

CONEXÕES ENTRE CLIMA E DESERTIFICAÇÃO: trajetórias e susceptibilidade no nordeste brasileiro

Ivamauro Ailton de Sousa **SILVA**
Doutorando em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
E-mail: ivamauro@hotmail.com

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar uma contextualização histórica e discussões conceituais sobre o processo de desertificação. Para seu desenvolvimento, foram necessárias quatro etapas distintas e complementares: revisão bibliográfica; elaboração de mapas temáticos; aquisição de dados meteorológicos e obtenção, análise e construção de climogramas. A realização desta pesquisa permitiu compreender que a desertificação constitui um processo que combina alterações ambientais provocadas por fatores naturais e antrópicos. As causas antrópicas estão associadas ao desmatamento e ao uso e manejo inadequado das terras, ocasionados por atividades agrícolas, mineração e pecuária. O estado da arte aponta que condições climáticas como a semiaridez, secas prolongadas, os reduzidos volumes pluviométricos e a escassez hídrica são indicadores adequados para avaliar a susceptibilidade à desertificação. No Brasil, as áreas nas quais o processo é mais evidente estão localizadas em clima semiárido e subúmido seco, na região Nordeste e norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Os núcleos de desertificação (Gilbués-PI, Irauçuba-CE, Cabrobó-PE e Seridó-RN) apresentam variações na quantidade e distribuição pluviométrica, mostrando períodos semelhantes e diferenças marcantes no regime e ritmo pluvial. O artigo revela trajetórias históricas e conceituais pertinentes, sobretudo, porque reflete a conexão entre clima e desertificação, destacando a complexidade e dimensão do processo em diferentes escalas geográficas.

Palavras-chave: Desertificação. Clima. Nordeste Brasileiro.

CONNECTIONS BETWEEN CLIMATE AND DESERTIFICATION: trajectories and susceptibility in northeastern brazil

Abstract: This article aims to present a historical context and conceptual discussions concerning the desertification process. Four distinct and complementary steps were necessary for its development: bibliographical revision, thematic map elaboration, meteorological data acquisition, and climogramacquirement, analysis and construction. The development of this research allowed for the understanding that desertification constitutes a process that combines environmental changes caused both by natural and anthropic factors. The anthropogenic causes are associated with deforestation and inadequate use and management of lands caused by agricultural, mining and livestock activities. The state of the art indicates that climatic conditions, such as semi-aridity, prolonged droughts, reduced rainfall volumes and water scarcity, are adequate indicators to evaluate susceptibility to desertification. In Brazil, the areas where the process is most evident are located in semi-arid and dry subhumid climates, in the Northeastern region and northern Minas Gerais and Espírito Santo states. Desertification nuclei (Gilbués-PI, Irauçuba-CE, Cabrobó-PE and Seridó-RN) present variations in rainfall amount and distribution, displaying similar periods and marked differences in rainfall regime and rhythm. The article reveals pertinent historical and conceptual trajectories, mainly because it reflects the connection between climate and desertification, highlighting the complexity and dimension of the process in different geographic scales.

Keywords: Desertification. Climate. Brazilian Northeast.

CONEXIONES CLIMÁTICAS Y DESERTIFICACIÓN: trayectorias y susceptibilidad en el noreste de Brasil

Resumen: Este artículo tiene como objetivo presentar una contextualización histórica y discusiones conceptuales sobre el proceso de desertificación. Para su desarrollo, fueron necesarios cuatro pasos distintos y complementarios: revisión bibliográfica; elaboración de mapas temáticos; adquisición de datos meteorológicos y obtención, análisis y construcción de climatogramas. Esta investigación nos permitió comprender que la desertificación es un proceso que combina los cambios ambientales causados por factores naturales y antropogénicos. Las causas antrópicas están asociadas con la deforestación y el uso y manejo inadecuado de la tierra causados por las actividades agrícolas, mineras y ganaderas. El estado

de la técnica señala que las condiciones climáticas como la semiaridez, la sequía prolongada, la escasez de lluvias y la escasez de agua son indicadores adecuados para evaluar la susceptibilidad a la desertificación. En Brasil, las áreas en las que el proceso es más evidente se ubican en un clima semiárido y seco subhúmedo en el noreste y norte de los estados de Minas Gerais y Espírito Santo. Los núcleos de desertificación (Gilbués-PI, Irauçuba-CE, Cabrobó-PE y Seridó-RN) muestran variaciones en la cantidad y distribución de la lluvia, mostrando períodos similares y marcadas diferencias en el régimen y la tasa de lluvia. El artículo revela trayectorias históricas y conceptuales pertinentes, principalmente porque refleja la conexión entre el clima y la desertificación, destacando la complejidad y la dimensión del proceso a diferentes escalas geográficas.

Palabras-clave: Desertificación. Clima. Nordeste brasileño.

INTRODUÇÃO

Desde que se iniciou a discussão acerca da desertificação, o processo se apresenta como vulnerável aos eventos climáticos, estando associado a períodos intensos de estiagens, ventos fortes e solos descobertos devido ao uso inadequado. A região de Kansas, no centro-oeste dos Estados Unidos da América (EUA), foi cenário de importantes processos que motivaram as primeiras discussões sobre a desertificação e seus impactos ambientais, sociais e econômicos.

Nos anos de 1930 e 1931, ocorreu uma grande seca. Assim, extensas porções de terra com cultivo de trigo e áreas com significativas práticas agrícolas foram abandonadas, deixando, por exemplo, vastos campos e solos expostos. Em 1934, uma violenta tempestade caiu sobre a região de Kansas e, com isso, o solo exposto foi arrastado pelo vento, formando enormes tempestades de poeira (Figura 1) e provocando vários impactos sociais (MCLEISH, 1993). Essa região dos EUA ficou conhecida como *Dust Bowl* (prato de poeira).

Figura 1 - Tempestade de areia (Dust Bowl) ocorrida em 1930, Kansas-EUA.



Fonte: Harvest Public Media's archives

Segundo Matallo Junior (2009, p. 54), essa região ficou conhecida como o primeiro processo de desertificação nos tempos modernos causado pelo uso inadequado dos recursos naturais, desmatamento e pela criação extensiva de gado. Considera-se também a fonte de inspiração para os primeiros estudos científicos com relação à degradação da terra no século XX.

