

# Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira



caliandra



ORGANIZADORES

Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Maria Carolina Villaça Gomes  
Renato Fontes Guimarães  
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes



## CONSELHO EDITORIAL

### **Membros internos:**

Prof. Dr. André Cabral Honor (HIS/UnB) - **Presidente**

Prof. Dr. Herivelto Pereira de Souza (FIL/UnB)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Lucia Lopes da Silva (SER/UnB)

Prof. Dr. Rafael Sânzio Araújo dos Anjos (GEA/UnB)

### **Membros externos:**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ângela Santana do Amaral (UFPE)

Prof. Dr. Fernando Quiles García (Universidad Pablo de Olavide - Espanha)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ilía Alvarado-Sizzo (UniversidadAutonoma de México)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Joana Maria Pedro (UFSC)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Marine Pereira (UFABC)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paula Vidal Molina (Universidad de Chile)

Prof. Dr. Peter Dews (University of Essex - Reino Unido)

Prof. Dr. Ricardo Nogueira (UFAM)



A UnB quem faz  
**é a gente**

Organizadores: Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Maria Carolina Villança Gomes  
Renato Fontes Guimarães  
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

Título: Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira

Volume: 1

Local: Brasília

Editor: Selo Caliandra

Ano: 2022

Parecerista: João Cândido André da Silva Neto

Capa: Luiz H S Cella



Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília  
Heloiza Faustino dos Santos - CRB 1/1913

R454            Revisões de literatura da geomorfologia brasileira [recurso eletrônico] / organizadores Osmar Abílio de Carvalho Júnior ... [et al.]. – Brasília : Universidade de Brasília, 2022.  
1057 p. : il.

Inclui bibliografia.

Modo de acesso: World Wide Web:  
<<http://caliandra.ich.unb.br/>>.  
ISBN 978-65-86503-85-2.

1. Geomorfologia - Brasil. I. Carvalho Júnior, Osmar Abílio de.

CDU 551.4

## Lista de autores

Abner Monteiro Nunes Cordeiro  
Adão Osdayan Cândido de Castro  
Alberto Oliva  
Alex de Carvalho  
Ana Camila Silva  
André Augusto Rodrigues Salgado  
André Luiz Carvalho da Silva  
André Paulo Ferreira da Costa  
Antônio Carlos de Barros Corrêa  
Antonio José Teixeira Guerra  
Antônio Pereira Magalhães Junior  
Antonio Rodrigues Ximenes Neto  
Archimedes Perez Filho  
Beatriz Abreu Machado  
Breno Ribeiro Marent  
Bruno Venancio da Silva  
Carlos de Oliveira Bispo  
Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira  
César Augusto Chicarino Varajão  
Claudia Rakel Pena Pereira  
Cristiano da Silva Rocha  
Cristina Helena Ribeiro Augustin  
Daniel Françoso de Godoy  
Daniel Peifer  
Danielle Lopes de Sousa Lima  
Danilo Vieira dos Santos  
David Hélio Miranda de Medeiros  
Delano Nogueira Amaral  
Dirce Maria Antunes Suertegaray  
Edison Fortes  
Edivando Vitor do Couto  
Eduardo Souza de Moraes  
Edwilson Medeiros dos Santos  
Éric Andrade Rezende  
Fabiana Souza Ferreira  
Fábio Perdigão Vasconcelos  
Fabrizio de Luiz Rosito Listo  
Fabrizio do Nascimento Garritano  
Felipe Gomes Rubira  
Flávio Rodrigues do Nascimento  
Francisco Dourado  
Francisco Edmar de Sousa Silva  
Francisco Leandro de Almeida Santos  
Frederico de Holanda Bastos  
Gisele Barbosa dos Santos  
Giselle Ferreira Borges  
Guilherme Borges Fernandez  
Hugo Alves Soares Loureiro  
Idjarrury Gomes Firmino  
Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia  
Jáder Onofre de Moraes  
Jémison Mattos dos Santos  
João Paulo de Carvalho Araújo  
José Fernando Rodrigues Bezerra  
Juliana Sousa Pereira  
Julio Cesar Paisani  
Jurandyr L. Sanches Ross  
Karine Bueno Vargas  
Kleython de Araújo Monteiro  
Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes  
Leonardo dos Santos Pereira  
Leonardo José Cordeiro Santos  
Letícia Augusta Faria de Oliveira  
Lidriana de Souza Pinheiro,  
Lígia Padilha Novak  
Luiz Fernando de Paula Barros  
Manoel do Couto Fernandes  
Marcel Hideyuki Fumiya,  
Marcelo Martins de Moura Fé  
Marcos César Pereira Santos  
Maria Bonfim Casemiro  
Mariana Silva Figueiredo  
Marli Carina Siqueira Ribeiro  
Martim de Almeida Braga Moulton  
Michael Vinicius de Sordi  
Mônica dos Santos Marçal  
Neiva Barbalho de Moraes  
Nelson Ferreira Fernandes  
Nelson Vicente Lovatto Gasparetto  
Oswaldo Girão da Silva  
Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra  
Otávio Cristiano Montanher  
Paulo Cesar Rocha  
Paulo de Tarso Amorim Castro  
Paulo Roberto Silva Pessoa  
Pedro Val  
Peter Christian Hackspacher  
Rafaela Soares Niemann  
Raphael Nunes de Souza Lima  
Roberto Marques Neto

Roberto Verdum  
Rodrigo Vitor Barbosa Sousa  
Rubson Pinheiro Maia  
Sandra Baptista da Cunha  
Sarah Lawall  
Sérgio Cadena de Vasconcelos  
Sérgio Murilo Santos de Araújo  
Silvio Carlos Rodrigues  
Silvio Roberto de Oliveira Filho  
Simone Cardoso Ribeiro  
Tania Cristina Gomes

Thais Baptista da Rocha  
Thiago Gonçalves Pereira  
Thiago Pereira Gonçalves  
Thomaz Alvisi de Oliveira  
Tulius Dias Nery  
Úrsula de Azevedo Ruchkys  
Vanda de Claudino-Sales  
Vanessa Martins Lopes  
Vinícius Borges Moreira  
Vitor Hugo Rosa Biffi

## PREFÁCIO

O presente livro consiste em um conjunto de revisões sobre os avanços teóricos e tecnológicos nos diversos temas da Geomorfologia. Concebido para estar em uma plataforma on-line com acesso gratuito, o livro destina-se aos cursos de graduação e pós-graduação que utilizam os conhecimentos geomorfológicos, incluindo Geografia, Geologia, Ecologia, Engenharia, Planejamento Territorial, entre outros. Para atender o escopo e o desafio imposto, a obra possui um total de 36 capítulos que congregam 111 pesquisadores das diversas regiões do Brasil, trazendo relatos relevantes de nossa paisagem e dos avanços alcançados pela Geomorfologia brasileira. Os capítulos do livro estão segmentados em contextos temáticos e geográficos de estudo, incluindo: dinâmica fluvial, ambientes costeiros, evolução de vertentes, micro relevo, ambientes cársticos, geomorfologia regional, geomorfologia estrutural; mapeamento geomorfológico, patrimônio natural, mitigação de riscos naturais; interações pedo-geomorfológicas, etnogeomorfologia, modelos numéricos, novas abordagens tecnológicas em geomorfologia. Além de abranger os conceitos e o estado da arte na análise dos processos e sistemas geomorfológicos, os capítulos realizam uma visão crítica dos diversos temas abordados.

Na última década, inúmeros avanços foram alcançados com o aumento da disponibilidade de dados de monitoramento da superfície terrestre, métodos computacionais e compartilhamento de experiências. A grande quantidade de dados e métodos resulta em novos desafios de análise e processamento na busca de respostas científicas dentro de uma apreciação crítica. A concepção desse livro integra revisões e discussões sobre essas novas abordagens teóricas, instrumentais e tecnológicas que passam a ter um fator primordial para estabelecer os novos rumos da ciência geomorfológica.

Dada a magnitude continental do nosso território, não é surpreendente que a paisagem brasileira seja evidenciada e detalhada em suas peculiaridades nos textos. Portanto, vários capítulos exploram e refletem a natureza distinta da paisagem e da biota brasileira, revelando os processos naturais e as perturbações antrópicas que alteram o meio ambiente e desencadeiam processos erosivos, movimento de massa, inundações, entre outros. Nesse contexto, as pesquisas aplicadas são extremamente oportunas devido à alta demanda para solução de problemas prementes e complexo de nossos ambientes e sociedade, necessitando continuamente de alternativas, novos conceitos, perspectivas tecnológicas e inovações metodológicas. Muitos capítulos abordam revisões sobre trabalhos aplicados na investigação geomorfológica e resolução de problemas, normalmente desencadeados por perturbações humanas com consequências variadas nos diferentes sistemas.

Os editores abnegaram a oportunidade de contribuir com capítulos para garantir a imparcialidade na seleção dos textos que compõe o livro. Por fim, os editores agradecem especialmente a União de Geomorfologia Brasileira e a todos os colaboradores que contribuíram com seus conhecimentos específicos para a elaboração dessa obra abrangente e de grande relevância para o conhecimento da Geomorfologia nacional.

Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Maria Carolina Villaça Gomes  
Renato Fontes Guimarães  
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

# SUMARIO

## 1. CONSIDERAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS EM TORNO DA PESQUISA EM GEOMORFOLOGIA: DO PROJETO AO ARTIGO CIENTÍFICO

André Augusto Rodrigues Salgado  
Alberto Oliva

----- 16

## 2. ARQUIVOS FLUVIAIS QUATERNÁRIOS NO INTERIOR CONTINENTAL: O CONTEXTO SERRANO DE MINAS GERAIS, BRASIL

Antônio Pereira Magalhães Junior  
Luiz Fernando de Paula Barros  
Alex de Carvalho  
Letícia Augusta Faria de Oliveira

----- 39

## 3. PROCESSOS DE REORGANIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM NO BRASIL

Breno Ribeiro Marent  
Éric Andrade Rezende  
Michael Vinícius de Sordi  
André Augusto Rodrigues Salgado

----- 76

## 4. AVALIAÇÃO INTEGRADA DE SISTEMAS FLUVIAIS: SUBSÍDIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE VALORES PATRIMONIAIS

Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira  
Paulo de Tarso Amorim Castro  
Úrsula de Azevedo Ruchkys

----- 98

## 5. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÕES

Claudia Rakel Pena Pereira  
Sandra Baptista da Cunha

----- 124

6. AJUSTAMENTO FLUVIAL À AGROPECUÁRIA, URBANIZAÇÃO E RESERVATÓRIO E ANÁLISE CIENTOMÉTRICA DO IMPACTO DESSAS ATIVIDADES NOS RIOS BRASILEIROS	
Eduardo Souza de Morais Otávio Cristiano Montanher	
-----	143
7. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL DO BRASIL ASSOCIADA AO ATUAL CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL	
Giselle Ferreira Borges Neiva Barbalho de Morais Ana Camila Silva Leonardo dos Santos Pereira Sarah Lawall	
-----	176
8. CONTROLE TECTONO-ESTRUTURAL DOS SISTEMAS DE DRENAGEM: REVISÃO LITERÁRIA E PROPOSTAS METODOLÓGICAS	
Idjarrury Gomes Firmino Karine Bueno Vargas Edison Fortes	
-----	212
9. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DOS RIOS NO BRASIL	
Mônica dos Santos Marçal Adão Osdayan Cândido de Castro Raphael Nunes de Souza Lima	
-----	240
10. INUNDAÇÕES E CONCEITOS CORRELATOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ANÁLISE COMPARATIVA.	
Rodrigo Vitor Barbosa Sousa Paulo Cesar Rocha	
-----	265
11. SISTEMAS LACUSTRES INTERIORES: AVANÇOS E TÉCNICAS DE ESTUDO	
Gisele Barbosa dos Santos Paulo de Tarso Amorim Castro	
-----	278

12. EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA DE PLANÍCIES COSTEIRAS:  
DO QUATERNÁRIO AOS EVENTOS ATUAIS

Guilherme Borges Fernandez  
Thais Baptista da Rocha  
Silvio Roberto de Oliveira Filho  
Sérgio Cadena de Vasconcelos  
André Luiz Carvalho da Silva  
Thiago Gonçalves Pereira  
Martim de Almeida Braga Moulton

