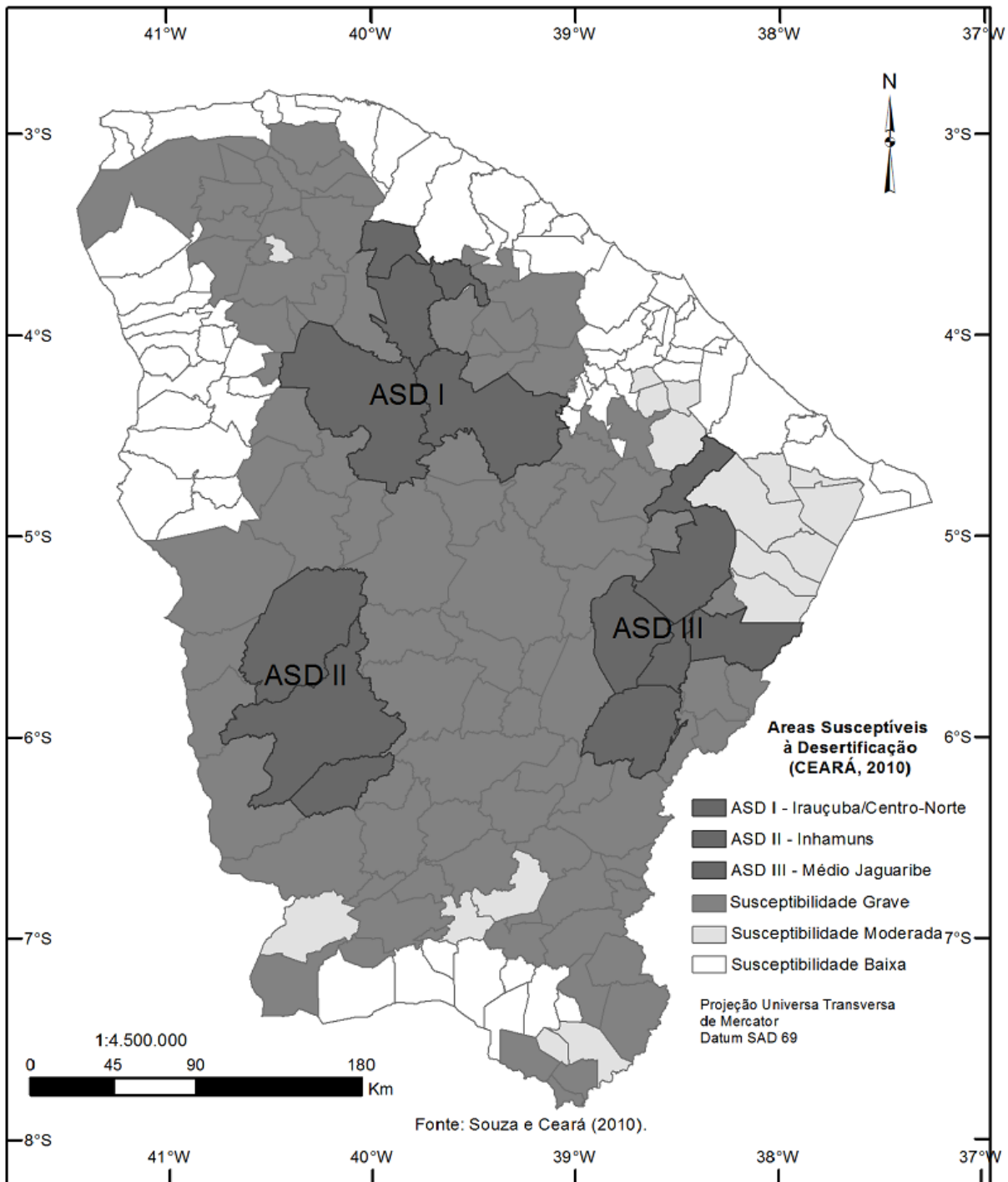


Figura 3. Mapa dos Municípios Susceptíveis à Desertificação do Estado do Ceará - 2010. Fonte: Adaptado de Souza e Ceará (2010).

O procedimento técnico obedeceu à linha metodológica adotada desde os trabalhos pioneiros, onde a seleção das áreas atendeu aos critérios geoambientais e áreas do semiárido, onde os sertões são considerados mais suscetíveis à desertificação. A análise de imagens de satélite deu suporte à interpretação de imagens orbitais LANDSAT 7 ETM+, subsidiada pelos trabalhos de campo para checagem da verdade terrestre.