Assim, esses fenômenos climáticos (tempestade de areia e seca prolongada) motivaram os cientistas a iniciar um conjunto de pesquisas e a mencionar tais processos como sendo referentes à desertificação, sendo a expressão mencionada pela primeira vez pelo pesquisador francês Louis Lavauden, em 1927, e popularizada em 1949, pelo Ecológo Andre Aubreville.

Outro impacto decorrente das condições climáticas e desertificação ocorreu na região subsaariana do Sahel (África), em 1970, onde mais de 250 mil pessoas e milhares de animais morreram de fome, em função de um período intenso de seca que comprometeu seriamente as práticas agrícolas de países como o Níger, Mali, Senegal e Mauritânia (HARE, 1992).

A partir do cenário africano, logo se identificou que esse não era um fenômeno restrito a uma região, mas se estendia por diversas outras áreas do planeta, principalmente sob o domínio dos climas árido e semiárido, tratando-se, assim, de um problema de escala global.

De acordo com Nimer (1988, p. 7):

O fenômeno se intensificou, adquirindo as dimensões de uma problemática de ampla repercussão econômica, social e política, associada, por vezes, à crescente falta de alimento, à fome e à mortandade, houve uma nítida tendência dos membros do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em considerar o clima como o fator principal da desertificação.

Desse modo, a comunidade científica reconheceu a desertificação como um problema desencadeador de severas perdas, atribuindo impactos ao ambiente e à sociedade, inserindo a temática na agenda política internacional, e objetivando estabelecer um programa mundial de ação para combater o fenômeno.

A Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo (1972), representa o primeiro momento de discussão mundial sobre a desertificação. Ao avaliar a gravidade das consequências da desertificação, decidiu-se realizar a I Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (UNCD), concretizada em Nairóbi, no Quênia, em 1977, sendo ratificada por 191 países (SILVA, 2016, p. 448).

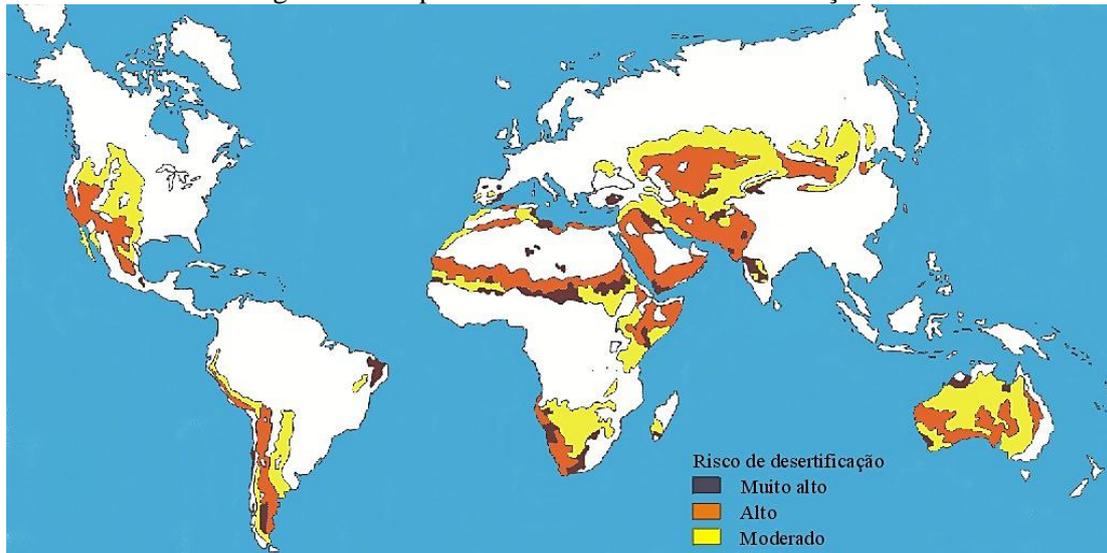
Nessa conferência, definiu-se desertificação como a diminuição ou a destruição do potencial biológico da Terra, que poderá desembocar, em definitivo, em condições do tipo desértico. Essa conferência, além do plano de ação, elaborou um mapa mundial (Figura 2) com a localização dos desertos e das áreas de risco à desertificação. Tais riscos foram classificados em alto, muito alto e moderado.

Nimer (1988) afirma que, até a data dessa conferência, havia, por exemplo, uma tendência a admitir como causa da desertificação uma possível mudança do clima regional. Daí ter sido muito empregada a expressão *expansão do deserto* ou *avanço do deserto*, para se referir ao fenômeno. Portanto, o termo *desertificação* era então usado para revelar o processo de expansão do deserto da região do Sahel.

Assim, o conceito de *desertificação* foi consagrado, nessa Conferência, como um fenômeno provocado pela degradação dos solos nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de diversos fatores (variações climáticas e atividades humanas).

A convenção destacou a preocupação da comunidade internacional em relação aos impactos adversos da desertificação e da seca, reconhecendo esses processos como problemas de dimensão global. Afinal, tais processos afetam todos os continentes, tornando-se necessária uma ação conjunta da comunidade internacional para combater a desertificação e/ou mitigar os efeitos da seca.

Figura 2 - Mapa das áreas de risco de desertificação.



Fonte: Conferência sobre Desertificação das Nações Unidas (1977).

A partir da discussão realizada na Conferência de Nairóbi, induziram-se os países com problemas de desertificação, especialmente os do continente Africano, a elaborar uma Convenção sobre desertificação, sendo este um instrumento jurídico que a ONU emprega para discutir questões ambientais em nível global. Essa Convenção foi realizada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), ocorrida no Rio de Janeiro.

Na ocasião, foi proposto um Plano de Ação de Combate à Desertificação por meio do qual cada país signatário assumiu o compromisso de elaborar o seu plano. O Brasil, fazendo parte desse grupo, concluiu, em 2004, a elaboração do Plano de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, conhecido como PAN-BRASIL, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente. Esse plano de ação tem por objetivo estabelecer diretrizes e instrumentos legais e institucionais como forma de aperfeiçoar a formulação e a execução de políticas públicas e investimentos privados nas áreas susceptíveis à desertificação (BRASIL, 2004).