----- 308

13. MORFOLOGIA COSTEIRA EM LITORAIS URBANOS

Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra  
Fábio Perdigão Vasconcelos  
Cristiano da Silva Rocha  
Maria Bonfim Casemiro  
Danilo Vieira dos Santos  
Francisco Edmar de Sousa Silva  
Delano Nogueira Amaral

----- 351

14. DELTAS DOMINADOS POR ONDAS: TRAJETÓRIA CONCEITUAL,  
DINÂMICA E EVOLUÇÃO A PARTIR DE EXEMPLOS DO COMPLEXO  
DELTAICO DO RIO PARAÍBA DO SUL

Thaís Baptista da Rocha  
Sérgio Cadena de Vasconcelos  
André Paulo Ferreira da Costa  
Beatriz Abreu Machado  
Mariana Silva Figueiredo  
Lígia Padilha Novak  
Thiago Pereira Gonçalves  
Guilherme Borges Fernandez

----- 381

15. REGISTROS DAS VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO  
LITORAL BRASILEIRO E AS IMPLICAÇÕES  
PERANTE A MORFOGÊNESE DE SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGI-  
CAS EM AMBIENTES COSTEIROS

Felipe Gomes Rubira  
Archimedes Perez Filho

----- 410

16. VALES INCISOS SUBMERSOS DA PLATAFORMA  
CONTINENTAL SEMIÁRIDA DO BRASIL

Antonio Rodrigues Ximenes Neto  
Lidriana de Souza Pinheiro  
David Hélio Miranda de Medeiros  
Paulo Roberto Silva Pessoa  
Jáder Onofre de Moraes

----- 445

17. GEOMORFOLOGIA EÓLICA CONTINENTAL E OS  
CAMPOS DE DUNAS HOLOCÊNICAS DO PAMPA NO RIO  
GRANDE DO SUL, BRASIL

Tania Cristina Gomes  
Roberto Verdum

----- 471

18. EROSÃO POR VOÇOROCAS: ESTADO DA ARTE

Juliana Sousa Pereira  
Silvio Carlos Rodrigues

----- 499

19. MONITORAMENTO DA EROSÃO HÍDRICA NO BRASIL:  
DOS MÉTODOS MANUAIS AOS DIGITAIS

Hugo Alves Soares Loureiro  
Antonio José Teixeira Guerra  
José Fernando Rodrigues Bezerra  
Leonardo dos Santos Pereira  
Fabrizio do Nascimento Garritano

----- 526

20. MOVIMENTOS DE MASSA: ESTADO DA ARTE,  
ESCALAS DE ABORDAGEM, ENSAIOS DE CAMPO E LABORATÓRIO  
E DIFERENTES MODELOS DE PREVISÃO

Fabrizio de Luiz Rosito Listo  
Tulius Dias Nery  
Carlos de Oliveira Bispo  
Fabiana Souza Ferreira  
Edwilson Medeiros dos Santos

----- 560

21. MORFOGÊNESE DE MICRORRELEVOS SIMILARES  
A MURUNDUS NA PAISAGEM
- Vinícius Borges Moreira  
Archimedes Perez Filho
- 593
22. APLAINAMENTO NO NOROESTE DO PARANÁ:  
DE MODELOS POLICÍCLICO À MORFOTECTÔNICA  
QUATERNÁRIA
- Marcel Hideyuki Fumiya  
Edivando Vitor do Couto  
Leonardo José Cordeiro Santos
- 615
23. GEOMORFOLOGIA DO QUATERNÁRIO E  
GEOARQUEOLOGIA: ASPECTOS CONCEITUAIS, METODOLÓGICOS  
E APLICAÇÕES NO SUL DO BRASIL
- Vitor Hugo Rosa Biffi  
Marcos César Pereira Santos  
Julio Cesar Paisani  
Nelson Vicente Lovatto Gasparetto
- 648
24. TERMOCRONOLOGIA APLICADA À EVOLUÇÃO  
GEOMORFOLÓGICA DO NORDESTE SETENTRIONAL DO BRASIL:  
UMA BREVE REVISÃO
- Francisco Leandro de Almeida Santos  
Flávio Rodrigues do Nascimento  
Peter Christian Hackspacher (In Memoriam)  
Marli Carina Siqueira Ribeiro  
Bruno Venancio da Silva & Daniel França de Godoy
- 677
25. A TAXONOMIA DO RELEVO E A CARTOGRAFIA  
GEOMORFOLÓGICA REGIONAL
- Jurandyr L. Sanches Ross  
Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia
- 701

26.	RELEVOS GRANÍTICOS DO NORDESTE BRASILEIRO: UMA PROPOSTA TAXONÔMICA	
	Frederico de Holanda Bastos Danielle Lopes de Sousa Lima Abner Monteiro Nunes Cordeiro Rubson Pinheiro Maia	
	-----	733
27.	REVISITANDO OS MODELOS CLÁSSICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO	
	Daniel Peifer Cristina Helena Ribeiro Augustin	
	-----	759
28.	SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS E MODELOS CLÁSSICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO	
	Karine Bueno Vargas Idjarrury Firmino Michael Vinicius de Sordi	
	-----	793
29.	A GEOMORFOLOGIA NOS ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM: ENFOQUE EVOLUTIVO E DINÂMICO NA INTERPRETAÇÃO DOS SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS	
	Roberto Marques Neto Thomaz Alvisi de Oliveira	
	-----	813
30.	ESTADO DA ARTE DOS ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS NO NORDESTE BRASILEIRO: UMA SÍNTESE (E VÁRIAS TESES)	
	Vanda de Claudino-Sales Antonio Carlos Barros Côrrea Kleython de Araújo Monteiro Rubson Pinheiro Maia	
	-----	845
31.	AS SUPERFÍCIES DE EROSÃO DO “BRASIL ORIENTAL”	
	César Augusto Chicarino Varajão	
	-----	875

32.	ETNOGEOMORFOLOGIA - RELAÇÕES ENTRE POPULAÇÕES TRADICIONAIS E A PAISAGEM FÍSICA	
	Simone Cardoso Ribeiro Vanessa Martins Lopes Osvaldo Girão da Silva Antônio Carlos de Barros Corrêa	
	-----	886
33.	DESAFIOS E PERSPECTIVAS DAS PESQUISAS SOBRE O PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO NO BRASIL	
	Vanda de Claudino-Sales Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes	
	-----	910
34.	USO DO LIDAR NA GEOMORFOLOGIA: APLICAÇÕES E DESAFIOS FUTUROS	
	João Paulo de Carvalho Araújo Rafaela Soares Niemann Francisco Dourado Manoel do Couto Fernandes Nelson Ferreira Fernandes	
	-----	927
35.	MODELOS NUMÉRICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO (LEMS) E SUA IMPORTÂNCIA PARA ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA PAISAGEM	
	Nelson F. Fernandes Daniel Peifer Pedro Val	
	-----	953
36.	SOLO HISTÓRICO DA DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL	
	Jémison Mattos dos Santos Sérgio Murilo Santos de Araújo Dirce Maria Antunes Suertegaray	
	-----	1000

37. GEOMORFOLOGIA ESTRUTURAL:  
REVISITANDO TEORIAS, MÉTODOS E ESTUDOS  
DE CASO NO NORDESTE BRASILEIRO

Frederico de Holanda Bastos  
Abner Monteiro Nunes Cordeiro  
Marcelo Martins de Moura Fé

----- 1029

## 36. SOLO HISTÓRICO DA DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL

Jémison Mattos dos Santos<sup>1</sup>, Sérgio Murilo Santos de Araújo<sup>2</sup> & Dirce Maria Antunes Suertegaray<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professor da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). jemisons@uefs.br

<sup>2</sup> Professor da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG),  
sergiomurilosa.ufcg@gmail.com

<sup>3</sup> Professora convidada da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);  
dircesuerte@gmail.com

---

**Resumo:** O tema Desertificação desde a metade do século passado tem despertado a atenção dos geomorfólogos, especialmente, americanos, franceses e latino-americanos. Portanto, desenvolve-se um trabalho por meio de aportes teórico-conceituais e metodológicos, de especialistas da ciência brasileira, articulando ideias por vezes com literatura estrangeira, que contribuem para a compreensão profunda e integrada do processo de desertificação (que é algo complexo, dinâmico e em espiral), dada a importância e emergência da temática, pois segundo dados do International Centre for Arid and Semi-Arid Land Studies (ICASALS da Universidade do Texas), o total de terras degradadas seria de 69% das terras áridas do mundo. Já a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), a partir de um estudo amplo que envolveu 600 pesquisadores, de 60 países, destaca que mais de 30% dos solos do mundo estão degradados. Recentemente somos confrontados pela crescente apreciação da complexidade do fenômeno da degradação das terras e o rol de fatores socioeconômicos, tecnológicos, culturais, dentre outros, que a deflagram e são derivados dela. Este trabalho tem como objetivo apresentar a trajetória teórico-conceitual e metodológica dos estudos de desertificação no Brasil, que se encerra com as principais discussões científicas brasileiras mais contemporâneas, a exemplo da Desertificação em Carste no Clima Semiárido (KARST DESERTIFICATION SEMI-ARID CLIMATE- KDSC).  
**Palavras-Chave:** Desertificação, Geomorfologia, Semiárido Brasileiro, Indicadores, Degradação das terras.

**Abstract:** Since the middle of the last century, the subject of desertification has attracted geomorphologists, especially Americans, French, and Latin Americans. Therefore, work is developed through theoretical-conceptual and methodological contributions, from experts, from Brazilian science, articulating ideas sometimes with studies by international researchers, which contribute to a deep and integrated understanding of the desertification process (which is something complex, dynamic and spiral), given the importance (2020 is the end of the world

decade to combat desertification) and the emergence of the theme, as according to data from the International Center for Arid and Semi-Arid Land Studies (ICASALS of the University of Texas), the total degraded land would be 69.0% of all arid lands in the world. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), based on a broad study involving 600 researchers from 60 countries, highlights that more than 30% of the world's soils are degraded. But recently, we are confronted by the growing appreciation of the complexity of the phenomenon of land degradation and the list of socioeconomic, technological, cultural factors, among others, that drive and are derived from it. This work aims to present the theoretical-conceptual and methodological trajectory of desertification studies in Brazil, which ends with the main contemporary Brazilian scientific discussions, the example of Karst Desertification in the Semi Arid Climate (KARST DESERTIFICATION SEMI ARID CLIMATE- KDSC).

**Keywords:** Desertification, Geomorphology, Brazilian Semiarid, indicators, land degradation

**Tema:** Geomorfologia e Solos

---

## 1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo resgata o que se denomina de solo histórico, ou seja, o processo de adesão e desenvolvimento das pesquisas sobre desertificação no Brasil. A revisão bibliográfica visa exibir um panorama dos estudos de desertificação e de seus indicadores, avaliando as principais discussões científicas brasileiras.

Essa temática é da maior importância para o semiárido brasileiro com uma extensão total de 982 563,3 km<sup>2</sup> conforme a Portaria n. 89, de 16.03.2005, do Ministério da Integração Nacional. A extensão da semiaridez no Brasil, associada à presença de significativa população residente nessas áreas, expressa a importância do tema na academia e/ou ações governamentais.

O tema Desertificação desde a metade do século passado tem despertado a atenção dos Geomorfólogos. Portanto, desenvolve-se um trabalho através de aportes teórico-conceituais e metodológicos, de especialistas, da ciência brasileira, articulando ideias por vezes com estudos de pesquisadores internacionais, que contribuem para a compreensão profunda e integrada do processo de desertificação (algo complexo, dinâmico e em espiral), dada a importância (2020 é o fim da década mundial de combate à desertificação) e emergência da temática, pois segundo dados do *International Centre for Arid and Semi-Arid Land Studies* (ICASALS, da Universidade do Texas), o total de terras degradadas seria de 69% de todas as terras áridas do mundo. Já a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), a partir de um estudo amplo que envolveu 600 pesquisadores, de 60 países, destaca que mais de 30% dos solos do mundo estão degradados. Recentemente, somos confrontados pela crescente complexidade da degradação das terras e o rol de fatores socioeconômicos, tecnológicos, culturais, dentre outros, que a deflagram e são derivados dela.

É factível afirmar que não são tão recentes os textos, estudos e registros que abordam a degradação das terras, a degradação socioambiental, assim como os escritos que buscam compreender e explicar a problemática das secas, da destruição da natureza e/ou ambiente e as repercussões na organização da vida e na socioeconomia da Região Nordeste do Brasil.