Neste mapa foram estabelecidos três níveis de ocorrência da desertificação: muito grave/grave, moderada e baixa. Os municípios que apresentaram o nível de ocorrência muito grave correspondem à configuração de três ASD: ASD I – Irauçuba (Irauçuba, Canindé, Santa Quitéria, Miraíma e Itapajé); ASD II – Inhamuns (Tauá, Independência e Arneiroz) e ASD III – Médio Jaguaribe (Jaguaribe, Jaguaritama e Jaguaribara) (Ceará, 2010).

Observou-se que os municípios que apresentaram susceptibilidade moderada são aqueles situados no pé de serra do Maciço Residual de Baturité, Baixo Jaguaribe, os municípios de Campos Sales, Farias Brito, Várzea Alegre, Porteiras e Brejo Santo. Já os municípios que apresentaram baixa susceptibilidade estão inseridos nos domínios naturais dos planaltos sedimentares e no litoral. Em termos quantitativos de áreas degradadas susceptíveis à desertificação, pode-se afirmar que as ASD do Ceará totalizam aproximadamente em 26.432, 15 km² em terras

secas, nos núcleos configurados, onde o nível de degradação é muito grave/grave.

Na Figura 4 pode-se acompanhar a evolução da desertificação no Ceará por meio dos mapas de 1992 e de 2010. Não foi objetivo comparar as metodologias empregadas nos dois mapas, mas sim a extensão territorial das mesmas ao longo do período selecionado. Ao sobrepor as áreas mapeadas em 1992, os municípios das ASD foram correspondentes às áreas mais afetadas dentro dos núcleos e de parte dos municípios que apresentaram nível de ocorrência grave de degradação/desertificação.

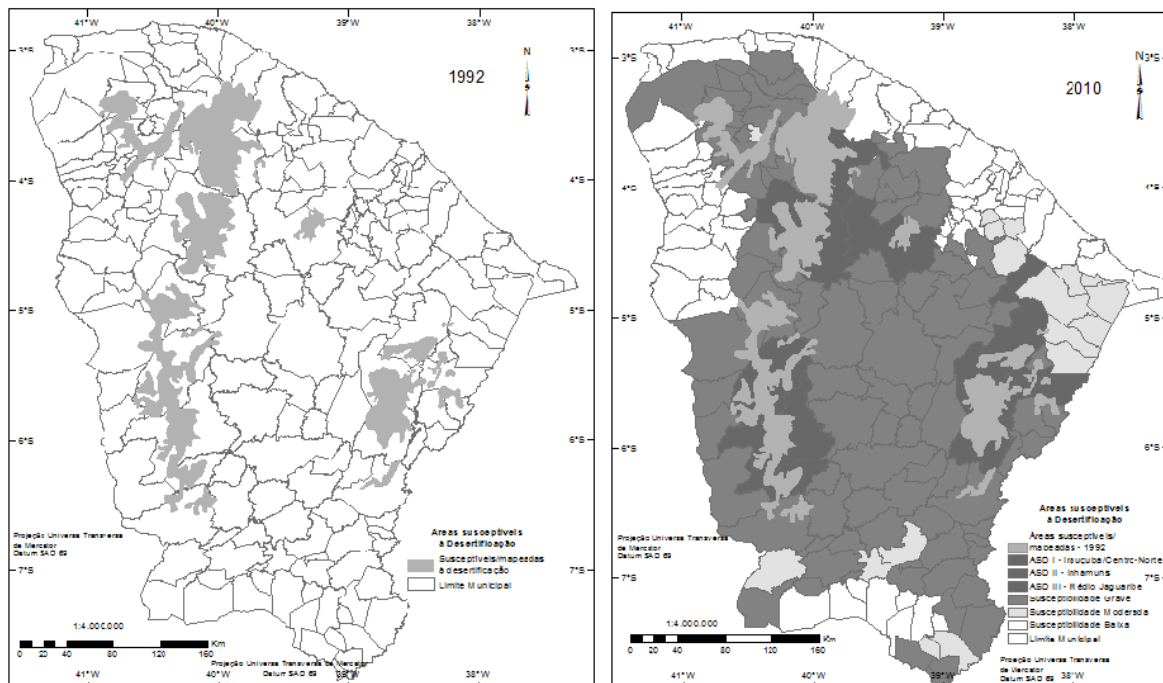


Figura 4. Evolução na espacialização da desertificação no Ceará entre 1992 e 2010. Fonte: Adaptado de Funceme (2007) e Souza e Ceará (2010).