Portanto, nas últimas décadas, a temática da *desertificação* ganhou destaque, constituindo-se como um tema relevante para as discussões científicas na medida em que coloca a sociedade em alerta perante os fenômenos climáticos, as perdas da capacidade produtiva das terras e a crise alimentar entre países ricos e emergentes.

O processo de desertificação é definido e explicado por vários pesquisadores como uma ação predatória do homem sobre ecossistemas a curto e médio prazo (REIS, 1988), sendo um fenômeno integrador de processos econômicos, sociais, naturais e/ou induzidos, que

destroem o equilíbrio do solo, da vegetação e da água, bem como a qualidade da vida humana, nas áreas sujeitas a uma natureza edáfica e/ou climática (FERREIRA et al., 1994). Nessa perspectiva, a problemática da desertificação apresenta relação com as atividades antrópicas e conexões com o clima, especialmente porque o processo tem suscetibilidade com as condições climáticas, ocasionando impactos sociais e econômicos em distintas regiões do planeta. Assim, a temática revela trajetórias históricas pertinentes, sobretudo por refletir a complexidade e dimensão do processo e, principalmente, a preocupação da comunidade científica para reduzir seus efeitos.

Desse modo, este artigo tem como finalidade apresentar as trajetórias históricas e as discussões conceituais acerca do processo de desertificação no território, mediante uma revisão literária dos autores que desenvolveram estudos sobre o tema. A pesquisa também levanta questões relativas às propostas metodológicas que analisam a desertificação e a suscetibilidade climática, indicando, por exemplo, as características pluviométricas dos núcleos de desertificação do Nordeste brasileiro (NEB).

O artigo está estruturado em três partes sequenciais: inicialmente, é apresentada uma contextualização histórica e conceitual sobre o processo de desertificação; em sequência, há a explanação sobre os materiais e os métodos utilizados na elaboração deste trabalho; a última parte apresenta os resultados da pesquisa, produzindo a divulgação e análise dos produtos cartográficos e meteorológicos através dos dados disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), pela Superintendência de desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

SECAS E DESERTIFICAÇÃO: CONTEXTUALIZAÇÃO E TRAJETÓRIAS NO BRASIL

No Brasil, os problemas causados pelos eventos climáticos, sobretudo os relacionados à seca/estiagem, atingem a região semiárida brasileira desde os tempos do Império. Sales (2002, p. 117) afirma que foi “a partir da grande seca de 1877, que o governo passou a considerar a seca como um problema nacional, pois a estiagem prolongada resultou na morte de milhares de nordestinos e marcaram as primeiras iniciativas oficiais de combate aos efeitos da seca”. A partir desse acontecimento, deriva uma enorme produção teórica, tanto literária quanto científica, acerca dos problemas causados pelas estiagens que atingem frequentemente a região Nordeste brasileira (NEB).

Segundo Sales (2002), alguns dos trabalhos são clássicos, indispensáveis na análise e compreensão da forte relação do homem com a rusticidade do ambiente, incluindo-se “Os Sertões”, de Euclides da Cunha. Essa obra literária analisa a influência do ambiente nas condições de vida do homem do sertão, constituindo-se em um dos mais ricos documentos que trata das relações entre ambiente e cultura no semiárido brasileiro.

Assim, o Nordeste brasileiro, considerado como uma região semiárida, tem sido caracterizada, desde o início de sua história, pelo estigma da seca, decorrência da interação entre o meio físico e as estruturas socioeconômicas nele instaladas.

Os primeiros pesquisadores a relatar a problemática da desertificação no Brasil foram Vasconcelos Sobrinho (1971), a quem se deve o mérito do pioneirismo nos estudos de desertificação no Brasil, e posteriormente Ab'Saber (1977). Outros pesquisadores estudaram o fenômeno da desertificação e sua suscetibilidade no Nordeste brasileiro, tais como: Nimer (1980; 1988); Reis (1988); Ferreira et. al. (1994); Conti (1995); Matallo Junior (2001); Galvão (2001); Sales (1997; 2002); Nascimento (2006); Souza (2008); Rêgo (2013), entre outros.

A produção acadêmica sobre o tema compreende diversas áreas do conhecimento. As contribuições científicas desses autores revelam variadas abordagens conceituais e analisam distintos espaços geográficos, com diferentes metodologias e escalas.

Conforme Reis (1988, p. 13), na “abordagem do tema desertificação do Nordeste, tem-se evidenciado certa ambiguidade em alguns conceitos”. Em decorrência da complexidade na explicação das causas da desertificação, o conceito apresenta-se também controvertido (SUERTEGARAY, 2006). Por esse motivo, cabe uma reflexão sobre os conceitos de *desertificação*, visando a uma compreensão conceitual mais abrangente.

DESERTIFICAÇÃO: CONCEITOS E DEBATES CONTEMPORÂNEOS

Existem diversos conceitos que enfocam o de “desertificação”. Para Vasconcelos Sobrinho (1978), a desertificação é um processo de fragilidade dos ecossistemas das terras secas em geral que, decorrente da pressão excessiva das populações humanas, perdem a produtividade e a capacidade de se recuperar.

O geógrafo Ab'Saber (1977, p.1) define desertificação como “processos parciais, pontuais ou areolares, suficientemente radicais para designar degradações irreversíveis da paisagem e dos tecidos ecológicos naturais”. Segundo ainda este autor, as feições de degradação pontuais no território brasileiro são de fácil reconhecimento, sobretudo nas

paisagens sertanejas do Nordeste brasileiro, incluídas na categoria de verdadeiros geótopos áridos. Ab'Saber (1977) caracterizou as áreas suscetíveis à desertificação de acordo com a predisposição da estrutura geoecológica, determinada, principalmente, pelas deficiências hídricas sazonais que, em alguns setores, associam-se às atividades humanas.