Lastreia-se a afirmação acima a partir da “obra de José Bernardo Fernandes Gama (1844), intitulada Memórias históricas da província de Pernambuco: precedidas de um ensaio topográfico-histórico, dedicadas aos Ilustríssimos, e Excelentíssimos senhores Barão da Boa-Vista e Barão de Suassuna (SANTOS, 2016, p.93).

Na qual se refere aos problemas da fome ligados à questão do clima e da seca - “por esta razão todos os habitantes, deixando os lugares povoados, se entranham por entre os desertos, onde, acabrunhados de misérias nos campos e nos montes impenetráveis, estéreis e áridos; órfãos de toda a consolação; privados de viveres, uns morriam de fome, outros passavam a vida, tendo sempre a morte patente ante seus olhos” (Op.cit, Tomo II, p. 44,). O autor em alguns trechos da obra refere-se à região pernambucana semiárida como lugares desertos, inóspitos etc. (Ibidem, p 93).

Também se confirma a asserção acima mencionada na obra os Sertões, do ilustre Euclides da Cunha, lançada sua 1ª versão em 1902, que cunhou a ideia de sertão como algo semelhante ao deserto e, tem-se então a concepção da ocorrência de degradação das terras, na região semiárida nordestina, ao associar o significado da palavra. Além disso, o autor denominou o Sul de São Francisco na Bahia, como “Desertus australis” (CUNHA,1963).

Do ponto de vista temporal, a década de 70 pode ser definida com um marco para os estudos de desertificação no Nordeste Brasileiro, principiado com os trabalhos de Vasconcelos Sobrinho (1971), a exemplo da nota prévia escrita pelo autor sobre os núcleos de desertificação no polígono das secas.

Com os avanços do meio técnico-científico e informacional houve, nas duas últimas décadas, o aprofundamento das pesquisas na região semiárida. Com isso, amplia-se um pouco mais o entendimento sobre a complexidade da interação dos fatores físico-naturais e humanos do semiárido, pois durante um longo período histórico havia uma concepção metodológica reducionista de parte da comunidade científica.

De maneira geral, associava-se exclusivamente a questão climática com o rol de problemas ocorrentes no domínio das caatingas, ou seja, esse seria o fator determinante das condições precárias de sobrevivência da população, bem como ao recrudescimento da paisagem em períodos de secas periódicas.

Os primeiros trabalhos, a exemplo de Gama (1884) e Cunha (1902) incidem, quase que exclusivamente, na questão das secas e seus aspectos: fome, pobreza, a maioria das vezes perda de vidas humanas e diminuição extrema da produção vegetal e animal. Recentemente, os estudos assinalam o papel expressivo da ação humana (atividades socioprodutivas) na intensificação dos

desajustes do ambiente de terras não tão secas. O Nordeste e o interior semiárido, em particular, mostram-nos uma história enredada à questão da variabilidade climática e das secas (SANTOS, 2016).

Inúmeras são as lacunas ainda a serem preenchidas nos estudos sobre o semiárido brasileiro, em particular, o processo de desertificação. Destaca que, as diversas imagens e conceitos produzidos por inúmeros trabalhos até o final do século XX (fez-se, aqui, o recorte temporal balizado no marco histórico a partir de 1884) ainda conservam o caráter de uma visão desarticulada dos fenômenos físico-naturais e humanos que regem o conjunto sistêmico global; fruto da herança de produção do conhecimento lastreado em abordagens não integradas e na preponderância do viés essencialmente economicista.

Ao assumir a concepção acima descrita, o pesquisador desconsidera que os principais “*inputs*” geradores das alterações, mudanças no ambiente, são determinadas pelo sistema econômico e definido, a priori, pela política mundial (com interpenetração desde a escala nacional até alcançar o local).

Diante do atual contexto de esgotamento dos recursos naturais e crescente perda de biodiversidade, certificado a partir do relatório do WWF (2020), faz-se uma ressalva, pois é crucial a compreensão que os processos produtivos que ocasionam impactos ambientais (mineração, desmatamento para atender atividades econômicas, a exemplo da pecuária e agricultura intensiva associada ao uso de agrotóxicos) são por natureza entrópicos, ou seja, que a entropia derivada desses modos de produção, tende a aumentar o grau de desordem do ambiente semiárido e, não se resolve esse axioma através do capital apropriado pela via do mercado, capitalista.

Frisa-se também que é indispensável avaliar os inúmeros processos de mudança do uso da terra no semiárido brasileiro, a substituição de pastagens por cultivos intensivos, bem como da caatinga por extensas áreas agrícolas, pois tem causado prejuízos aos sistemas de vida e degradação ambiental, muitas vezes irreversíveis.

No entanto, percebeu-se na última década que, está em curso uma mudança gradual na abordagem metodológica aplicada por geógrafos e demais pesquisadores interessados no assunto, que buscam realizar uma análise integrada. Todavia, é notório que parte expressiva das pesquisas visitadas estão voltadas para o estudo de solos e vegetação, para o monitoramento espacial e temporal, com uso de sensoriamento remoto (p.ex.: utilização de modelos de séries temporais de NDVI). Analisa-se que tal aspecto ocorre, possivelmente, pelo avanço e o acesso cada vez mais amplo as geotecnologias pela comunidade científica.

Apontam-se aqui alguns estudos recentes, que confirmam a assertiva supracitada: Vendruscolo et al. (2021) monitorou a desertificação no SAB a partir de indicadores de vegetação no semiárido da Paraíba, utilizou o Índice de Grau de Desertificação (DDI); Vieira et al. (2021) discute a avaliação do risco de desertificação no NE do Brasil, a partir da aplicação do modelo de mudança (LULC), com base em dados de clima, demográficos e mapas de suscetibilidade das terras; Simplício et al. (2021) abordou a erosão nas encostas em microbacias na região de desertificação de Gilbués, Nordeste do Brasil;

Vieira et al (2020) realizou uma análise espaço-temporal, a partir de um índice de vulnerabilidade social em resposta aos efeitos da desertificação e as secas no NE brasileiro; Mutti (2020) modelou séries temporais de NDVI em seis hotspots no semiárido brasileiro; Rios et al. (2020) utilizou a perda de solo como indicador de risco de desertificação, na sub-bacia do rio Salitre-Ba; Silva et. al (2020) efetuou o monitoramento espaço-temporal do risco desertificação através de sensoriamento remoto no SAB.

De pronto, salienta-se a relevância científica dos trabalhos consultados, que contém também metodologias inovadoras. Contudo, notou-se ainda que, se seleciona e avalia o nível de desertificação com base em indicadores com foco voltado para os aspectos biofísicos (solo, vegetação, clima etc.), por vezes socioeconômicos (p.ex: dados demográficos), sem integrar, outros aspectos cruciais (p.ex: culturais, institucionais).

Reflete-se que, as abordagens que tratam da desertificação, a priori, devem contemplar as múltiplas dimensões desse processo complexo, em espiral descendente. Entende-se que, para estudos dessa natureza a busca pela inter-relação entre as dimensões biofísica, socioeconômica, política, cultural, institucional é algo eminente. Sobremaneira, chama-se à atenção para a eleição de indicadores de gênero, culturais e institucionais, com intuito de alargar a compreensão e deste modo exatificar a ocorrência de Áreas Afetadas pela Desertificação.

## **2. DOS PRIMÓRDIOS DA DESERTIFICAÇÃO AOS ANOS 1970**

Principia-se, então, esse garimpo científico com a descoberta geográfica da obra de José Bernardo Fernandes Gama (1844), intitulada *Memorias historicas da provincia de Pernambuco: precedidas de um ensaio topografico-historico*, dedicadas aos Ilustrísimos, e Excelentíssimos senhores Barão da Boa-Vista e Barão de Suassuna. Essa obra se refere aos problemas da fome ligados à questão do clima e da seca - “por esta razão todos os habitantes, deixando os lugares povoados, se entranham por entre os desertos, onde, acabrunhados de misérias nos campos e nos montes impenetráveis, estéreis e áridos; órphaos de toda a consolação; privados de viveres, uns morriam de fome, outros passavam a vida, tendo sempre a morte patente ante seus olhos” (Op.cit, Tomo II, p. 44.). Em alguns trechos da obra, o autor se refere à região pernambucana semiárida como lugares desertos, inóspitos etc.

O entendimento do semiárido como deserto e suas inúmeras interpretações (pré-deserto, savana etc.) constitui-se um constructo também antigo, ao referenciar-se, como exemplo, na obra supracitada, para confirmar tal assertiva.

A despeito do trabalho de Louis Lavadeu - Les Forêts du Sahara, em 1927 (criador do conceito de desertificação, segundo Cornet, (2002, p. 2)); foi o engenheiro francês A. Aubreville que, com sua obra *Climats Forêts et Désertification de l' Afrique Tropical*, de 1949, ficou conhecido como precursor dos termo “desertificação” e “savanização”. Aplicando o termo no contexto de degradação das florestas tropicais e subtropicais (sub-saarianas), que, devido à retirada intensiva da vegetação para desenvolvimento de atividades agropecuárias, transformam-se terras férteis em área desérticas.

Uma das questões centrais do ponto de vista do Aubreuville é o entendimento sobre a desertificação tanto como processo quanto evento. A desertificação seria a etapa final do processo de degradação, gerada por processos erosivos e dinamizada por ação humana. Todavia, observa-se que o tratamento conceitual travado é amplo. Mas, não se constatou uma definição clara do termo empregado pelo autor.

Nos idos de 1951 lançou-se em Argel (Argélia) um programa da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) que abordou as Zonas Áridas, objetivando despertar interesse para investigação e compreensão das zonas secas.

A Organização das Nações Unidas (ONU), através da UNESCO, desenvolveu, entre 1952 e 1962, vários seminários e simpósios sobre desertificação, que resultaram numa coletânea de trabalhos intitulada *Arid Zones Series*, comportando 20 volumes.

Duque (1953) utiliza o termo saarização para explicar os processos de degradação dos solos da região Nordeste, associando à redução da capacidade produtiva. O conceito de desertificação fica quase explícito ao tomar como referência a seguinte citação: “não ocorrerá o deserto físico, como o Saara, nem haverá diminuição de chuvas, mas sim a formação de um deserto econômico”.

Dando ênfase aos estudos sobre o Nordeste, Dárdano de Andrade Lima (1960), oriundo da Universidade Federal de Pernambuco, realizou pesquisas sobre a biogeografia do semiárido, particularmente, tratou da capacidade de regeneração vegetal. Constrói-se uma linha de trabalhos de fitogeografia.

No início da década de 1960, o pesquisador do ambiente tropical, Jean Tricart (1963), publica o estudo intitulado - *Oscillations et Modifications de Caractère de La Zone Aride en Afrique et em Amérique Latine lors des Périodes Glaciaires des Hautes Latitudes*. O autor traz discussões sobre oscilações paleoclimáticas, bem como destaca o domínio semiárido brasileiro. Afirma ele que a caatinga se encontra adaptada às condições ambientais, sugerindo longo período de estabilidade climática.

Em 1969 foi publicada a importante obra *Arid Lands in Perspective*, pela Universidade de Arizona, onde se faz aqui um destaque para o artigo de Heathcote, R.L.

*The pastoral land ethic*<sup>1</sup>. A discussão central ocorre em torno das práticas de uso pastoril da terra, a partir do desenvolvimento de estudo comparativo sobre as avaliações de recursos pastorais na Austrália e América. Trata-se também de direitos dos Aborígenes a terra, do movimento de conservação e os benefícios econômicos do pastoralismo.

Marco importante também para os estudos relativos à desertificação foi o ano de 1971, quando a UNESCO lança o Programa Intergovernamental de Pesquisas sobre o Homem e a Biosfera (*Man and Biosphere* - MAB) com o objetivo maior de consolidar as bases para a administração racional e científica das riquezas da biosfera. O pesquisador

---

<sup>1</sup> Ver artigo: Heathcote, R.L. 'The pastoral land ethic', in McGinnies, W.G. and Goldman, B.J. (eds.) *Arid Lands in Perspective*, University of Arizona and the American Society for the Advance of Science, Tucson and Washington D.C. 1969. pp. 311-324.

Le Houérou coordenou inúmeros projetos com intuito de explicar as “áreas marginais”; conceituadas como as faixas de territórios submetidos a limitações naturais, nomeadamente, àquelas na qual as chuvas são irregulares com repercussões das atividades humanas.

