



DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E PARAIBANO

Abordagens conceituais, metodologias e indicadores

Sérgio Murilo Santos de Araújo
Eduardo Rodrigues Viana de Lima
(Organizadores)

E-BOOK



Sérgio Murilo Santos de Araújo
Eduardo Rodrigues Viana de Lima
(Organizadores)

DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E PARAIBANO



Abordagens conceituais, metodologias e indicadores

E-BOOK



Paulo Afonso-BA

2019

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECOLOGIA HUMANA



Rua Campos Sales, 180, Cleriston Andrade.
CEP: 48.606-500 Paulo Afonso - Bahia
CNPJ: 21.200.341/0001-80
Contatos: 75.99217 6860
E-mail: editora.sabeh@gmail.com

Revisão:

Rubervânio Lima

Diagramação e capa:

Rubervânio Lima (Ed. Oxente)

Catálogo na publicação (CIP)
Ficha Catalográfica

Araújo, Sérgio Murilo Santos de, e Lima,
Eduardo Rodrigues Viana de, (Orgs.)
AR663e **Desertificação no semiárido brasileiro e paraibano:
abordagens conceituais, metodologias e indicadores**
/Sérgio Murilo Santos de Araújo e Eduardo Rodrigues Viana
de Lima, organizadores. Paulo Afonso/BA: SABEH, 2019.

150 p.; il.

ISBN: 978-85-5600-047-7

1. Terras áridas e semiáridas/Desertificação
2. Semiárido
3. Metodologias de ensino - I. Título

CDD: 333.73

E-BOOK

CONSELHO EDITORIAL DA SABEH

Brasil:

- Dr. Juracy Marques (UNEB/PPGECOH)
Dr. Alfredo Wagner Berno de Almeida (UFAM/PPGAS);
Dr. João Pacheco de Oliveira (UFRJ/Museu Nacional);
Dra. Maria Cleonice de Souza Vergne (CÁAPA/PPGEcoH/UNEB);
Dra. Eliane Maria de Souza Nogueira (NECTAS/PPGEcoH/UNEB);
Dr. Fábio Pedro Souza de F. Bandeira (UEFS/PPGEcoH);
Dr. José Geraldo Wanderley Marques (UNICAMP/UEFS/PPGEcoH);
Dr. Júlio Cesar de Sá Rocha (PPGEcoH/UNEB);
Dra. Flavia de Barros Prado Moura (UFAL);
Dr. Sérgio Malta de Azevedo (PPGEcoH/UFC);
Dr. Ricardo Amorim (PPGEcoH/UNEB);
Dr. Ronaldo Gomes Alvim (Centro Universitário Tiradentes–AL);
Dr. Artur Dias Lima (UNEB/PPGECOH);
Dra. Adriana Cunha – (UNEB/PPGECOH);
Dra. Alpina Begossi (UNICAMP);
Dr. Anderson da Costa Armstrong (UNIVASF);
Dr. Luciano Sérgio Ventim Bomfim (PPGEcoH/UNEB);
Dr. Ernani M. F. Lins Neto (UNIVASF);
Dr. Gustavo Hees de Negreiros (UNIVASF/SABEH);
Dr. Carlos Alberto Batista Santos (PPGEcoH/UNEB);
Dr^a Maria do Socorro Pereira de Almeida (UFRPE)

Internacional:

- Dr. Ajibula Isau Badiru – NIGÉRIA (UNIT);
Dr. Martín Boada Jucá – ESPANHA (UAB);
Dra. Iva Miranda Pires – PORTUGAL (FCSH);
Dr. Paulo Magalhães – PORTUGAL (QUERCUS);
Dr. Amado Insfrán Ortiz – PARAGUAI (UNA);
Dra. María José Aparicio Meza – PARAGUAI (UNA);
Dr. Luca Valera - CHILE (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE).