Para Nimer (1980), desertificação é a: “crescente degradação ambiental expressa pelo ressecamento e perda da capacidade de produção dos solos. Esse ressecamento crescente do meio natural pode ser uma decorrência da mudança do clima regional e ou do uso inadequado dos solos pelo homem” (NIMER, 1980, p. 614).

or sua vez, Reis (1988, p. 13), para melhor designar o conceito de desertificação, propõe a utilização do termo “esterilização ambiental”. Para o autor, o uso dessa expressão justifica-se pelo fato de ele considerar com evidencia a extinção da fauna, a devastação da flora e a perda progressiva da capacidade produtiva do solo, sendo, portanto, a afirmação adequada para traduzir a problemática da desertificação no nordeste brasileiro.

Conti (1995) define desertificação como um processo frequentemente associado a períodos secos bastante longos, que apresentam alta variabilidade climática, constituindo regiões situadas em clima árido, semiárido e subúmido seco. O referido autor enfatiza três modalidades de desertificação, vale saber, a Ecológica, a Climática e a Antrópica.

A Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD) conceitua a desertificação como o processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de fatores diversos, tais como as variações climáticas e derivações antropogênicas (BRASIL, 1999).

De acordo com Galvão (2001), a ocorrência da desertificação é considerada restrita aos ambientes áridos, semiáridos e subúmidos secos que, naturalmente, apresentam fragilidade ambiental e limitadas condições de autocontrole ou recuperação frente à instalação de processos transformadores.

Conforme Suertegaray *et al.* (2001), o processo de desertificação é reservado para expressar a degradação do solo, vegetação e água em condições climáticas adequadas, bem como períodos secos prolongados, baixos índices pluviométricos e presença de aridez.

Galvão (2001) afirma que a desertificação atua direcionando o ambiente a condições que modificam a paisagem, determinando perda dos solos, escassez dos recursos hídricos, regressão biótica, improdutividade agrícola e abandono das terras.

Ainda de acordo com Suertegaray (2006), existem diferentes perspectivas de interpretação sobre o processo de desertificação. Algumas indicam complexidade, permitindo perceber que o processo, em nível mais abrangente, poderá corresponder ao efeito conjunto da

dinâmica climática ao longo tempo histórico (mudanças/variações climáticas) e dos processos e das formas de usos e ocupação das áreas, bem como da dinâmica climática atual.

Sales (1997), por sua vez, considera que o estudo sobre o processo de desertificação no nordeste brasileiro é um grande desafio, já que as deduções climáticas e antropogênicas não proporcionariam uma visão ampla se fossem apresentadas separadamente. Conforme a autora, estudos de abordagem integrada constituem um instrumento/procedimento metodológico importante para análises de zoneamentos que possibilitem o estabelecimento de políticas de combate à desertificação.

A variedade das definições de *desertificação* pode ser considerada uma tentativa de mobilização de meios suplementares para compreender o processo e realizar ações mitigadoras. Por outro lado, conforme Rêgo (2012), tal diversidade em torno do conceito contribui para sua complexidade, devido à coexistência de definições conflitantes que afetam negativamente a percepção social do fenômeno, levando ao ceticismo e à delonga de eventuais soluções.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nos dias atuais, é bem reconhecida a importância das pesquisas no âmbito da Geografia que envolvam estudos sobre a desertificação, na construção de novos parâmetros conceituais e metodológicos para abordar e elucidar os processos atuantes na paisagem, bem como as relações existentes no espaço geográfico. Este trabalho foi realizado nas seguintes etapas:

- a) Revisão bibliográfica: aquisição de bases teórico-metodológicas, através da leitura e análise de livros, artigos científicos, pesquisas e instrumentos teóricos disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente. Esta etapa destinou-se a abordar a interface entre clima e desertificação, com a finalidade de elucidar as trajetórias e amplitudes conceituais e metodológicas para a compreensão do processo por meio do reconhecimento dos condicionantes naturais e das interferências antrópicas;
- b) Elaboração e aquisição de mapas temáticos: o mapeamento das áreas suscetíveis à desertificação (ASD) e os respectivos núcleos de desertificação do Brasil foram gerados, utilizando-se bases de dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e através do emprego de ferramentas disponíveis nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tais como o ArcGIS.

c) Aquisição de dados meteorológicos: obtenção de dados pluviométricos disponibilizados pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A série temporal corresponde aos seguintes períodos: SUDENE (1961-1999) e INMET (1999-2011).

d) Elaboração dos pluviogramas: por meio da organização e análise dos dados pluviométricos, foi possível elaborar os gráficos de precipitação que, numa representação cartográfica, mostram a variação porcentual das precipitações mensais/diárias em relação à precipitação total de cada ano/mês, indicando o mês mais seco e o mês mais úmido, o que é revelado por meio de um histograma.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As bases teóricas demonstram que o processo de desertificação apresenta relação com as atividades antrópicas (práticas agrícolas inadequadas, usos exploratórios da terra, sobrepastoreio da pecuária). Na literatura, muitos autores defendem discussões envolvendo a influência do clima na desertificação, especialmente porque o processo tem suscetibilidade às condições climáticas (secas, ressecamento climático, deficiências hídricas). Para determinar a suscetibilidade que determinada região tem ao processo de desertificação, a UNCCD considera como zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, todas as áreas, com exceção das polares e das subpolares, com Índice de Aridez (IA) entre 0,05 e 0,65.

Atualmente, o índice de aridez serve como parâmetro mundial, sendo estimado pelo quociente entre a quantidade de precipitação média anual (P) e a perda máxima possível de água por meio da evapotranspiração potencial total anual (ETP). Os tipos de clima com suas respectivas amplitudes de aridez são apresentados no quadro 1:

Quadro 1 – tipos de clima segundo a amplitude de aridez e a escala de suscetibilidade à desertificação.