Conforme Le Houérou (1977) citado em Suertegaray (1987): “a palavra “desertificação” é usada para descrever a degradação de vários tipos de vegetação; incluindo as áreas de florestas sub-úmidas e úmidas que nada tem a ver com desertos sejam físicos ou biológicos”. Corresponde, portanto, a um processo antrópico, contrário àquele definido pelo mesmo autor como desertização e que corresponde “às extensões de paisagens e formas tipicamente desérticas, de áreas onde isto não ocorria em passado recente. Tal processo localiza-se nas margens dos desertos sob médias anuais de precipitação entre 100 e 200 mm com limites extremos entre 50 e 300 mm” (LE HOUÉROU, 1977, p.17).

Delineia-se em 1972, na cidade de Estocolmo, novo marco na discussão a partir da Conferência do Meio Ambiente, realizada pela ONU. Travam-se discussões no contexto internacional sobre o uso depredador dos recursos naturais e as consequências na degradação ambiental. A desertificação começa a despertar mais interesse dos pesquisadores em outros centros de pesquisa ao nível mundial.

Já em 1973, o pesquisador brasileiro José Guimarães Duque publicava uma obra de referência na revista do Departamento de Obras Contra a Seca (DNOCS), intitulada - Solo e Água no Polígono das Secas. Delineava-se os primeiros passos no debate sobre a problemática da desertificação. Ele utilizou como referência a cobertura vegetal, clima e solos associados à paisagem e ao uso e ocupação das terras. Esse procedimento permitiu estabelecer uma classificação do polígono das secas, a partir da integração de variáveis geoambientais, afirmando o autor que “ousamos separar o polígono das secas em caatinga, sertão, seridó, agreste, carrasco e serras [...] (DUQUE, 2001, p. 25). Destaca-se, na obra, o conjunto da discussão que se articula com as Áreas Susceptíveis à Desertificação, ou seja, Duque apresenta um enfoque sobre as potencialidades, limitações ecológicas e econômicas.

Rapp (1974) diz que a desertificação é fruto da propagação das condições ambientais das regiões áridas e semiáridas, como consequência das ações humanas ou mudanças do clima. E sugere um “novo termo” que, posteriormente, Le Houérou (1977) adapta-o e denomina de “Desertização”, sendo definido como “as extensões de paisagens e formas tipicamente desérticas, de áreas onde isto não ocorria em passado recente”.

De modo geral, na leitura do Nordeste Brasileiro do Prof. Vasconcelos Sobrinho (1974, 1978, 1978b, s/d) é possível considerar sua contribuição à identificação e análise dos processos bem como dos indicadores da desertificação. Constata-se um dos aspectos estruturantes de suas discussões; a predisposição natural pré-desértica da área que compreende o polígono das secas, associando ao equilíbrio ecológico instável decorrente do regime pluviométrico de baixo índice de precipitações e extrema irregularidade, dos

solos rasos com limitada capacidade de retenção de água, amplo fotoperiodismo e ventos secos e quentes com forte poder de desidratação.

O seu trabalho mais expressivo foi o deserto brasileiro, de 1974. Nesse, a desertificação é apreendida como fruto da fragilidade dos ecossistemas das terras secas, em geral, devido à pressão intensa causada pelas populações humanas ou às vezes pela fauna autóctone. Com isso, ocorre a perda da produtividade e da resiliência. Essa pesquisa destaca a ação do homem como motor da degradação ecológica.

Cinco anos após a Conferência do Meio Ambiente (ONU), em Nairóbi (Quênia), realizou-se a 1ª Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (1977). O fato desencadeador desse evento se refere à estiagem longa com 05 anos de duração que afetou drasticamente a região subsaariana do Sahel (entre 1968 e 1973), bem como 06 milhões de pessoas e rebanho de 25 milhões de cabeças, aproximadamente.

Um dos produtos desse Simpósio Internacional foi a publicação de um volume especial, 53, n.4 do periódico *Economic Geography*, editada em 1977 pela *Clark University, de Worcester* (EUA), apresentando alguns estudos pioneiros: *The human dimensions of desertification* (As dimensões humanas da desertificação) por Johnson, D. L., *Desertification of Arid Lands* (Desertificação de Terras Áridas) por Dregne, H. E., *Technology, regional Interdependence and population Growth: Tucson, Arizona* (Tecnologia, Interdependência Regional e Crescimento Populacional: Tucson, Arizona) por A.W. Wilson (EUA), *The Making of Deserts: climate, Ecology and Society* (A Criação de Desertos: Clima, Ecologia e Sociedade) por Hare, F. K., Whitney, J. (Canadá), Warren, A., Davidson, B., (Grã-Bretanha), Heathcote, R. L., Willian, M., Mabbut, J. A. (Austrália), dentre outros pesquisadores. Subdividiu-se a revista em 03 grandes temas centrais a) Processos e extensão da desertificação; b) O impacto da desertificação; c) A luta contra a desertificação.

Com o impulso da Conferência de Nairóbi, tem-se a iniciativa da revista *Applied Sciences and Development*, edição do Institut for Scientific Co-Operation, de Tubigen, Alemanha, que produziu um número especial, n.10, 1977. Particularmente, aborda a temática da desertificação, apresentando pesquisas com um enfoque geral e estudos de casos.

Na referida Conferência de 1977, definiram-se como “ambientes desérticos aqueles que apresentam diminuição ou destruição do potencial biológico da terra, e o homem o agente principal da degradação”.

Além disso, nesta obra tem-se que a desertificação constitui um processo irreversível e insere-se na escala de tempo presente. Desta ótica espacial a desertificação é mapeada através das zonas climáticas - áridas, semiáridas e sub-úmida secas.

Ab' Saber (1977) escreve o artigo *Problemática da Desertificação e da Savanização no Brasil Intertropical*, e acende os holofotes para os "processos parciais de desertificação pontuais ou areolares, suficientemente radicais para criar degradações irreversíveis da paisagem e dos tecidos ecológicos naturais". Considerou que "o território brasileiro, em seu conjunto, exhibe um dos mais impressionantes quadros de modificações ecológicas

sutis - às vezes irreversíveis-, estendendo sobre quase todos os domínios paisagísticos"(Op.cit, p.1).

Revela a ideia da desertificação "antrópica, direta ou indiretamente ativada por ações antrópicas predatórias (...) devido à exploração econômica mal orientada" (AB'SABER, 1977, p. 3).

Sinaliza a ocorrência de 09 modalidades de nódulos de desertificação no domínio das caatingas, e nomina-os de "geótopos áridos", resultantes da "predisposição da estrutura geoecológica, geralmente intensificada pela ação antrópica", a saber: 01. Altos pelados; 02. Salões; 03. Vales e encostas secas; 04. Lajedos, mares de pedra e campos de inselbergues; 05. Paleodunas quaternárias; 06. Topografia ruiformes e cornijas rochosas desnudas com aridez rochosa característica; 07. Revolvimento anômalo da estrutura superficial da paisagem; 08. Malhadas; 09. Áreas degradadas por raspagem ou empréstimos de terra (AB' SABER, 1977).

Ao relacionar os Geótopos de Ab' Saber com o município de Campo Formoso-Ba, constata-se a ocorrência da maioria deles com exceção das Paleodunas quaternárias, certamente porque esses modelados e as 03 modalidades de intervenção (revolvimento, raspagem e os empréstimos de terras) se constituem elementos característicos do semiárido brasileiro.

### **3. OS ESTUDOS DA DESERTIFICAÇÃO NOS ANOS 1980**

Na esteira do debate mundial sobre desertificação, no Brasil, a década de 1980 é marcada por uma crescente produção acadêmica envolvendo a temática em foco, vista sobre vários prismas e diferentes abordagens. Nimer (1980) afirma que, embora muitas causas deem origem à desertificação, essas podem ser determinadas por dois fatores: a) mudança de clima, caracterizada principalmente por uma crescente deficiência de chuvas; b) ação do homem. Quaisquer que sejam as causas atribuídas - naturais (mudança do clima regional) ou antrópicas, ou por ambas, simultaneamente -, a desertificação é entendida como uma crescente degradação ambiental expressa no ressecamento e na perda de capacidade dos solos. O referido autor definiu os núcleos de desertificação como áreas onde a degradação da cobertura vegetal e do solo alcançou uma condição de irreversibilidade.

Constata-se também a existência de uma série de estudos sobre o semiárido brasileiro realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a partir de 1980. Suas lentes se voltaram para a compreensão da intensidade das secas, previsão e variações pluviométricas interanuais e conexões com fenômenos de grande escala, variações da temperatura da superfície do mar (TSM) e mudanças climáticas.

Vasconcelos Sobrinho (1983, p. 26) enfoca sobre a modalidade dos processos de desertificação associando-a ao tipo de manchas que os solos possuem. Discorre que, as manchas exibem aspecto macilento (descolorado), semelhantes com ulcerações na epiderme. E conformam locais com solos rasos, podendo ser considerado como

afloramento rochoso, que já não retém mais água, por conta dos processos de insolação e desidratação imediata. Além disso, são solos pobres em nutrientes, por isso tudo se constituem em áreas com susceptibilidade natural à desertificação.

No contexto do exterior, o pesquisador F. Kenneth Hare em 1984 divulgou um artigo intitulado *Experiência Climática Recente nas Terras Áridas e Semiáridas*<sup>2</sup>, no qual discute-se os efeitos da ação antrópica no ambiente e as consequências climáticas, a exemplo de: efeitos negativos na camada de ozônio, intensificação do efeito estufa, das chuvas ácidas, dos processos de desertificação. O autor enfatizou áreas marginais dos desertos.

No mesmo ano, Jack A. Mabbutt publica um importante artigo intitulado *Uma Nova Avaliação Global da Situação e Tendências de Desertificação*<sup>3</sup>. Nesse, fez avaliações e projeções para o ano 2000, em relação à desertificação, utilizando o suporte das escalas regional e global, por conta da disponibilidade e da qualidade dos dados.

Fundamentado nas provas das tendências existentes sobre a desertificação, sugere que o estado de desertificação nas três principais categorias de uso da terra evoluirá até o ano 2000 (e refere-se a uma condição de “ao menos que o nível das atividades de controle tenha aumentado significativamente”):

Rangelands: espera-se o aumento das áreas de pastagens severamente degradadas, na maioria "das regiões em desenvolvimento", particularmente em direção as regiões semiáridas tropicais na 'interface' com áreas de cultivo de sequeiro; qualquer melhoria substancial será limitada as zonas favorecidas no mundo desenvolvido. Área de sequeiro: significativamente piorou o *status* da desertificação em muitas regiões tropicais (agricultura de subsistência), com extensas áreas de terra muito seriamente desertificadas, tornando-se praticamente inúteis. E nas regiões "em desenvolvimento", é esperado o estado grave da desertificação grave e continuará a se ampliar gradualmente; Terras irrigadas: na melhor das hipóteses o equilíbrio atual se manteria em áreas irrigadas, que poderiam ter sido aumentadas em 20%. A principal melhoria do estado foi prevista para a URSS e, em menor medida, na China. O crescimento da irrigação deveria absorver o próprio aumento da população rural, mas dificilmente aliviaria a pressão sobre as áreas de cultivo de sequeiro (MABBUTT, 1984).

Percebe-se que suas projeções se confirmaram. O processo de desertificação em áreas de cultivo de sequeiro afeta o maior número de populações, com elevado potencial para conduzir para o estado muito grave de desertificação e destruição final dos recursos – terra, particularmente nas regiões tropicais[...], América Latina [...] (Op.cit).

Em terras brasileiras, um dos mais importantes geógrafos do Brasil, especialista em estudos do clima, o geógrafo José Bueno Conti (1984, 1985, 1986, 1989a, 1989b,

---

<sup>2</sup> Título do artigo original traduzido, *Recent Climatic Experience in the Arid and Semi-Arid Lands*

<sup>3</sup> Título do artigo original examinado - *A New Global Assessment of the Status and Trends of Desertification*

1991, 1993, 1994) referenda e traz relevantes contribuições para ampliar o debate com a publicação de 05 artigos, nessa temática. O primeiro, em 1984, denominado *a respeito da desertificação*, divulgado na publicação Geonordeste vol.1, n.02. Sergipe.

Conti (1985), apresentou outro artigo com o título de *Desertificação*, no Boletim Paulista de Geografia. Já em 1986, publica a desertificação como tema de estudo da geografia física, nos Anais do III Simpósio de Geografia Física Aplicada e, segue produzindo os outros.