Ao compararmos o quantitativo de terras afetadas nos mapeamentos de ASD do Estado da década de 90, conforme verificado na Tabela 1 houve um aumento de 27,5% em terras afetadas pela degradação/desertificação. Considerando que a área total do Ceará corresponde a 148.825,6km², segundo dados do IPECE/IBGE (2002), calcula-se em 17,7% das áreas afetadas pela desertificação.

Em mapeamento mais recente executado pela FUNCEME e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) (2015), em CGEE (2016), constatou-se que alguns procedimentos metodológicos se diferem daqueles adotados nos demais mapeamentos. Os resultados sofreram nova alteração em relação às áreas mapeadas fortemente degradadas em processo de desertificação.

A área total do Ceará foi considerada como Área Susceptível à Desertificação, onde 17.042,16 km² foram mapeados como áreas fortemente degradadas na ASD, equivalendo a 11,45% das ASD, mapeados por interpretação de imagens de satélite. Aqui, as áreas calculadas por meio SIG levaram em consideração a base municipal do IBGE do ano de 2007, onde a área total do Ceará é 148.886, 31 km². As áreas mais comprometidas quanto à degradação dos recursos naturais são a região dos Inhamuns/Sertões de Crateús; o município de Irauçuba e regiões circunvizinhas; e o Médio Jaguaribe (Funceme e CGEE, 2015).

Tabela 1. Comparativo de identificação de áreas susceptíveis à desertificação no Ceará em estudos pioneiros. Fonte: ¹ IBGE (1981, 1981b, 1990, 2002, 2007) em Soares et al. (1992), Leite et al. (1993), Soares et al. (1995), Ceará (2010), Funceme e CGEE (2015).² Critério climático: índice de aridez (P/Etp*100);³ Áreas mapeadas por imagem de satélite; ⁴ Critérios: imagens de satélite, indicadores naturais, econômicos e sociais.

| Mapas | Área Total do Estado (Km ²) ¹ | Área no Semi-Árido (Km ²) ² | Área Total do Estado (%) ² | Áreas Fortemente Suceptíveis À Desertificação (Km ²) ³ | % ao Estado ³ |
|-----------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Soares et al. (1992) | 148.016,0 | 73.557,0 | 49,69 | 20720,1 | 13,99 |
| Leite et al. (1993) | 148.016,0 | 74.651,2 | 50,40 | 15128,5 | 10,20 |
| Soares et al. (1995) | 148.016,0 | 73.557,0 | 49,69 | 20720,0 | 13,99 |
| Ceará (2010) | 148.825,6 | 114132,0 ⁴ | 76,68 ⁴ | 26432,7 | 17,76 |
| Funceme e CGEE (2015) | 148.886,3 | 148.886,3 | 100,00 | 17742,2 | 11,45 |

Conclusões

Nos últimos vinte e cinco anos, o mapeamento de Áreas Susceptíveis à Desertificação do Estado do Ceará tem justificado que as áreas mais comprometidas com a desertificação são a região dos Inhamuns/Sertões de Crateús, o município de Irauçuba e regiões circunvizinhas, e o Médio Jaguaribe.

Estas áreas e mais de 90 municípios situados no semiárido cearense apresentam um grave comprometimento de seus recursos naturais em decorrência do uso inadequado e má conservação dos recursos da vegetação, solo e água disponíveis no processo produtivo primário.

A ratificação dos núcleos configurados de desertificação nas ASDs indica a necessidade de estudos de maior detalhe para dar maior eficiência à identificação de novas áreas afetadas ao controle e ao monitoramento ambiental.

Para a definição de ASDs é preciso estabelecer que a delimitação das áreas semiáridas seja em escala regional, ou local é critério primordial no tocante à implantação de estratégias de combate à seca e à desertificação, controle e monitoramento ambiental. Para isso, a ampliação do critério climático tem incorporado outros parâmetros, merecendo destaque o risco de secas e o caráter geoambiental como suporte aos mapeamentos de delimitação das ASD.

O avanço das tecnologias da geoinformação tem contribuído para o desenvolvimento das pesquisas voltadas para o estudo da degradação da terra e da desertificação. A ampliação do acesso

gratuito de imagens orbitais de média e alta resolução espacial tem levado ao desenvolvimento de mapeamentos mais precisos na identificação e delimitação das ASD.

Aliado ao Sensoriamento Remoto, o uso de SIG tem dado suporte tecnológico para o controle e monitoramento das áreas afetadas pela degradação das terras no Semiárido Cearense. As estimativas de áreas afetadas pelos processos de desertificação no Ceará feitas em SIG apresentaram variações nos resultados em função de atualização dos limites municipais realizadas com periodicidade pelo IBGE e IPECE e da resolução espacial das imagens orbitais utilizadas da região atingindo valores médios iguais a 17%.