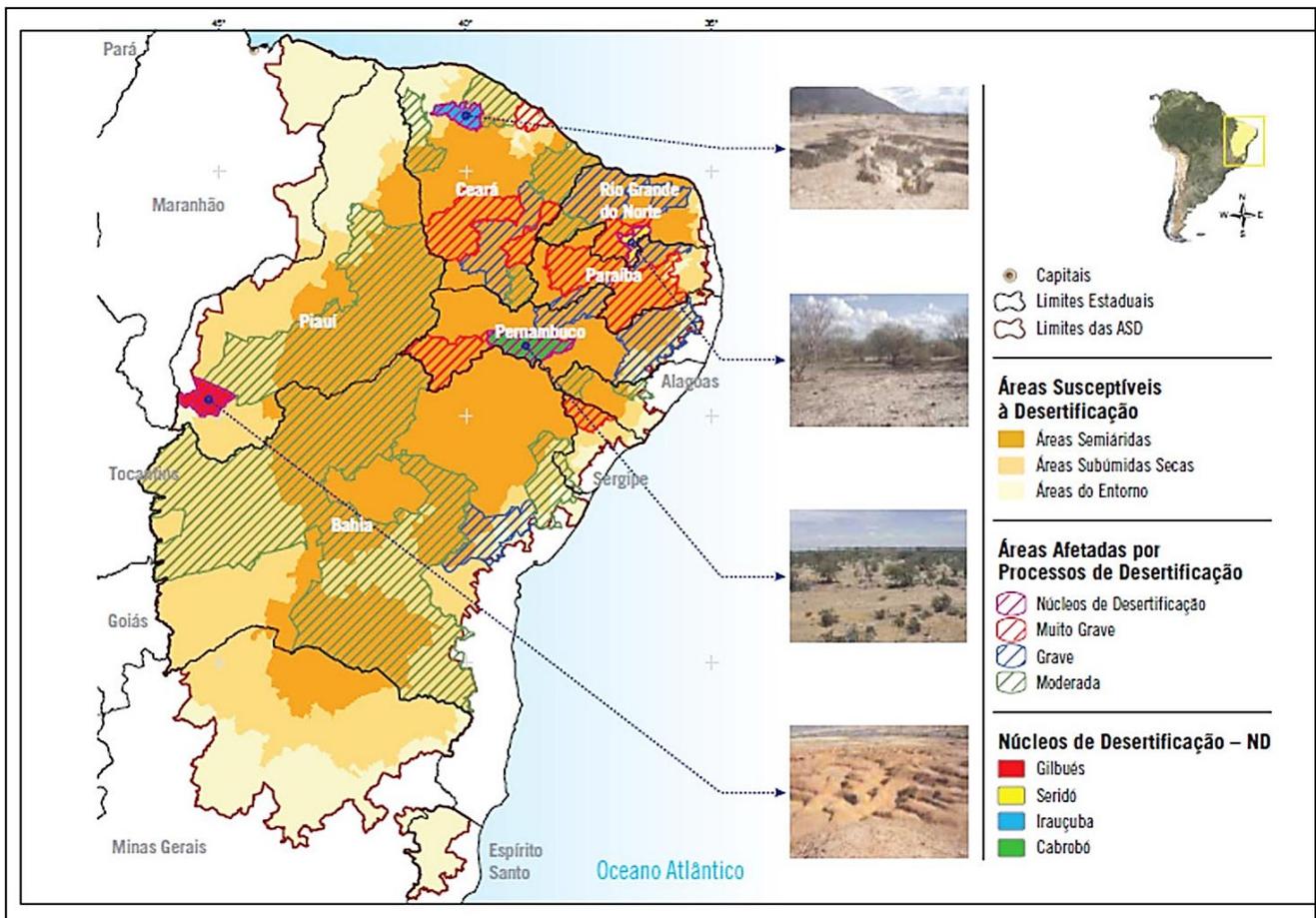
Zonas climáticas	Amplitude do Índice de Aridez (IA)	Escala de suscetibilidade à desertificação
Hiper-árido	< 0,005	Nenhuma
Árido	0,05 – 0,20	Muito alta
Semiárido	0,21 - 0,50	Alta
Subúmido Seco	0,51 - 0,65	Moderada
Subúmido e Úmido	> 0,65	Nenhuma

Fonte: UNEP, 2007; MMA, 2004.

Conforme o quadro 1, observa-se que as áreas susceptíveis à desertificação no Brasil estão localizadas na região Nordeste, com predomínio de climas semiáridos e subúmidos secos, com IA variando entre 0,21 a 0,65. Essas regiões apresentam em comum o fato de serem caracterizadas pela ausência, escassez, quantidade limitada e, ainda, pela distribuição irregular das precipitações pluviométricas, associadas a elevadas taxas de evaporação. Assim, o índice de aridez é uma ferramenta para os estudos e as classificações de áreas susceptíveis à desertificação do ponto de vista climático.

No Brasil, as áreas em que esse processo se apresenta de forma mais evidente são os espaços semiáridos e subúmidos secos do Nordeste, que apresentam IA entre 0,21 a 0,65. Com base nessa metodologia climática baseada em *Thornthwaite*, em 2004, o Ministério do Meio Ambiente elaborou o mapa das áreas susceptíveis à desertificação-ASD (Figura 3), que destaca a magnitude dos processos, sendo classificadas em três níveis: muito grave, grave e moderada.

Figura 3 - Áreas susceptíveis, magnitude dos processos e núcleos de desertificação.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente-BRASIL, 2004.

Nessa representação cartográfica, também são indicados os núcleos de desertificação (Gilbués-PI, Irauçuba-CE, Cabrobó-PE e Seridó-RN), que são os espaços geográficos mais problemáticos e potenciais à desertificação. O referido mapa apresenta informações relevantes sobre a dinâmica espacial das ASD.

Através do mapa, é possível identificar que, no território brasileiro, as áreas em que esse processo de desertificação se apresenta de forma mais evidente são os espaços semiáridos e subúmidos secos do Nordeste e da região norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Sendo essas regiões com predominância de climas semiáridos e subúmidos secos.

Os núcleos de desertificação estão localizados na região nordeste brasileira e apresentam semelhanças e diferenças associadas ao clima e solos. O quadro 2 elucida as características geoambientais, os condicionantes e as potencialidades dos quatro núcleos de desertificação do nordeste brasileiro, conforme a revisão teórica (FERREIRA, 1994; SALES, 1997; ACCIOLY, 2000; GALVÃO, 2001; SAMPAIO, 2003; BRASIL, 2004; SILVA, 2014).

Quadro 2 - panorama elucidativo dos núcleos de desertificação.