Lage (1986), em sua tese de Doutorado, Les milieux naturels de la haute vaae du Vaza Barris, realiza outro importante estudo, no sertão baiano, na região do Vaza-Barris-BA (alto curso), que serve de aporte teórico-conceitual para os estudos de desertificação, bem como para aprimorar a compreensão de alguns processos degradacionais no semiárido. Merece destaque a discussão geomorfológica que enfatiza os processos ocorrentes que caracterizam os “altos pelados”. A autora anuncia que os processos de desertificação são considerados como processos de degradação do ambiente.

Dregne (1987) traz uma contribuição significativa ao afirmar que:

a degradação antrópica das terras se inicia com a diminuição ou a destruição da cobertura vegetal devido ao superpastoreio, à agricultura, ao extrativismo mineral e outras atividades que modificam as condições naturais existentes. As erosões causadas pelos ventos e pela água aceleram o processo de degradação. Em inúmeros casos é impossível recuperar por completo áreas já desertificadas.

Outra obra de referência para os estudos geográficos que auxiliou a diferenciar a desertificação é conhecida como - *A trajetória da natureza: um estudo geomorfológico dos areais de Quaraí, RS*, de autoria de Dirce Suertegaray (1987). A tese expressa uma diferenciação dos processos estudados e denominados de desertificação a partir do critério climático.

Em 1988, Nimer novamente contribui para a discussão corrente com o artigo *Desertificação: Realidade ou Mito?* No qual trata os conceitos, teorias e proposições metodológicas, bem como derruba o mito sobre o entendimento da desertificação, em geral, distorcido por influências político-ideológicas. Diz, ainda, que “a instauração de um processo de desertificação numa área de considerável extensão só seria possível com a transformação de macroclimas úmido, subúmido ou semiárido em macroclimas de deserto, ou desértico, isto é, com déficit de precipitação sempre crescentes” (idem).

Numa abordagem mais voltada para a geografia física global, os debates sobre desertificação foram iluminados também com os estudos de Monteiro (1988), quando publica *On the desertification in the Northeast Brazil and man 's role in the process*. Nesse, trabalha uma área que compreende o Ceará, Paraíba e Pernambuco. Destaca-se a ação humana associada à sua sobrevivência em condições adversas no semiárido. Aborda-se sobre as influências naturais ou antrópicas em relação à desertificação e define a ocorrência de 07 geossistemas na região pesquisada.

Conti (1989), numa tentativa de conceituar a desertificação, elenca duas tipologias: a climática e a ecológica. Indica as variabilidades nos padrões climatológicos como causa da modalidade climática e considera a deficiência de água no sistema natural. As mudanças do ponto de vista climático tanto podem ser resultantes de fenômenos naturais como desencadeadas pela ação antrópica ou, ainda, decorrer da combinação de ambos. Em relação à tipologia ecológica, entende que são o crescimento demográfico e a pressão sobre os recursos que ocasionam condições semelhantes ao ambiente desértico.

No exterior, Rochette (1989), explora em sua discussão as conexões associadas à desertificação e os estudos realizados por outros autores na zona saheliana e sahelosudanesa. Onde o foco dela refere-se à permanência da seca, a degradação vegetacional, os processos de erosão e mudanças sociais, revelando aspectos ligados às restrições da comunidade para desenvolver suas potencialidades. Com isso, exprimiu que:

a dinâmica da seca pode ser mais facilmente entendida que a desertificação, processo este mais complexo, evolutivo, resultante da ação de vários agentes, com implicação em todos os domínios e no comportamento humano, acarretando a ligação contínua de causas e efeitos de todos os elementos constitutivos do ecossistema.

E, também apresenta seu entendimento sobre a desertificação, ao afirmar que se constitui como:

grave degradação do "capital" ecológico demonstrado na diminuição da quantidade e capacidade produtiva dos recursos em água, solo, vegetação, fauna que os homens exploram para viver, salientando que se deve compreender este processo complexo a partir de duas sequências de fatores: os agrobioclimáticos e os humanos (Op. cit).

Mendonça (1990) produz um estudo denominado - *A evolução socioeconômica do Norte Novíssimo do Paranavaí e os problemas ambientais - desertificação?* A pesquisa revela as regiões de arenito Caiuá do norte do Paraná submetidas a processos de erosão acelerada desencadeada por desmatamentos e práticas agrícolas não controladas. Aprimora-se também o entendimento dos processos em escala local ao analisar uma voçoroca do ribeirão Suruquá (município de Paranavaí).

Para Goudie (1990), o processo de desertificação se constitui na alteração da biomassa com deterioração acelerada dos solos. O autor afirma que as atividades humanas e o fator climático são os principais agentes de modificação, bem como a intensificação da monocultura, superpastoreio, salinização e o desmatamento são causas associadas à ocorrência da desertificação.

#### **4. OS ANOS 1990 E A DESERTIFICAÇÃO**

No ano de 1991, com intuito de identificar as áreas suscetíveis à desertificação, a ONU define o Índice de Aridez (IA), como a razão entre a precipitação anual e a evapotranspiração potencial ( $IA=P/EPT$ ), calculando esta última pelo método de Thornthwaite. As áreas potencialmente suscetíveis a esse processo estão localizadas

dentro do IA de 0,05 a 0,65, que engloba as zonas de clima árido, semiárido e sub-úmida seca (UNEP, 1991). Este passa a ser um dos indicadores mais utilizados mundialmente para indagar sobre a ocorrência da desertificação em um dado local.

Com a Conferência do Rio 92, evento que é um marco para a questão ambiental mundial, a compreensão da desertificação ficou ligada à destruição do potencial biológico de terras áridas, semiáridas e sub-úmida secas. Numa síntese mais ampla, revelou-se que o maior problema é a destruição da vida, que é balizada por interferências negativas na interação entre as variáveis climáticas, solo e vegetação e, conseqüentemente, o rompimento do equilíbrio desses três fatores que constitui o ambiente.

Mainquet (1994) reflete em seu importante trabalho sobre um corpo teórico-conceitual existente para analisar o processo de desertificação definindo-o como questão ambiental. A análise parte do sistema conceitual e alcança a avaliação. Discute a (ir)reversibilidade do processo balizado no tempo histórico, demarcando o período de cerca de 25 anos. Todavia, enfatiza-se a dimensão física, a implicação econômica, o aspecto da localização das áreas e as possíveis relações entre a desertificação, os níveis de desenvolvimento e a fome. Indica que “a desertificação, mesmo sendo um processo que tem uma amplitude espacial, as causas humanas determinantes são locais”.

Ainda Mainquet, no mesmo ano, propôs alguns termos importantes, três deles são aqui destacados: sahelização, estepização ou sudanização, que se formam a partir das diferentes perdas do estrato arbóreo dos ecossistemas, bem como, aridificação ou aridização - indicador natural que revela a evolução natural para um clima tornar-se mais seco.

Cunha (1995) produz outra entre tantas obras de referência supracitadas que pode ser mais apropriada para os estudos de desertificação, denominada *Os Sertões*, de Euclides da Cunha. O escritor levantou a problemática da degradação no sertão do Nordeste brasileiro e, também frisou que o homem "assumiu, em todo o decorrer da História, o papel de um terrível fazedor de desertos" (Op. cit, p. 39).

Conti (1995) revisitou de forma exemplar os trabalhos que envolvem a temática da desertificação em âmbito nacional e internacional. Também realizou um estudo na Diagonal Árida do Ceará, onde explica que os planos inferiores da Chapada do Ibiapaba (sopés) são “uma área submetida ao processo de desertificação generalizada com redução da biomassa a níveis mínimos, sendo um dos casos mais graves de deterioração ambiental da região seca brasileira”.

O pesquisador Conti (1997) busca definir a desertificação com base em 03 critérios amplos: 1- distribuição da maior parte da população do globo na faixa intertropical; 2- crescimento populacional mais acelerado do que em outros lugares, o que pode ser apontado como uma das causas da forte pressão sobre os recursos naturais; 3- acentuada heterogeneidade das características naturais nas baixas latitudes onde habitam povos com enormes diferenças de etnias e culturas.

Com esses critérios, o autor conclui que desertificação é "perda progressiva da produtividade dos ecossistemas, afetando parcelas muito expressivas dos domínios sub-úmidos e semiáridos em todas as regiões quentes do mundo".

Dando continuidade aos estudos do ano anterior, Conti (1998) desenvolve uma caracterização dos graus de intensidade da desertificação e classifica-os em: a) **fraca** – pequena deterioração da cobertura vegetal e dos solos; b) **moderada** – grande degradação da cobertura vegetal e surgimento de areia, indícios de salinização dos solos e formação de voçorocas; c) **severa** – ampliação das áreas sujeita à formação de voçorocas e aparecimento de dunas, avanço da erosão eólica; d) **muito severa** – desaparecimento quase completo da biomassa, impermeabilização e salinização dos solos.

Tavares de Melo (1998) aborda a etimologia do termo desertificação, num primeiro momento, para na continuidade explicitar o que considera como fatores (indicadores) da desertificação. Ele informou que a etimologia da palavra desertificação é oriunda da derivação de outras duas palavras latinas: “a) *desertus*, adjetivo, particípio passado do verbo *deserere* (desertar, deixar, abandonar), significando abandonado, desabitado, inculto, selvagem e, *desertus*, substantivo que quer dizer, solidão, desolação, área vazia; e fixação sufixo verbal proveniente da forma passiva do verbo latino *ficare* (*ficari*), ação de fazer, ser feito, ser produzido.

Rodrigues (2000) reforça a discussão ao colocar que:

As condições de semiaridez são uma das grandes dificuldades para a utilização e manejo dos recursos naturais, o que é agravado pelas atividades humanas que resultam na eliminação da cobertura vegetal original e perda parcial ou total do solo, por fenômenos físicos ou químicos, e na ocupação da área por espécies de plantas invasoras, culminando com a redução da biodiversidade.

Além dos fenômenos físicos como a seca, a atividade pecuária também atua como uma das causas da desertificação, consequência do sobrepastoreio por bovinos, caprinos e ovinos que elimina a vegetação nativa, além do emprego de práticas inadequadas no uso dos solos, causas essas agravadas pela ocorrência de secas periódicas (Op.cit).

Suertegaray (2000) aborda que o conceito de desertificação se articula, originalmente, com os processos econômicos e sociais, naturais ou induzidos que promovem, em determinadas regiões, o desequilíbrio da frágil relação, clima, solo e vegetação; no caso, as regiões conhecidas como áridas e semiáridas. Essa conceituação indica que a desertificação apresenta o componente humano como primordial em seu desencadeamento, encaminhando a degradação promovida para condições desérticas.

## 5. DESERTIFICAÇÃO NO SÉCULO XXI

Cornet (2002, p. 2)<sup>4</sup> publica o artigo *Desertificação na interseção do meio ambiente e desenvolvimento: um problema que nos preocupa*. Nesse, aponta que o criador do conceito de desertificação é o francês, Louis Lavadeau; no seu trabalho intitulado *Les Forêts du Sahara*, em 1927. Com essa informação, esclarece-se que continuam sendo os franceses os precursores do conceito. Todavia, Abréville deixa de ser o criador do conceito. Além disso, o pesquisador L. Lavadeau atribuiu ao fenômeno da desertificação uma origem antrópica e seu estudo versou sobre a destruição da vegetação no Sul da Tunísia.

Araújo (2004) realizou um importante estudo que analisou os problemas ambientais gerados pela mineração de gipsita, caracteriza o modo de exploração e as implicações no meio natural do polo Gesseiro do Araripe (Oeste do Estado de Pernambuco). Esse autor realizou um diagnóstico ambiental na perspectiva de apontar alternativas para gestão dos recursos naturais. Como produtos principais da pesquisa tem-se a Carta Geoambiental (1:100.000), com base em parâmetros do meio físico, “visando aferir o potencial das unidades identificadas para o uso, conservação e preservação, que servirá ao planejamento das atividades econômicas”. O autor assinala alguns aspectos fundamentais que podem definir o processo de desertificação, afirmando “que a mineração de gipsita vem provocando desmatamentos, queimadas, erosão dos solos, assoreamento e alteração dos recursos hídricos na área em foco”, bem como este polo gesseiro constitui-se uma área suscetível ao processo de desertificação.