COMITÊ CIENTÍFICO

- Lutiane Queiroz de Almeida (DG/UFRN)
Oswaldo Girão da Silva (DCG/UFPE)
Valéria Raquel Porto de Lima (DG/UEPB)
Saulo Roberto de Oliveira Vital (CERES/UFRN)

AGRADECIMENTOS

Os organizadores agradecem a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) por terem acolhido o pedido de Estágio Pós-Doutoral do primeiro organizador e a UFPB pela cessão de seus espaços para realização da pesquisa que resultou em parte do presente livro, decorrente do projeto *“Índices de Degradação das Terras Secas para a Região Semiárido brasileiro na Paraíba: Construções teóricas, metodológicas e aplicadas”*. Também agradecemos aos autores e autora dos outros capítulos que compõem este livro e que contribuiram para colocar o livro no nível de discussões que o tema merece.

Campina Grande-PB, 5 de junho de 2019.

Os organizadores.

ORGANIZADORES E AUTORES

SÉRGIO MURILO SANTOS DE ARAÚJO

Doutor pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Graduado e Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor da Unidade Acadêmica de Geografia, Centro de Humanidades – CH – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

EDUARDO RODRIGUES VIANA DE LIMA

Pós-doutorado pela Universidade de Sevilha (US/Espanha), Doutor pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Mestre pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Graduado em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Professor do Departamento de Geociências, Centro de Ciências e Tecnologia - CCT - Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Bolsista de produtividade em Pesquisa do CNPq.

AUTORES E AUTORA (CONVIDADOS)

JEMISSON MATOS DOS SANTOS

Doutor pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Graduado e Mestre em Geografia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Professor da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

HIGOR LINS DA COSTA

Graduado em Geografia pela UFCG e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ensino Superior do Seridó – CERES/UFRN.

RICARDO SCHIMIDT FILHO

Doutor em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Graduado em Ciências Econômicas e Mestre em Economia (UFPB). Professor da Unidade Acadêmica de Economia, Centro de Humanidades – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

RICELLI CÍNTHYA LOPES GOMES

Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Sumário

APRESENTAÇÃO	11
1. INTRODUÇÃO: QUESTÃO AMBIENTAL E DESERTIFICAÇÃO <i>Sérgio Murilo Santos de Araújo</i>	13
2. INDICADORES DE DESERTIFICAÇÃO: UM OLHAR CALEIDOSCÓPICO DESDE O CONTEXTO CIENTÍFICO INTERNACIONAL E NACIONAL <i>Jémison Mattos dos Santos</i>	18
3. SEMIÁRIDO BRASILEIRO E DESERTIFICAÇÃO <i>Sérgio Murilo Santos de Araújo</i> <i>Eduardo Rodrigues Viana de Lima</i>	55
4. A PARAÍBA, O SEMIÁRIDO PARAIBANO E A DESERTIFICAÇÃO <i>Sérgio Murilo Santos de Araújo</i> <i>Eduardo Rodrigues Viana de Lima</i>	63
5. DESERTIFICAÇÃO: UMA ANÁLISE SOCIOECONÔMICA DA MESORREGIÃO PARAIBANA DA BORBOREMA (1990-2010) <i>Ricelli Cíntilya Lopes Gomes</i> <i>Ricardo Schmidt Filho</i>	90
6. AVALIAÇÃO TEMPORAL DA DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CUITÉ-PB: INDICADORES ANTRÓPICOS E NATURAIS <i>Hígor Lins da Costa</i>	121

APRESENTAÇÃO

A questão ambiental, como ficou conhecida o debate sobre as ações da sociedade no meio ambiente, tomou maior impulso na virada dos anos 1950 para os anos de 1960. Notadamente a Conferência de Estocolmo em 1972, sobre o meio ambiente humano, marca o auge de uma tomada de consciência sobre a ação do homem nas mudanças ambientais globais. Os problemas ditos ambientais chamaram atenção porque refletiam sobre a base dos recursos naturais, comprometendo a sobrevivência das sociedades em níveis locais, regionais e globais.