Aspectos Núcleo	Gilbués	Cabrobó	Irauçuba	Seridó
Área (km²)	6.131	4.960	4.000	2.341
Embasamento Geológico	Sedimentar	Cristalino	Sedimentar/Cristalino	Cristalino
Solos	Argissolo vermelho-amarelo	Neossolo Litólico Planossolo	Planossolos Neossolo Litólito	Neossolos Flúvicos
Vegetação	Cerrado	Caatinga	Caatinga	Caatinga
Causas naturais	Material de origem Erosão hídrica Chuvas torrenciais	Aridez Precipitação Irregular	Baixa precipitação pluviométrica Solos arenosos	Afloramento da rocha, Solos rasos e pedregosos com baixa capacidade de retenção de água
Causas antrópicas	Mineração Queimadas Pecuária extensiva (sobrepastoreio)	Sobrepastoreio, desmatamento e salinização do solo (projetos de irrigação)	Uso inadequados e ocupação desordenados do solo desmatamento intensivo (madeira e lenha) pecuária extensiva	Retirada da cobertura vegetal Extração de argila Sobrepastoreio

Fonte: SILVA (2014).

A partir dessas informações, foi possível verificar as causas (naturais e antrópicas) dos núcleos de desertificação situados na região nordeste brasileira. Suas áreas correspondem a espaços que ocupam entre 2 mil km² e 6 mil km², significando que o processo apresenta magnitude espacial. Em relação às características, verificam-se semelhanças quanto ao clima e vegetação em Cabrobó, Irauçuba e Seridó; por sua vez, o núcleo de Gilbués apresenta aspectos diferentes. Os solos, os usos da terra e as potencialidades naturais apresentam

diferenças que revelam a complexidade para compreender as causas e fatores responsáveis pelo processo de desertificação.

Recentemente, o Instituto Nacional do Semiárido (INSA) divulgou o mapeamento dos núcleos de desertificação para a região semiárida do nordeste brasileiro. Essa representação cartográfica inclui novas áreas situadas no estado do Ceará (Inhamus e Jaguaribe). Conforme o INSA (2014), atualmente, o Nordeste apresenta seis núcleos de desertificação: Gilbués; Irauçuba; Inhamus; Jaguaribe; Seridó (RN-PB) e Cabrobó.

NÚCLEOS DE DESERTIFICAÇÃO: CONFIGURAÇÕES CLIMÁTICAS

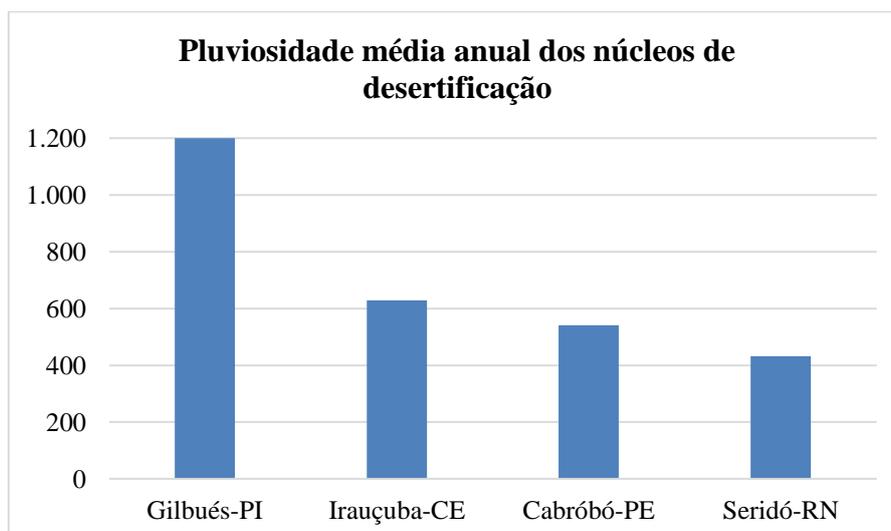
Segundo a revisão teórica, os núcleos de Irauçuba-CE, Cabrobó-PE e Seridó-RN apresentam clima semiárido, totais pluviométricos inferiores a 800 mm/ano, extensos períodos de estiagem e escassez de recursos hídricos (BRASIL, 2004). O núcleo de Gilbués, segundo Silva (2014), apresenta pluviosidade em torno de 1.200 mm/ano e ausência de períodos prolongados de seca (Quadro 3 e gráfico 1).

Quadro 3 – características climáticas dos núcleos de desertificação do NEB.

Núcleos	Tipo climático <i>Köppen-Geiger</i>	Pluviosidade média anual	Temperatura média anual
Gilbués	Subúmido	1.200 mm	25°C
Irauçuba	Semiárido	629 mm	26,3°C
Seridó	Semiárido	432 mm	22,2°C
Cabrobó	Semiárido	541 mm	25,5°C

Fonte: INMET (1961-1990); BRASIL (2004); SILVA (2014).

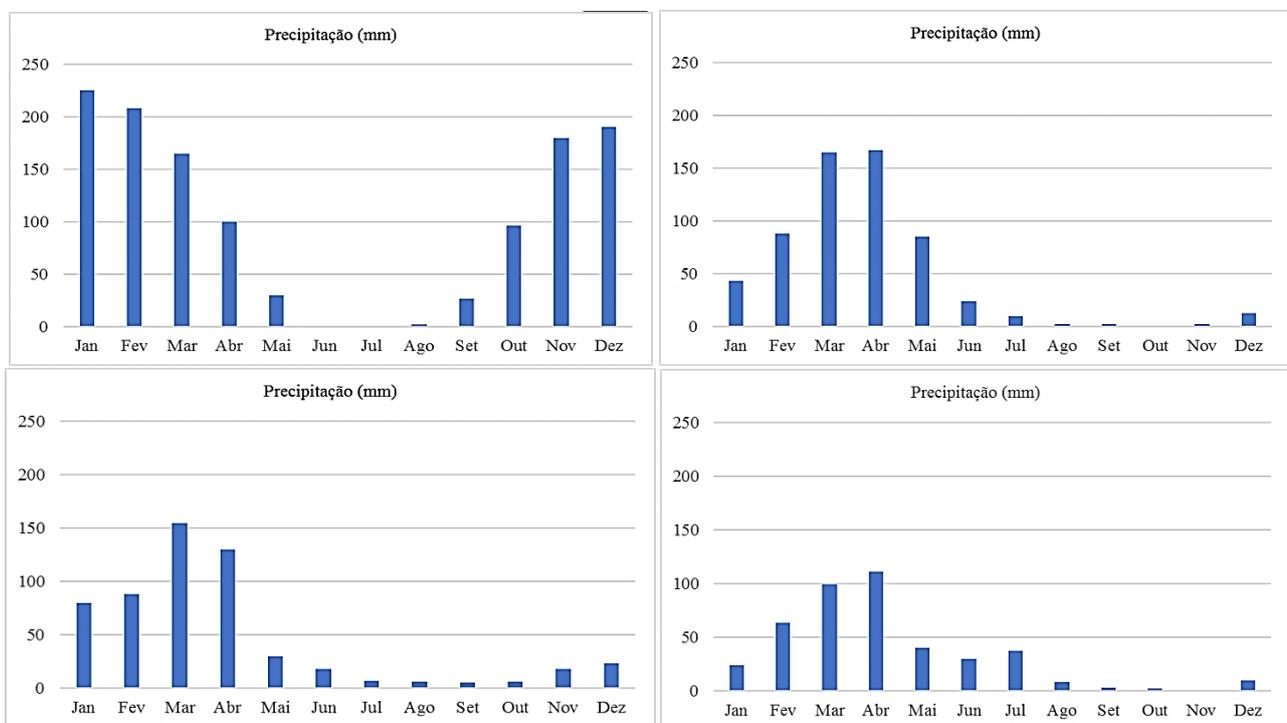
Gráfico 1 – Pluviosidade média anual dos núcleos de desertificação.