O ano de 2006 se tornou muito peculiar, pois foi considerado pela ONU o Ano Internacional dos Desertos e Desertificação. Seguramente acende mais uma luz no despertar da consciência global sobre um dos processos mais graves de degradação ambiental planetário, denominando de desertificação. Demarca, dessa forma, a urgência de preservação das terras secas (dos ecossistemas e sistemas ambientais) aliando a contribuição fundamental dos saberes tradicionais das populações mais vulneráveis ao referido processo.

Nascimento (2006), atento à tendência mundial, publica o trabalho sobre *Degradação Ambiental e Desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da Bacia do Rio Acaraú – Ceará*. À luz desta questão reforça as ideias supracitadas quando afirma que:

há sinais de profunda degradação ambiental no Nordeste semiárido, amiúde na bacia do Acaraú. Isto foi denunciado ao investigarmos a estreita relação entre os pares dialéticos seca e degradação ambiental e relação sociedade e natureza, de vez que ocasionam, em grande parte, redução da biodiversidade, erosão dos solos e diminuição espaciotemporal e quali-quantitativa das águas interiores.

---

<sup>4</sup> Título original traduzido - *La désertification à la croisée de l'environnement et du développement: un problème qui nous concerne*, 32 p. 2002.

Souza (2008), ao examinar cuidadosamente o Cariri paraibano, insere a temática da desertificação sob a ótica da análise integrada, nos municípios de Cabaceiras e São João do Cariri, com o suporte do uso e aplicação do conjunto das geotecnologias. O autor utilizou um conjunto de procedimentos metodológicos apoiados em séries pluviométricas temporais, bem como combinou variáveis hidrográficas, pedológicas, socioeconômicas, dentre outras, para definir os processos degradacionais, nas áreas em questão.

É publicado pela Embrapa em 2009, a relevante obra “*Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido Brasileiro*”. Trata-se de um conjunto de textos elaborados por especialistas brasileiros e do exterior. Nesse, o enfoque geral se deu na evolução histórica das secas nordestinas que é articulada com as variáveis climáticas globais (p.ex.: temperatura). Enfatizam-se algumas projeções do potencial de degradação ambiental associado aos eventos de elevação da temperatura.<sup>5</sup>

A partir dos estudos referidos acima sobre a região Nordeste, a especialista Francislene Angelotti da Embrapa (2009), afirma que “as secas causam grandes impactos na vida das pessoas que habitam a região. A agricultura de sequeiro, que é a principal atividade da maioria da população no meio rural, chega a registrar queda de mais de 90% no volume das safras nas culturas alimentares como feijão e milho”. Angelotti também assinala:

nas áreas mais vulneráveis, a exploração agrícola mais intensa tem instalado processos de degradação do ambiente que já levaram à desertificação de grandes áreas. Na região Nordeste, mais de 660 mil km<sup>2</sup> já se encontra nesse nível de degradação e afeta cerca de 2,6 milhões de pessoas. A convivência com o semiárido e o processo de desertificação se tornam mais complexos com o aquecimento do planeta.

No preocupante cenário atual, em que se constata a elevação do percentual de terras no mundo em risco de degradação, o ano de 2010 passa a ser um marco para os estudos da desertificação ao nível planetário, pois a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou no dia 16 de agosto a Década para os Desertos e a Luta contra a Desertificação (UNDDD), (2010-2020). No Brasil, também em 2010, a declaração foi feita durante a Segunda Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas, II ICID + 18, em Fortaleza-CE.

Tem-se, então, 11 anos de holofotes internacionais acesos com o intuito de alavancar e balizar as pesquisas sobre indicadores de desertificação no cenário mundial, sensibilizar e estimular a promoção da preservação e manejo sustentável das terras secas. Busca-se, também, gerar alternativas para as regiões afetadas pela desertificação e promover o intercâmbio com outros países com características semelhantes de aridez e semiaridez na África, Ásia e América Latina, dentre outras.

---

<sup>5</sup> Faz-se aqui um destaque para equipe de pesquisa da Embrapa, que paulatinamente vem desenvolvendo importantes trabalhos sob a temática da desertificação.

Luc Gnacadja, Secretário Executivo da Convenção da ONU de Combate à Desertificação, advertiu que a comunidade internacional se encontra em uma encruzilhada e tem que decidir se manterá a abordagem usual, que será caracterizada por secas severas e prolongadas, inundações e escassez de água, ou um caminho alternativo, que poderá se tornar um meio para as atuações conjuntas com um olhar voltado para a sustentabilidade.

Gnacadja<sup>6</sup> acrescentou que a mensagem da década salienta que terra é vida, no entanto, todos devem assegurar que desertos prossigam produtivos e produzindo. Além disso, que o objetivo da década é instituir uma parceria global para que seja possível retroceder e antecipar a desertificação e a degradação dos solos, bem como mitigar as decorrências da seca nos locais afetados, ou seja, colaborar com a redução da pobreza e assegura um ambiente sustentável.

Iêdo Bezerra Sá e Pedro Carlos Gama da Silva (2010) publicam a obra *Semiárido Brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação*, no qual o enfoque geral tem objetivo apontar a possibilidade de “novas” alternativas para o semiárido brasileiro, frente à desertificação e ao cenário das mudanças climáticas.

Lima et al. (2011) editam, junto ao Instituto Nacional do Semiárido Brasileiro, outra obra de referência: *Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro*. Destacam-se as contribuições científicas de especialistas das diversas áreas do conhecimento, realizadas dentro e fora do Brasil, devido à natureza complexa do processo e a necessidade da busca de alternativas para o enfrentamento da crescente degradação do ambiente. Segundo os editores, “a desertificação e as mudanças climáticas no semiárido brasileiro são problemas interligados de dimensões globais que devem ser discutidos conjuntamente de modo a obter soluções para mitigação e adaptação aos mesmos” (Op. cit, p.3).

Nascimento (2013), a partir de discussões do seu trabalho de tese (doutorado), traz outra contribuição com a obra intitulada *O fenômeno da desertificação*. Nessa, no cenário múltiplo do semiárido, levanta a problemática em foco, pelo viés da degradação do ambiente no contexto local, regional e global atento aos processos originários, suas causas, consequências e possibilidades de enfrentamento. Frisa que a desertificação constitui um dos mais graves problemas do século XXI e apresenta alguns estudos de casos, aliando a expressão espacial e temporal ao jogo das escalas.

No período posterior ao ano de 2006, ampliam-se os estudos sobre desertificação e são incorporadas novas áreas, a exemplo da pesquisa em carste realizada por Santos (2016), no município de Campo Formoso-BA, que revelou o elevado grau de degradação das terras e definiu um novo processo de desertificação no semiárido brasileiro, intitulado **Karst Desertification Semi Arid Climate (KDSC)**, ou seja, desertificação cárstica em clima semiárido:

---

<sup>6</sup> Para aprofundar a discussão sobre a década dos desertos, visite o site consultado abaixo: <http://www.unicrio.org.br/desertificacao2010/>

A **Desertificação** se constitui em um **processo complexo**<sup>7</sup> e evolutivo, de **seletividade, associado à degradação da paisagem, dos sistemas geoambientais, ou seja, de degradação /desestruturação dos sistemas de vida (p.ex.: as comunidades rurais). Expresso pela crescente subtração (quantidade e qualidade) da cobertura vegetal, do solo, dos recursos d'água e aumento da vulnerabilidade social.** Conformada por um **mosaico caótico de paisagens artificializadas/degradadas e espaços-territórios marcados pela desigualdade e exclusão social:** pobreza; baixos níveis educacionais; dificuldade de acesso à educação e/ou tecnologia; expressiva concentração fundiária etc. Admite-se como **marco temporal para confirmar sua ocorrência o período superior há 30 anos** (SANTOS, 2016, p. 391).

A desertificação é, pois, um processo tal qual uma espiral, onde o ambiente faz e se refaz (arrola-se ao movimento tanto evolutivo, quanto de retroação), fruto de um rol de intervenções socioeconômicas desarticuladas com as condições naturais e, integradas com uma dinâmica interior e exterior, também, complexa (SANTOS, 2016, p.42.).

LIMA (2017) criou um sistema de avaliação e comparação espacial da desertificação no Seridó Potiguar e Paraibano, adotou um conjunto de 27 indicadores organizados a partir das estruturas DPSIR, apoiou-se também em técnicas de análise multicritério integradas ao Sistema de Informações Geográficas (SIG). “Os resultados apontaram que causas estruturais do processo, entre elas a concentração de terra, desigualdade social e cultura de consumo, mantêm 49,7% da área estudada em níveis de severidade moderado, forte ou muito forte de desertificação” (Op.cit. p.7).

Primordialmente, por conta de décadas de embates dinamizados pela sociedade civil e o rol de instituições ligadas à conservação/preservação ambiental, como foco na melhoria das condições socioeconômicas, culturais etc., do semiárido brasileiro, foi sancionada a Política Nacional de Combate à Desertificação, com base na Lei nº 13.153, de 30 de julho de 2015. A referida lei tem como objetivo instituir mecanismos para prevenção, proteção, preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais.

Como destaque, se considerou também a integração socioambiental sustentável da produção e do uso dos recursos hídricos como fundamental prática de prevenção, adaptação e combate à desertificação. Além de imputar ao poder público a responsabilidade de promoção da agricultura familiar e da sustentabilidade ambiental associando as atividades econômicas (eco agricultura, silvicultura, manejo silvipastoril,

---

<sup>7</sup> Importante colocar que nosso entendimento de complexidade também perpassa pelos aportes teóricos de Formosinho & Branco (2011) apud Vančík (2003), que nos revelou a existência de dois níveis: o estrutural e o dinâmico. Eles afirmam que “parece haver um limite para a complexidade estrutural. Ela “não pode crescer indefinidamente, porque a energia que a mantém vai tendendo para zero, quando se passa do nível de complexidade elevado de ordem  $n$  para o de  $n + 1$ . Há, pois, que convergir para um limite”. Enquanto a “complexidade dinâmica parece poder crescer indefinidamente (...)”. Outro aspecto que pode somar a explicação sobre a desertificação é a noção de complexidade que está fortemente ligada a fenômenos críticos (CHRISTENSEN, K; MOLONEY, N. 2005).

agropecuária de baixo carbono, produção sustentável de carvão vegetal, manejo extrativista de produtos não madeireiros e sistemas agroflorestais etc.) estratégicas para as regiões afetadas.

Não obstante, na perspectiva de contribuir com o aprimoramento da temática, em destaque, buscou-se realizar o exame mais detalhado sobre indicadores de desertificação no contexto geral e específico, a seguir.

## **6. A PRODUÇÃO EM PERIÓDICOS BRASILEIROS DE GEOGRAFIA (2000 A 2020) E INDICADORES UTILIZADOS**

A desertificação vem sendo abordada no Brasil com maior ênfase desde os anos 1970, como pode-se perceber a partir dos diversos trabalhos sobre o tema mencionados anteriormente. Inicialmente, as abordagens foram conceituais, com discussões que vão desde a semântica do termo até possíveis contribuições metodológicas para avaliar o processo.

Quando se trata de indicadores ou índices, o primeiro sistema para o tema da desertificação que engloba medidas nos componentes do ambiente foi formulado na segunda metade da década de 1970, em 1978, quando foi publicada uma metodologia que incluía indicadores para a desertificação pelo professor Vasconcelos Sobrinho (ARAÚJO e RODRIGUES, 2017).

A proposta deste primeiro sistema de indicadores para a desertificação feita pelo professor Vasconcelos Sobrinho (1978) reuniu um total de 34 indicadores divididos em seis categorias: físicos (8 indicadores), biológicos-agrícolas (8), uso da terra (6), assentamento das populações (4), biológicos humanos (3) e de processo social (5). Salienta-se que tal sistema de indicadores parte da obra de referência escrita por Reining (1978) intitulada *Handbook of Desertification Indicators* (SAMPAIO et al., 2005).

Outro conjunto de indicadores foi proposto pelo denominado “Grupo do Piauí” (devido ao fato de ser formado por pesquisadores ou realizado em instituições de pesquisa naquele estado) que publicou trabalhos voltados para metodologia dos indicadores de desertificação. A primeira formulação da metodologia foi coordenada por Rodrigues (1992) que, em nova versão, foi aprimorada por Ferreira et al. (1994).