Agradecimentos

A Universidade Estadual do Ceará pelo apoio à qualificação profissional. Ao Laboratório de Pedologia, Análise Ambiental e Desertificação (LAPED) e Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará pelo apoio operacional.

Referências

- BRASIL, 2004. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Programa de ação e combate a desertificação e mitigação dos efeitos da seca – PAN-Brasil. Brasília: Edições MMA.
- BRASIL, 2007. Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos; Universidade Federal da Paraíba; Marcos Oliveira Santana (org.). Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Brasília: MMA, 134p.

- CEARÁ, 2010. Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH). Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE. Fortaleza: MMA/SRH.
- FUNCEME; SRH, 2003. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos; Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH). Redimensionamento da Região Semi-Árida – Estado do Ceará. Fortaleza: FUNCEME/DERAM.
- FUNCEME, 2007. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Mapa Áreas degradadas susceptíveis à desertificação do Estado do Ceará – 1992. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em 10 de janeiro de 2017.
- FUNCEME; CGEE, 2015. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos; Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Mapa Áreas fortemente degradadas em processo de desertificação no Ceará - 2015. In: CGEE, 2016. Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.
- IBGE, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de Indicadores Sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 317p. Disponível em: www.ibge.gov.br
- IPECE, 2002. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Governo do Ceará. Limites Municipais. Fortaleza: IPECE. Disponível em: www.ipece.ce.gov.br
- IPECE; IBGE, 2002. Área territorial, segundo os municípios - Ceará – 2002. In: IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Governo do Ceará. Anuário Estatístico do Ceará 2002/2003. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br>. Acesso em 12 de janeiro de 2017.
- Leite, F.R.B.; Soares, A.M.L.; Martins, M.L.R. Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará. 2ª aproximação. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 7., 1993, Curitiba. Anais... Curitiba: SBSR, 1993. P.156-161.
- Matallo Júnior, H. (org.), 2009. Glossário de termos e conceitos utilizados no contexto da UNCCD. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA.
- Medeiros, S.S. et al., 2012. Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro. Campina Grande: INSA (Instituto Nacional do Semiárido).
- MI, 2005. Ministério da Integração Nacional (MI). Nova delimitação do Semi-Árido Brasileiro. Brasília: Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional (SDR) / MI.
- Oliveira, V.P.V., 2006. A problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do estado do Ceará-Brasil. In: Silva, J.B. et al. (org.). Litoral e Sertão, natureza e sociedade no Nordeste Brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica.
- Oliveira, V.P.V., Samedo, J. M., Oliveira, H. P. V. al., 2014. Análisis comparativo de los indicadores de desertificación de la isla de Santiago-Cabo Verde (África) y en la región de los Inhamuns (Ceará-Brasil). In: Revista Zonas Áridas, Lima, Perú, n.15(2), p.226-243.
- Sales, M.C.L., 2003. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 14, p.9-19.
- Soares, A.M.L. et al., 1992. Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará. In: Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semi-áridas (ICID - Impacts of Variations and Sustainable Development in Semiarid Regions). Estudo Especial, Fortaleza, 24p.
- Soares, A.M.L. et al., 1995. Áreas degradadas suscetíveis aos processos de desertificação no Ceará. In: Gomes, G. M. et al., (orgs.). Desenvolvimento Sustentável no Nordeste. Brasília: IPEA.
- Souza, 2000. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. Parte I. In: Lima, L.C.; Morais, J.O. de.; Souza, M.J.N. de. Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. FUNECE, Fortaleza.
- Souza, M.J.N. de.; Ceará, 2010. Mapa Municípios Susceptíveis à Desertificação – Estado do Ceará. In: Ceará, 2010. Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH). Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE. Fortaleza: MMA/SRH.
- Souza, M.J.N.; Oliveira, V.P.V., 2002. Semiárido do Nordeste do Brasil e o fenômeno da seca. In: Hubp, J.L.; Inbar, M. (compiladores). Desastres Naturales en América Latina. México: Fondo de Cultura Económica, Primera edición.
- UNCCD, 1994. United Nations Convention to Combat Desertification. Elaboración de una Convención Internacional de Lucha Contra La Desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación en particular en África. Texto final de la Convención Doc. A/AC.241/27. Disponível em: <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-spa.pdf>. Acesso em: 22 de abril de 2015.