A degradação do ambiente pelas atividades humanas sempre vem à baila, devido às mudanças na capacidade de suporte dos ecossistemas. A desertificação, entendida como um fenômeno complexo de degradação, é o tema mais abordado nas questões de ordem ambiental relacionado aos ambientes das terras secas. Estas compreendem as áreas da superfície terrestre que apresentam climas áridos, semiáridos e subúmidos secos. Uma característica fundamental das terras secas são os índices pluviométricos baixos, normalmente abaixo dos 800 mm de média anual, apresentando-se sempre como quantidades variáveis e mal distribuídas no espaço e no tempo e em áreas que apresentam o fenômeno das secas.

O presente livro aborda a desertificação, com ênfase na região do Semiárido Brasileiro e na Paraíba. Aqui são discutidos o conceito de desertificação, as metodologias e os indicadores utilizados para medir ou avaliar a desertificação, assim como são aplicados a algumas áreas do Semiárido Brasileiro em capítulos apresentados no livro.

O objetivo do livro foi reunir alguns estudos para abordar a desertificação no Semiárido Brasileiro, buscando atualizar e retomar a discussão do tema tão pertinente e inesgotável ao conhecimento científico e aos programas ou planos governamentais no nível mundial e brasileiro.

Campina Grande, 05 de junho de 2019.

Os organizadores.

1. INTRODUÇÃO: QUESTÃO AMBIENTAL E DESERTIFICAÇÃO

Sérgio Murilo Santos de Araújo

A década de 1970 ficou marcada no cenário mundial por vários aspectos com destaque às questões ambientais, sobretudo devido às repercussões do movimento ambiental e como resultado de diversos estudos e documentos, como exemplos o Relatório do Clube de Roma e culminando com a Conferência de Estocolmo, em 1972. Neste momento da história humana, vai ficando mais evidente a preocupação com os recursos da terra, de sua condição de serem finitos e da capacidade do homem em comprometer a disponibilidade destes recursos.

Na virada do século XIX para o XX, a ideia do triunfo da ciência e das técnicas sobre os limites da produção econômica de bens e serviços para suprir as necessidades humanas, colocara a sociedade numa nova era de confiança exacerbada no futuro. Anteriormente a esse momento, Malthus (1798) chamava atenção para o descompasso entre o rápido crescimento populacional e o menos rápido processo de produção dos meios de subsistência (BUSRTYN e BUSRTYN, 2005).

O século passado (XX) pode ser caracterizado como um período histórico de expansão, seja no campo do crescimento populacional, que vinha aumentando desde o século XVIII, seja na produção, nos mercados, no consumo, dos conflitos e do conhecimento. Parecia não haver limites (BUSRTYN e BUSRTYN, op. cit.).

Monteiro (2015) chama a atenção para a virada dos anos 1960-1970 no processo de mudanças sociais e ambientais, batizando o período entre 1968 e 1973 como a **culminância** deste processo. O autor toma como marcos deste período a chegada do homem à Lua, em 1969, como símbolo do enorme avanço tecnológico, o Simpósio da Unesco em Paris de 1968, e a Conferência de Estocolmo de 1972,

que servem como marco inicial da questão ambiental e também a crise do petróleo de 1973, que vem reforçar os limites do planeta, em fornecer recursos para uma sociedade baseada no consumo.

A Terra abrange um conjunto de ecossistemas bem variados e sujeitos a processos peculiares. Sabe-se que os recursos naturais da Terra são finitos, frágeis e não renováveis.

Por terra, pode-se entender o meio físico ambiental e social, que incluem o **solo**, que é relevante principalmente para a agricultura e pecuária, no sentido de fonte de produção de alimentos para a sociedade e para os seres vivos; **a cobertura do solo**, importante para o meio ambiente; e as **paisagens**, que são um importante componente do habitat e do bem-estar humanos. Além de formar uma base para os sistemas de apoio à vida animal e vegetal e para a produção agrícola, a terra desempenha relevante papel na preservação da biodiversidade, regula o ciclo da água, no armazenamento e na reciclagem do carbono e em outros serviços ambientais. (FAO, 1995a; WOOD, SEBASTIAN e SCHERR, 2000 apud IBAMA, 2004).