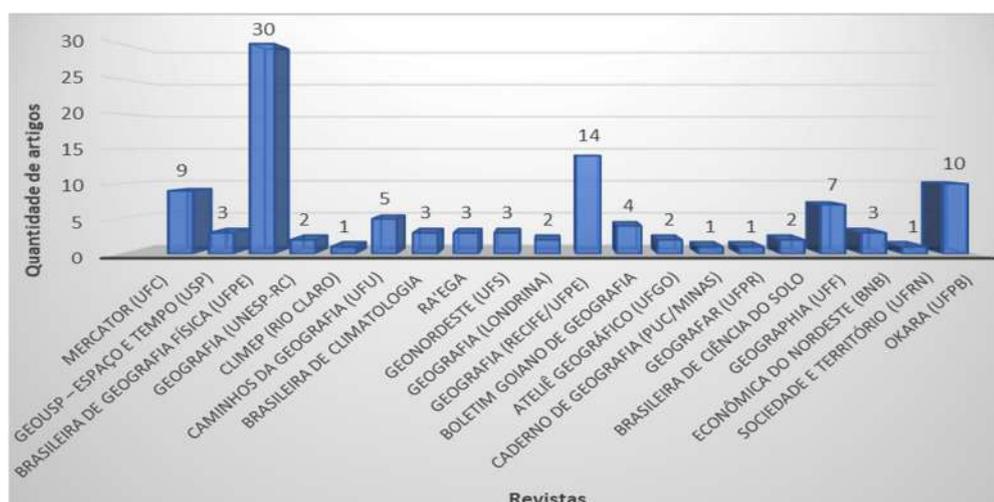
A lista era composta por 19 indicadores de desertificação alcançou notoriedade porque foi adotada pelo Ministério do Meio Ambiente, que elaborou o mapa da desertificação no Brasil (MMARHAL, s/d. 2). No entanto, o referido trabalho sofreu críticas porque qualificava os indicadores em presentes ou ausentes e, o tratamento foi feito de forma homogênea (linear), sem atribuição de pesos (MATALLO JÚNIOR, 2001; SAMPAIO et al., op. cit.).

No Brasil, o uso de indicadores de desertificação tem sido utilizado em diversas áreas do conhecimento das ciências naturais, humanas e engenharias. As abordagens buscam dar conta da complexidade dos processos (sociais, econômicos e ambientais) que envolvem a desertificação.

A ciência geográfica, constitui-se uma área do conhecimento preocupada com a temática desde 1970. Entretanto, observa-se que, nos últimos anos a produção científica dedicada ao tema da desertificação demonstrou crescimento considerável do número de publicações sobre o tema, principalmente, artigos inseridos em revistas de maior Qualis Capes (2013-2017) da área de Geografia.

A afirmação acima descrita está baseada nos estudos de Sérgio Araújo (2020), pesquisa inédita (em vias de publicação), na qual foi realizado um levantamento em 20 periódicos (área de Geografia (18) e áreas afins (2)). Foi constatado mais de uma centena de trabalhos (106) que envolve o tema desertificação, nos últimos vinte anos (2001-2020).

O volume expressivo de trabalhos (Figura 1), representa o interesse dos geógrafos pelo assunto, possivelmente, pela importância que possui para o semiárido brasileiro, bem como com intuito de compartilhar suas contribuições científicas, visando explicar e apontar alternativas para combater um dos maiores problemas de degradação ambiental do Planeta.



**Figura 1.** Produção em Periódicos (Geografia e Afins) sobre Desertificação: 2001-2020. Fonte: Elaborado por Sérgio Araújo, 2020.

Ainda segundo o estudo supracitado, a maior parte dos artigos nas últimas duas décadas utilizaram indicadores físico-ambientais ou biofísicos, cuja obtenção frequentemente envolveu o uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, tais como Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN ou NDVI) e o Índice de Vegetação Ajustada ao Solo (IVAS ou SAVI), além de mapas de uso e cobertura do solo. Em escala média, foram adotados indicadores físicos-climáticos como albedo ( $\alpha$ ), temperatura do solo (T), precipitação (P), associações ou tipo de solos etc.

Quanto aos indicadores sociais foram utilizados o índice de desenvolvimento humano Municipal (IDH-M), índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB), características da população, como densidade, situação de domicílio (rural e urbana), distribuição por faixas etárias etc. Em relação aos indicadores econômicos, normalmente

foram considerados a produção agrícola, a produção pecuária, o efetivo do rebanho (em cabeças), tipo do rebanho (caprino, bovino, ovino etc.), densidade do rebanho etc.

Por fim, verificou-se a relação intrínseca entre a desertificação e as atividades socioeconômicas, por isso a agropecuária, principalmente a produção e produtividade do espaço municipal ganha destaque, pois indica as perdas da capacidade do ambiente semiárido continuar produzindo ao longo dos anos, como consequência do avanço da desertificação.

## 7. CONCLUSÃO

Afinal, ao assumir o recorte programado a partir dos primórdios do século passado até a segunda década do Século XXI, pôde-se constatar o aumento expressivo do volume de trabalhos: documentários em meio digital, na rede mundial de computadores, pesquisas, artigos publicados em periódicos especializados, dentre outros. Fruto da necessidade premente de apreender a inteireza do processo para compreender natureza da desertificação, revelada pelo conjunto de abordagens que perpassam pelas análises puramente climáticas, da cobertura vegetal, do solo, do modelado, do uso e ocupação das terras, ou seja, de dados biofísicos e sendo incorporado em uma parte dos trabalhos os aspectos socioeconômicos.

É, nesse contexto mais contemporâneo que se almeja aprimorar as análises e metodologias aplicadas, antes feitas de forma quase estanque. Desenvolvem-se, então, estudos com base na análise integrada dos geossistemas e dos sistemas ambientais, análise da paisagem com base nas geotecnologias (geoprocessamento e sensoriamento remoto). Com os diversos olhares direcionados para o entendimento das fragilidades, das potencialidades, dos riscos e a suscetibilidade à desertificação no semiárido brasileiro.

Essa incursão hercúlea sobre a desertificação e suas derivações revelou a multiplicidade do conceito e dos parâmetros trabalhados do ponto de vista da gênese, aspecto temporal, espacial e as repercussões sobre o ambiente. Revelou, também, algumas linhas temáticas utilizadas para abordar a desertificação, do ponto de vista: a) das paisagens, formas de terreno e a vegetação; b) do uso e ocupação das terras; c) da escala de tempo geológico do fenômeno; d) do impacto econômico. Outro aspecto interessante examinado, se refere se ao fato de desconsiderar que a desertificação produz expansão de áreas desérticas<sup>8</sup>.

No Brasil, constatou-se na última década o desenvolvimento de inúmeras pesquisas que abordam a temática da adaptação e vulnerabilidade das comunidades frente às mudanças ou alterações climáticas, estando relacionadas ou não diretamente com o processo de desertificação. E, desperta-se também o interesse pelos estudos sobre gênero, sustentabilidade e desertificação.

---

<sup>8</sup> Para atualizar e aprofundar a discussão sobre desertificação. Visite a obra de Monique\_Mainguet - Desertification Natural Background and Human Mismanagement, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1994.

Em nível internacional, a crista da ondulação das pesquisas é representada pela expressão *Land Degradation and Desertification*, que conceitualmente assume várias dimensões (físicas, ecológicas, ambientais, culturais, socioeconômicas, dentre outras).

Por fim, nos encontramos diante de uma demanda já não mais tão atual, esboçada na Convenção das Nações Unidas para Combate à Desertificação – UNCCD/COP 9, 2009, que colocou a importância e a prioridade de elaboração de indicadores pelos países membros.

### **Agradecimentos**

Gostaríamos de agradecer enormemente aos colegas da UGB, responsáveis por essa importante ideia (iniciativa) de organizar uma obra dessa natureza, que seguramente servirá de referência para os estudos de geomorfologia do Brasil. Também queremos agradecer aos revisores do texto, pela excelente contribuição, pois nos possibilitou aprimorar o material produzido, juntamente como os queridos parceiros, visando realizar um trabalho com expressiva qualidade, que o livro demanda.

### **Referências Bibliográficas**

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

ARAÚJO, A.; SANTOS, M.; MEUNIER, I.; RODAL, M. **Desertificação e Seca**. Recife: Gráfica e Editora do Nordeste Ltda., 2002. 63 p.

ARAÚJO, S. M. S. de. **O Pólo Gesseiro do Araripe: Unidades geoambientais e impactos da mineração**., 2004. 276 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Geociências. Área de Administração e Política de Recursos Minerais), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

ARAÚJO, S. M. S. de; LIMA, E. R. V. de. Desertificação e semiárido brasileiro: índices e indicadores biofísicos e socioeconômicos. **Mnemosine Revista**, v. 8, n. 4, p. 397-422, out-dez. 2017.

CCD. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**. Tradução: Delegação de Portugal. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental, 1995.

CONTI, J. B. A respeito da desertificação. **Geonordeste**, v. 1, n. 2, p. 90-2, 1984.

CONTI, J. B. Desertificação. **Revista Orientação**, n. 6, p.110-12, nov/1985.

CONTI, J. B. Desertificação como tema de estudo da geografia física. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 63, p.13-21, 1986.

CONTI, J. B. A desertificação como problema ambiental. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 3., 1989, **Anais...** Nova Friburgo, RJ. mai/jun. 1989a. v.1, p.189-194.

CONTI, J. B. O meio ambiente tropical. **Revista Brasileira de Geografia**, v.14, n.28, p.69-79, out/1989b.

CONTI, J. B. Desertificação em áreas tropicais. In: ENCUENTRO DE GEOGRAFOS DA AMERICA LATINA. 3., 1991, **Anais...** Toluca, México: Universidad Autonoma del Estado de México. 1991. v.2, p. 365-76,

CONTI, J. B. Estudo de desertificação com base em análise de séries temporais. In: ENCUENTRO DE GEOGRAFOS DE AMERICA LATINA. 4., 1993, **Anais...** Mérida, Venezuela: Instituto de Geografia. Universidad de Los Andes, 1993. v.1, p.335-44.

CONTI, J. B. O conceito de desertificação. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 5., 1994, **Anais...**, Curitiba: AGB, 1994. v. 1, p. 366-70.

CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos: proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste Brasileiro**. Tese de Livre Docência (Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

CONTI, J.B. **A Geografia física e as relações sociedade/natureza no mundo tropical**. São Paulo: Humanitas Publicações FFLCH/USP, 2. Ed, 2002.

CONTI, J.B. O Conceito de desertificação. **Revista de Climatologia e Estudos da Paisagem**. v. 3, n. 2, julho/dezembro/2008, p. 39- 52.

COP9 (2009). Advice on how best to measure progress on strategic objectives 1, 2 and 3 of the strategy. Decision 17/COP.9. Disponível em <[http:// www.unccd.int/](http://www.unccd.int/)>. Acesso 25 jul. 2013.

CORNET, A. La désertification à la croisée de l'environnement et du développement: un problème qui nous concerne. Johannesburg Sommet Mondial du Développement Durable, p. 91-130, 2002. Disponível: <[www.csfdesertification.org/catalogue/2001\\_CSFD\\_Cornet.pdf](http://www.csfdesertification.org/catalogue/2001_CSFD_Cornet.pdf)> Acesso em: 16 set. 2013.

CUNHA, E. **Os sertões**. Brasília: Ed. UnB, 1963.

DREGNE, H. E. **Desertification: Symptoms of a crisis**. In Desertification, Process, Problems, Perspectives, Arid/Semi-Arid Natural Resources Program seminar papers, University of Arizona Press, 1976. p. 12–24.

DREGNE, H. E. Desertification: Man's abuse of the land. **J. Soil & Water Cons.** v. 33, p. 11-14. 1978.

DREGNE, H. E. **Desertification of Arid Lands**. New York: Harwood Academic Publishers, 1983. 242 p.

DREGNE, H.E. Desertification: A framework for action. In: Abstracts, Int. Sym. Workshop on Desertification in Developed Countries: Why Can't We Control It? U.S. Bureau of Land Management and U.S. Environmental Protection Agency, 24-29 October, Tucson, Arizona. 1994.

DUQUE, J.G. **Solo e Água no Polígono das Secas**. 3ª ed. Fortaleza: DNOCS, 1953.

DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas. Agroindustrial.** n.154, série I-A, 6. ed. Fortaleza: DNOCS, 2001.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Livro sobre mudanças climáticas é lançado. Disponível: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18057593/livro-sobre-mudancas-climaticas-e-lancado-->. Acesso em 20. Mar. 2021.