FONTES: SUDENE e INMET.
Elaboração: Dados da pesquisa (2018).

Em termos regionais, a dinâmica pluviométrica dos núcleos de desertificação se caracteriza por uma ampla diferenciação, revelada, principalmente, pelo regime e distribuição espacial das precipitações, apresentando clima semiárido e subúmido. Por meio da análise dos quatro pluviogramas, verificou-se a dinâmica pluviométrica existente nos núcleos de desertificação (Gráficos 1, 2, 3 e 4). De um modo geral, pode-se constatar que existem semelhanças no regime e no ritmo pluviométrico dos núcleos de Irauçuba, Cabrobó e Seridó. Entretanto, a dinâmica pluvial do núcleo de Gilbués se difere dos demais, revelando duas estações climáticas bem definidas, que são marcadas por um longo período chuvoso durante o ano, opondo-se a outro mais seco.

Gráficos 1, 2, 3 e 4 - Pluviosidade média anual de Gilbués (A), Irauçuba (B), Cabrobó (C) e Seridó (D).



Fonte: SUDENE e INMET (1961-1990)

Detalhando um pouco mais a descrição do quadro pluviométrico regional dos núcleos de desertificação do Brasil, convém mencionar outros aspectos, dentre os quais se destacam:

- o período de estiagem é mais prolongado nos núcleos de Irauçuba, Cabrobó e Seridó que em Gilbués, que tem predominância de um período chuvoso, concentrando-se entre os meses de outubro a maio, sendo bem distribuído para uma ASD;
- a distribuição das chuvas é muito irregular, havendo concentração pluvial em alguns períodos, opondo-se a outros com precipitação rarefeita;

c) os períodos de menor pluviosidade ocorrem entre maio e setembro e os períodos de maior pluviosidade ocorrem entre dezembro e abril;

d) o núcleo de Gilbués apresenta quantidades pluviométricas bem superiores que os demais núcleos de desertificação em decorrência de se localizar em área com clima tropical subúmido

Conforme os dados, a dinâmica pluviométrica dos núcleos de desertificação se mostrou bem heterogênea, revelando, por exemplo, semelhanças e diferenças, bem como uma significativa variação e amplitude pluviométrica entre as áreas analisadas.

Dessa maneira, verifica-se que o entendimento das características pluviométricas foi fundamental para destacar o regime e a distribuição das chuvas em quatro localidades do nordeste brasileiro, três situadas em clima semiárido (Irauçuba-CE, Seridó-RN, e Cabrobó-PE) e uma situada em tropical subúmido (Gilbués-PI).

Vale ressaltar que algumas pesquisas realizadas no âmbito da climatologia (SALES, 1997; SILVA, 2014) apontam avaliações e críticas sobre o enquadramento da região de Gilbués como ASD. Nesse contexto, a classificação da região de Gilbués como Núcleo de Desertificação (VASCONCELOS SOBRINHO, 1978; FERREIRA *et al.*, 1994) é contestada por Sales (1997), por essa região apresentar índices de aridez que oscilam entre 0,86 e 0,96, bem acima do valor de referência do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

Pela proposta da UNEP (2007), as áreas preferencialmente sujeitas à desertificação teriam índices de aridez inferiores a 0,65. Portanto, a região de Gilbués está fora das zonas suscetíveis ao fenômeno, visto apresentar valores/índice de aridez bem acima do valor de referência do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA/UNEP, 2007).

Segundo Silva (2014), além do índice de aridez, existem outras diferenças climáticas que distinguem o núcleo de Gilbués das demais áreas suscetíveis à desertificação no nordeste brasileiro, tais como: regime e distribuição pluviométrica (clima tropical subúmido); abundância hídrica (rios perenes e aquíferos); feições geomorfológicas; vegetação (cerrado) e embasamento geológico (rochas sedimentares).

O referido autor, ao desenvolver um estudo sobre a dinâmica pluviométrica de Gilbués, considera inadequada a utilização do termo *desertificação* para caracterizar os processos de degradação ambiental ocorridos na área em questão, devido ao fato de as condições climáticas definirem as seguintes características: a) pluviosidade em torno de 1.200 mm/ano; b) ausência de aridez; c) carência de baixos índices pluviométricos; d) predomínio de um período chuvoso; e) abundância hídrica (rios perenes e aquíferos) (SILVA, 2014, p.173).