A degradação das terras, e dos solos como principal componente na produção agropecuária, assume importância relevante para a sociedade, dada a sua função em se constituir a base das atividades humanas, sendo responsáveis pela produção de matérias-primas para a agroindústria, na produção de alimentos e sustento das populações.

As perdas de solos por erosão, pelo empobrecimento e alteração de suas características edáficas (redução de nutrientes/fertilidade, salinidade, degradação), são colocadas como preocupação de governos em níveis internacionais e nacionais e dos pesquisadores de diversos campos de estudos que tratam da temática do meio ambiente. Nas áreas consideradas como ecossistemas vulneráveis, um dos problemas de maior destaque e alvo de ações nas últimas décadas tem sido o processo de desertificação.

A degradação das terras é um fenômeno que reduz as condições de produtividade dos ecossistemas, principalmente relacionados

à fertilidade do solo, a cobertura vegetal e os recursos hídricos. A desertificação pode ser entendida como um caso extremo de degradação (LANCHIM et al., 2016).

O termo desertificação representa o “processo de degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de diversos fatores, como as variações climáticas e as atividades humanas” (UNCCD, 1995, p. 7, apud LANCHIM op. cit.).

Conjuntos de indicadores ou sistemas de indicadores têm sido utilizados para medir ou analisar diferentes processos em sistemas ambientais (ou naturais) e humanos, como são os casos do Produto Interno Bruto - PIB (econômico), Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, Pegada Ecológica, Pegada Hídrica, Barômetro da Sustentabilidade, índices de degradação ambiental, índices biofísicos (Índice de Vegetação por diferença normalizada - NDVI, albedo, textura e estrutura do solo, quantidade de matéria orgânica do solo e etc.) entre outros. Todos indicadores ou índices servem de maneira geral para avaliar a ação humana sobre o ambiente, o sistema econômico e também para avaliar a qualidade de vida das populações (ARAÚJO e LIMA, 2017).

Os índices podem ser classificados, de acordo com sua utilização ou finalidade, em índices ou indicadores econômicos, sociais, ambientais (biofísicos) e mistos (ou complexos). Geralmente se utilizam os mais complexos ou mistos, uma vez que as pesquisas buscam abarcar a sociedade e o ambiente em que vive as populações e suas atividades. Para a Geografia interessa a espacialização dos diversos fenômenos, e para isso servem os mapas que mostram como se distribuem os fenômenos físicos, biológicos e humanos, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo.

Ao abordar temas como a desertificação e a escassez de recursos hídricos no Brasil, logo se pensa na Região do Semiárido Brasileiro - RESAB. Geralmente se pensa no Nordeste brasileiro como área de abrangência do processo de desertificação, porque é nesta região

onde se localizam as áreas com maior suscetibilidade ao processo e também porque as secas são um fenômeno que frequentemente assola a região.

Grande parte dos trabalhos apresentados neste livro têm origem no seguinte questionamento: **Qual é a situação em que se encontram as subregiões e os municípios atingidos pelo processo de desertificação/degradação das terras na região Semiárido Brasileiro – SAB e entorno?**

Outras questões também nortearam as pesquisas desenvolvidas pelos autores, como as seguintes:

- Como tem sido mensurado e avaliado o processo de desertificação nas áreas susceptíveis ao processo de desertificação no Brasil?
- Em que áreas ocorrem o processo de degradação das terras (qual a sua espacialização)?
- Que fatores naturais (indicadores biofísicos), sociais e econômicos estão associados à desertificação?
- Como tem sido avaliada a vulnerabilidade dos grupos sociais à desertificação e à seca?

O objetivo deste livro foi de contribuir com os estudos sobre desertificação, especificamente na região Semiárido Brasileiro (SAB). E abordar essa temática só pode ser possível numa perspectiva integrada, dentro da relação sociedade-natureza, uma vez que a degradação ambiental se realiza através do modo como a sociedade (homem) produz bens e serviços a partir dos recursos retirados da natureza.

Referências

ARAÚJO, S. M. S; LIMA, E. R. V. de. Desertificação e Semiárido Brasileiro: Índices e indicadores biofísicos e socioeconômicos. **Mnemosine Revista**, Campina Grande, vol. 8, n 4, p. 397-422, 2017.