FAO. **Status of the World's Soil Resources: Main Report. 2015.** Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. Disponível:<<http://www.fao.org/3/i5199e/I5199E.pdf>> Acesso em: 25 set. 2020.

FERREIRA et al. A desertificação no Nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectivas. Fortaleza: Ceará. Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação, 1994.

FORMOSINHO, S. J.; BRANCO, J. O. **A dinâmica da espiral: uma aproximação ao mistério de tudo.** Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press, 2013.

GAMA, J. B. F. (1844). Memórias históricas da província de Pernambuco: precedidas de um ensaio topográfico-histórico, dedicadas aos Ilustríssimos, e Excelentíssimos senhores Barão da Boa-Vista e Barão de Suassuna. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/221727>. Acesso em: 17 out. 2019.

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

HARE, F. K. Recent climatic experience in the arid and semi-arid lands. **Desertification Control Bulletin**, v. 10, p. 15-22, 1984.

HEATHCOTE, R. L. The pastoral land ethic. In: MCGINNIES, W. G.; GOLDMAN, B.J. (eds.) **Arid Lands in Perspective.** Tucson and Washington D.C: University of Arizona and the American Society for the Advance of Science. 1969. p. 311-324.

HEIM, R. R. A review of twentieth: century drought indices used in the United States. **Bulletin of the American Meteorology Society.** v.83, p.1149-1163, 2002.

HUGGETT, R. J. **Systems analysis in geography.** Oxford: Clarendon Press, 1980.

LAGE, C. S. **Les milieux naturels de la haute valee du Vaza Barris.** 1986. Thèse (Doctorat en Géographie) - Université de Bordeaux III. Bordeaux. Paris, 1981.

LE HOUEROU, H. N. A natureza e as causas da desertificação. In: Reunião IGU sobre Desertificação. Cambridge: Westview Press, 1977.

LE HOUEROU, H. N. **Ecologie et desertization en Afrique.** Travaux de l'Intitut Geographique de Reims, 1978.

- LEMOS, J. J. S. Desertificação no semi-árido brasileiro. **Rev. Pesquisa em Foco**. v. 5, n. 5, jan/jun. 1997.
- LEMOS, J. J. S. Desertificação no Semi-Árido do Nordeste. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Eds). **Agricultura, sustentabilidade e o Semi-Árido**. Fortaleza: UFC/SBCS, 2000. p.114-136.
- LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; PEREZ-MARIN, A. M. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA-PB, 2011.
- LIMA, R. C. C. **Sistema de avaliação e comparação espacial do processo de desertificação no Seridó Potiguar e Paraibano, Semiárido Brasileiro**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2017.
- MABBUTT, J. A. A new global assessment of the status and trends of desertification. **Environmental Conservation**, v. 11, n. 02, p. 103-113, 1984.
- MABBUTT, J. A. Desertification indicators. **Climatic Change**, v. 9, n. 1-2, p.113-122, 1986.
- MAINGUET, M. **Desertification: Natural Background and Human Mismanagement** (Springer series in physical environment; 9). Berlin: Springer-Verlag, 1991. 20p.
- MAINGUET M.; CHEMIN M. C. Wind degradation on the sandy soils of the Sahel of Mali and Niger and its part in desertification. In: BARNDORFF-NIELSEN O.E.; WILLETTS, B. B. (eds) **Aeolian Grain Transport**. Acta Mechanica Supplementum, v. 2. Vienna: Springer, 1991. p. 113-130.
- MAINGUET, M. **Desertification natural background and human mismanagement**. 2. ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1994.
- MAINGUET, M. La désertification expression de la décadance? In: **L'Homme et la sécheresse**. Paris: Édition Masson, 1995. p. 285-296.
- MATALLO, H. Proposta de um Sistema Básico de Indicadores para Identificação e Monitoramento dos Processos de Desertificação na América Latina e Caribe. In: SCHENKEL, C.; MATALLO, H. (Org.) **Desertificação**. Unesco: Brasília, 1999.
- SCHENKEL, C. A desertificação no mundo e no Brasil. In: SCHENKEL, C. S.; MATALLO, H. (Org.). **Desertificação**. Brasília: UNESCO, 1999. p. 9-25.
- MATALLO JUNIOR, H. **Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília: UNESCO, 2001. 80 p.
- MATALLO JUNIOR, H. A desertificação no mundo e no Brasil. In: SCHENKEL, C. S.; MATALLO JR, H (Org). **Desertificação**. Brasília: UNESCO, 2003.

- MUTTI, P. R.; LÚCIO, P. S.; DUBREUIL, V.; BEZERRA, B. G. NDVI time series stochastic models for the forecast of vegetation dynamics over desertification hotspots. **International Journal of Remote Sensing**, v. 41, n. 7, 2759-2788, 2020.
- NASCIMENTO, F. R. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da bacia do rio Acaraú – Ceará**. 2006. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal Fluminense – UFF, Rio de Janeiro, 2006.
- NASCIMENTO, F. R. **O Fenômeno da desertificação**. Goiânia: Editora da UFG, 2013. 244p.
- NERI, M. S. A. **Processo de desertificação: o caso de São José do Seridó**. Natal: UFRN, 1982.
- NIMER, E. Circulação atmosférica do Brasil (comentários): contribuição ao estudo da climatologia do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, p. 232-250, set./1966.
- NIMER, E. Climatologia da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 33, n. 4., p. 3-65, 1971.
- NIMER, E. Zoneamento sistemático da potencialidade de desertificação. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 3., 1978, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: AGB/UFCE. p. 105-8, 1978.
- NIMER, E. Desertificação: realidade ou mito? **Revista Brasileira de Geografia**. v. 50, n. 1, p. 7-39, 1988.
- NIMER, E. Subsídio ao plano de ação mundial para combater a desertificação. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Revista Brasileira de Geografia**. v. 42, n. 2/3, p. 612-37, 1980.
- RAPP, A. **A review of desertification in Africa: water vegetation and man**. Secretariat for International Ecology (SIES), Report nº 1, Stockolm, 1974, 77p.
- REINING, P. **Handbook on desertification indicators**. Washington: American Association for the Advancement of Science, 1978.
- REIS, J. G. **Desertificação no Nordeste**. Recife: SUDENE/DPG/PRN. 1988.
- RIOS, M. L.; SILVA, A. J. P. D.; CARVALHO-SANTOS, V. L. Soil loss as a desertification risk indicator: mapping and simulation in the Salitre River Sub-Basin, Northeast Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 44, 2020.
- ROCHETTE, R. M. **Le Sahel en lutte contre la désertification: leçons d' expériences**. Weikersheim: Margraf, 1989. 592 p.
- RODRIGUES, V. Avaliação do quadro de desertificação no Nordeste brasileiro: diagnóstico e perspectivas. – In: Conferência Internacional sobre Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semiáridas. 1992. Fortaleza, Brasil. **Anais...** Fortaleza: ICID, p. 2375–2408, 1992.

RODRIGUES, V.; MATALLO JÚNIOR, H.; LINHARES, M. C.; GALVÃO, A.L.C.O.; GORGÔNIO, A. S. **Avaliação do Quadro da Desertificação no Nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectivas**. Fortaleza: ICID, 1992.

RODRIGUES, V. Desertificação: problemas e soluções. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Org.). **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: Universidade Federal Ceará, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 137-164.

RODRIGUES, V. **Pesquisa dos Estudos e Dados Existentes sobre Desertificação no Brasil. Plano Nacional de Combate à Desertificação**. Brasília: MMA. Projeto BRA 93/036. 1997. 65p.

SÁ I. B.; SILVA P. C. G da (editores técnicos). **Semiárido brasileiro: pesquisa desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

SÁ I. B.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no semi-árido brasileiro. In: ANGELOTTI F, SÁ IB, MENEZES EA, PELLEGRINO GQ (Orgs.). **Mudanças climáticas e desertificação no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. p. 59–88.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. do S. B.; SAMPAIO, Y. S. B. Propensão à desertificação no semiárido brasileiro. **Revista de Geografia**, v. 22, n. 2, p. 59-76, 2005.

SANTOS, J.M. **Indicadores de desertificação no semiárido brasileiro. O caso de Campo Formoso-Ba**. 471 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

SILVA, H. P. **Mapeamento das áreas sob risco de desertificação no semiárido de Pernambuco a partir de imagens de satélites**. 153 f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) Universidade Federal de Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, 2009.

SILVA, J. L. B., MOURA, G. B. A., LOPES, P. M. O., FRANÇA E SILVA, Ê. F., ORTIZ, P. F. S., SILVA, D. A. O., GUEDES, R. V. S. Spatial-temporal monitoring of the risk of environmental degradation and desertification by remote sensing in a Brazilian semiarid region. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, p. 544-563, 2020.

SIMPLÍCIO, A. A., COSTA, C. A., NAVARRO-HEVIA, J., & DE ARAÚJO, J. C. Erosion at hillslope and micro-basin scales in the Gilbués desertification region, Northeastern Brazil. **Land Degradation & Development**, v. 32, n. 3, p.1487-1499, 2021.

SOUZA, B. I. de. **Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. 2008. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2008.

SOUZA, B.I. **Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá-PB**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba, UFPB, João Pessoa, 1999.

SUERTEGARAY D. M. A. A. **Trajectoria da Natureza: um estudo geomorfológico sobre os areais de Quaraí-RS**. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP; São Paulo, 1987. 243 p.

SUERTEGARAY D. M. A. Espaço Geográfico uno e múltiplo. In: SUERTEGARAY, D.M.A.; BASSO, L.A. & VERDUM, R. (Orgs.). **Ambiente e Lugar no Urbano: a Grande Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2000.

TAVARES DE MELO, S. Desertificação: etimologia, conceitos, causas e indicadores. **Revista da UNIPÊ**, v. 2, n. 2, p.19-33, 1999.

TOMASELLA, J., VIEIRA, R. M. S. P., BARBOSA, A. A., RODRIGUEZ, D. A., DE OLIVEIRA SANTANA, M.; SESTINI, M. F. Desertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000–2016. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 73, p. 197-206, 2018.

TRICART J. Oscillations et modifications de caractère de la zone aride en Afrique et en Amérique latine lors des périodes glaciaires des hautes latitudes. In: **Les changements de climat**, Paris: UNESCO, p. 415-418. 1963.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. Núcleos de desertificação no Polígono das Secas - nota prévia. In: UCB – UFPE, p. 69-73, 1971.

VENDRUSCOLO, J.; PEREZ MARIN, A. M.; DOS SANTOS FELIX, E.; FERREIRA, K. R.; CAVALHEIRO, W. C.; FERNANDES, I. M. Monitoring desertification in semiarid Brazil: Using the Desertification Degree Index (DDI). **Land Degradation & Development**, v. 32, n. 2, p. 684-698, 2021.

VIANA, M.; RODRIGUES, M. Um índice interdisciplinar de propensão à desertificação (IPD): instrumento de planejamento. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 30, n. 3, p. 264-294, jul.-set. 1999.

VIEIRA, R. M. D. S. P., SESTINI, M. F., TOMASELLA, J., MARCHEZINI, V., PEREIRA, G. R., BARBOSA, A. A., OMETTO, J. P. H. B. Characterizing spatio-temporal patterns of social vulnerability to droughts, degradation and desertification in the Brazilian northeast. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 5, 100016, 2020.

VIEIRA, R. M. D. S. P., TOMASELLA, J., BARBOSA, A. A., MARTINS, M. A., RODRIGUEZ, D. A., REZENDE, F. S., SANTANA, M. D. Desertification risk assessment in Northeast Brazil: Current trends and future scenarios. **Land Degradation & Development**, v. 32, n. 1, p. 224-240, 2021.

VIEIRA, R. M. D. S. P. **Identificação de processos de desertificação no Polígono das Secas do Nordeste Brasileiro**. Recife: SUDENE, 1978a.

VIEIRA, R. M. D. S. P. **Metodologia para identificação de processos de desertificação: manual de indicadores**. Recife: SUDENE, 1978b.

VIEIRA, R. M. D. S. P. **O deserto brasileiro**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1974.

VIEIRA, R. M. D. S. P. **Processos de desertificação no Nordeste do Brasil: sua gênese e sua contenção**. Recife: Sudene, 1983.

VIEIRA, R. M. D. S. P. **Desertificação no Nordeste brasileiro**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFPE. s/d, 2002.

World Wide Fund for Nature (WWF). **Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss**. Almond, R. E. A.; Grooten, M.; Petersen, T. (Eds). Gland, Switzerland: WWF. 2020.