Dessa forma, os dados demonstram a abertura de um campo de discussão “controvertido” amplamente relacionado a questões conceituais e políticas. Essa questão, segundo Verdum (2001), deve ser reconhecida como geradora de um grande debate, em termos nacionais e internacionais, que poderia ser feito com a contribuição enorme da ciência geográfica. Nesse sentido, há uma tendência mundial e, sobretudo no Brasil, de restringir o conceito de *desertificação* aos processos de degradação do solo, relacionados às condições climáticas de regiões áridas e semiáridas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A trajetória histórica e a contextualização conceitual apresentada neste trabalho revelaram que os estudos sobre o processo de desertificação devem contemplar a questão da escala (temporal e espacial), em que são considerados os critérios do ponto de vista climático, social, litológico, ecológico, pedológico, entre outros. Assim, para analisar o processo, a abordagem sistêmica ou holística permite articular as duas dimensões da geografia (sociedade e natureza) e ainda admite realizar interfaces com diferentes áreas do conhecimento.

Nessa perspectiva, a problemática da desertificação apresenta relação com as atividades antrópicas e conexões com o clima, especialmente porque o processo tem suscetibilidade nas condições climáticas (secas, ressecamento climático, deficiências hídricas), ocasionando impactos sociais e econômicos em distintas regiões do planeta.

As pesquisas sobre desertificação enfocam o fenômeno, principalmente, na região nordeste brasileira e no norte de Minas Gerais e do Espírito Santo. Assim, o estado da arte sobre essa temática indica, por exemplo, condições climáticas – semiaridez, secas prolongadas, reduzidos volumes pluviométricos e escassez hídrica – como indicadores favoráveis à suscetibilidade do processo. Desse modo, o índice de aridez serve como parâmetro mundial para as classificações de áreas susceptíveis à desertificação.

As condições climáticas e, especificamente, a caracterização do comportamento pluviométrico é de grande relevância para avaliar a suscetibilidade aos processos de desertificação, uma vez que as condições climáticas podem caracterizar e definir as ASD. Portanto, a abordagem climática se apresenta relevante para os estudos sobre desertificação, sobretudo, porque indica a dinâmica e variações pluviométricas responsáveis pela gênese ou ampliação do processo.

Os conceitos apresentados neste trabalho permitiram compreender as causas da desertificação, que podem ser climáticas ou antrópicas, e exemplificam a necessidade da

abordagem sistêmica para as relações entre os diferentes fatores. Assim, a temática revela trajetórias históricas pertinentes, nomeadamente porque reflete a complexidade e dimensão de tal processo e, principalmente, a preocupação da comunidade científica para reduzir seus efeitos.

Trabalho enviado em março de 2019

Trabalho aceito em agosto de 2019

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical**. Geomorfologia, 53. São Paulo: Instituto de Geografia, 1977.

ACCIOLY, L. J. O. Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 23-25, 2000.

BRASIL, Governo do. **Desertificação – III Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Prática, 1999. 23 p.

BRASIL, Governo do. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca – PAN-Brasil**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004. 242 p.

CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos. Proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste Brasileiro**. 1995. Tese de Livre Docência apresentada na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo. 1995.

FERREIRA, D. G.; MELO, H. P.; RODRIGUES NETO, F. R.; NASCIMENTO, P. J. S.; RODRIGUES, V. **Avaliação do Quadro da Desertificação no Nordeste do Brasil: Diagnósticos e Perspectivas**. Anais da Conferência Nacional da Desertificação, Fortaleza. Brasília, Fundação Grupo Esquel Brasil, 1994. p. 7-55

GALVÃO, A. L. C. O. **Reconhecimento da susceptibilidade ao desenvolvimento de processos de desertificação no nordeste brasileiro, a partir da integração de indicadores ambientais**. Brasília, UnB. Tese de Doutorado. 298 p. 2001.

HARE, F. K. **Desertificação: causas e consequências**. Tradução de Barros e Azevedo. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 678p. 1992.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. **MAPOTECA – Núcleos de desertificação no território brasileiro**: Campina Grande-PB. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**, 1961-1999.

MATALLO JUNIOR, H. **Glossário de Termos e Conceitos usados no Contexto da UNCCD**. Brasília: MMA, 2009.

MCLEISH, E. **A expansão dos desertos**. 3 ed. São Paulo: Scipione. 48p. 1993.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da Bacia Hidrográfica do rio Acaraú - CE**. 2006. 325 f. (Tese de doutorado em Geografia). Instituto de Geociências, UFF: Niterói. 2006.

NIMER, E. Subsidio 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, IBGE, v. 42, n.3, p. 612-637, 1980.

NIMER. E. Desertificação: realidade ou mito? Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geografia**. IBGE, v. 50, n. I, p.7-39, 1988

RÊGO, A. H. **Os sertões e os desertos: o combate à desertificação**. Brasília: FUNAG, 2012. 204 p.

REIS, J. G. **Desertificação no Nordeste**. Recife: SUDENE/DPG/PRN. 1988

SALES, M. C. L. **Estudo da degradação ambiental em Gilbués-PI: Reavaliando o “núcleo de desertificação”**. 1997. 181 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SALES, M. C. L. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste Brasileiro. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, v.11, p. 115-126, 2002.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, S. B.; SAMPAIO, G. R. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003.

SILVA, I. A. S. **Clima e arenização em Gilbués-Piauí: dinâmica das precipitações e a vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviiais intensos**. 2014. 185 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

SILVA, I. A. S. Desertificação no território brasileiro: abordagens teóricas e suscetibilidade climática. In: XII SBCG-Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Goiânia: UFG. **Anais SBCG 2016**.

SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A. e VERDUM, R. (Org.) **Atlas da arenização - Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre/RS: Secretaria da Coordenação e Planejamento, 2001. 85 p.

SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B (Org). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE. **Rede Hidroclimatológica do Nordeste** (1961-1999).

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2007). **Section B: State-and-Trends of the Environment: 1987–2007**. In: The fourth report in the Global Environment Outlook (GEO) series: 81-114.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Núcleos de desertificação no polígono das secas** - nota prévia. In: ICB – UFPE, 1971, p. 69-73.

_____. **Metodologia para identificação de processos de desertificação**: manual de indicadores. Recife: SUDENE, 1978. 18 p.

VERDUM, R.; QUEVEDO, D.; ZANINI, L. S. G.; CÂNDIDO, L. A. Desertificação: questionando as bases conceituais, escalas de análise e consequências. **Revista Geographia** (UFF), Niterói, v. 3 n. 6, 2001.