BUSRTYN, Maria augusta; BUSRTYN, Marcel. Desenvolvimento sustentável: biografia de um conceito. In: **Economia, meio ambiente e comunicação**/Elimar Pinheiro do Nascimento e João Nildo S. Viana (organizadores). Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Relatório perspectivas do meio ambiente mundial. **Estado do meio ambiente e retrospectivas políticas: 1972-2002**. PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2004. Disponível em: <http://www.wwiuma.org.br/geo_mundial_arquivos/r>. Acesso em: 01 de jan., 2016.

LANCHIM, M. et al. Assessment of land cover change and desertification using remote sensing technology in a local region of Mongolia. **Advances space in Research**, v. 57, p. 64-77, 2016.

MONTEIRO, Carlos Augusto F. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: Monteiro, Carlos Augusto F. e Mendonça, Francisco. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2015. p. 9-68.

2. INDICADORES DE DESERTIFICAÇÃO: UM OLHAR CALEIDOSCÓPICO DESDE O CONTEXTO CIENTÍFICO INTERNACIONAL E NACIONAL

Jémison Mattos dos Santos¹

1. Introdução

Esse texto emerge da intenção do autor de compartilhar algumas reflexões fundamentais a respeito do processo de desertificação - os indicadores. Almejamos despertar o interesse sobre este tipo de abordagem e, oxalá, instigar a produção de outros estudos diante da envergadura do tema no contexto científico mundial (Década Mundial de Combate à Desertificação - 2010 a 2020). A temática, também, foi pensada diante da emergência da implementação de ações certas para testilhar à desertificação no NE brasileiro.

Por tudo isso, apresentamos uma composição textual expositiva-argumentativa inserida em uma perspectiva caleidoscópica (noção de encadeamento que também atende uma sequência temporal), ou seja, a cada momento expomos combinações complexas, multifacetadas e aspectos sempre cambiantes, conjunto de ideias articuladas a partir de alguns pontos de interesse em particular.

Aspiramos também disponibilizar uma coleção de obras científicas importantes, ao nosso ver, como referências para um posterior mergulho nos dois supracitados assuntos.

Apressadamente para início de conversa, colocam-se ideias que apontam para a contextualização de um dos maiores problemas de degradação ambiental do Planeta, com um recorte espacial no

1. Geógrafo. Prof. Dr. e Coordenador do Laboratório GEOTRÓPICOS do Depto. de Ciências Humanas e Filosofia da Universidade Estadual de Feira de Santana – DCHF. Membro do Programa Internacional GLOBAL LAND PROGRAMME – GLP (An interdisciplinary community of science and practice fostering the study of land systems and the co-design of solutions for global sustainability. E da Rede WATERLAT-GOBACIT (is an inter - and transdisciplinary network for teaching, research and practical action on the politics and management of water). e.mail: jemisons@uefs.br.

Semiárido Brasileiro (SAB).

Nesta trama textual, anuncia-se outro significado para a desertificação, alicerçado em um novo enredo, caso particular no Centro-Norte da Bahia, que denominamos Desertificação Cárstica em Clima Semiárido (KARST DESERTIFICATION SEMIARID CLIMATE – KDSC), ou seja, de forma mais direta - Desertificação em Carste.

Aspira-se na esteira desta discussão ampliar a compreensão do que é um indicador e qual o seu valor, consubstanciado em trabalhos científicos internacionais e nacionais, que nos dá lastro para definir e avaliar os indicadores, articulando conceitos, princípios, também, por meio de listas e um quadro autoral de indicadores-chave de situação e desertificação utilizados em duas áreas-piloto na zona rural de Campo Formoso-BA; indicadores estes que seguramente podem ser replicados em outras áreas do SAB.

Um dos objetivos principais deste artigo é chamar à atenção para a necessidade da utilização de indicadores de situação e desertificação, visando a criação futura de um sistema de avaliação, que se constitui a mola mestra para o monitoramento da desertificação em médio e longo prazo.

2. Desertificação no Semiárido Brasileiro

O clima do Nordeste Brasileiro é semiárido, caracterizado por um Clima Tropical que varia de semiárido a seco e subúmido a seco, com chuvas de verão e estação seca no inverno, sem excedentes hídricos. Tem-se secas sazonais e uma distribuição errática da precipitação anual. Enchentes avassaladoras e repentinas também acometem esse espaço-território singular e diverso.

Quanto à questão dos períodos secos prolongados no Nordeste, deve-se também considerar nas análises o efeito das anomalias atmosférico-ocênicas associado, a escala global (ENOS). Uma vez que tal fenômeno impossibilita o avanço do sistema frontal

(frentes frias) e gera condições para a ocorrência das secas (GRIMM, 2004; UVO,1989; KOUSKY, 1979).

De início, com a etapa de colonização e o paulatino processo de uso e ocupação do território nordestino, a partir dos séculos XVI, XVII e XVIII, deram-se as principais intervenções socioprodutivas e/ou espaciais, que produziram transformações do substrato vegetal original, via exploração-expropriação dos recursos naturais e dos sujeitos territoriais. Com destaque para atividades agropecuárias, madeireiras, mineradoras, dentre outras. Atualmente, se evidencia uma pressão efetiva sobre as poucas áreas ainda conservadas, que a priori, possivelmente representam as condições originais da cobertura vegetal.

Desde que se iniciou o referido processo de ocupação da região NE, e exploração dos seus sistemas físico-naturais por meio das atividades socioeconômicas, a expressão “deserto” ainda tem sido o registro para aqueles espaços desprovidos de natureza, sem água, quase inabitados, uma espécie de fim de mundo, vulgarmente falando!

Entretanto, não somente os aspectos climáticos servem de referências, pois devido à complexidade deste processo complexo, evolutivo e em espiral, outros atributos colocam esta região propensa à desertificação. Algumas das mais significativas são: um conjunto pedológico que apresenta expressiva fragilidade natural (pobres e maior erodibilidade); relevo marcado por amplitudes altimétricas e declividades elevadas; subtração de extensas áreas das Caatingas, fruto de atividades socioprodutivas degradantes, a exemplo de desmatamento indiscriminado e atividades mineradoras; superexploração dos recursos de água doce; destruição/desestruturação do modo de vida camponês (agricultura de subsistência); concentração fundiária; ausência de sistemas de conservação de água e solos.

As terras do SAB foram historicamente deterioradas pelo uso e ocupação descontrolados e, também, por conta da ausência ou inexpressivas ações de planejamento ambiental/territorial e o manejo de solo e água quase inexistentes.

De modo que delinea-se um quadro de aspectos e impactos ambientais negativos que induziu/ou exacerbou a ocorrência das secas, da salinização e esterilização dos solos, a carência financeira e educacional, por conseguinte, estas terras se tornarão degradadas como resposta ao Risco Composto de Desertificação (RCD) – atividades agropecuárias intensivas (p.ex: uso de agrotóxicos, sobrepastoreio, barramentos sem controle técnico, e construção de canais) secas, inundações, coivaras, nível educacional incipiente e tecnológico precário, desatualizado.

É nos solos onde primeiro o agricultor percebe a perda de qualidade (sinônimo de terra cansada, fraca), ou seja, os solos encontram-se em vias de degradação e manifestam processos erosivos acelerados e, possivelmente, mais susceptíveis à desertificação. Não se deve esquecer da problemática que atinge os rios e lençóis freáticos (redução da quantidade e da qualidade da água), questão estratégica devido ao cenário de escassez hídrica e aumento da demanda de água doce no Brasil e no mundo, para suprir as necessidades humanas, agrícolas e industriais.

Constitui-se, então, um conjunto de variáveis acima mencionadas, que são utilizadas nos diversos trabalhos científicos e nos municia de indicadores (a saber), para precisar de forma mais criteriosa a condição atual da desertificação e dos riscos potenciais deste processo que é notadamente desafiador.

3. Desertificação: um processo complexo, evolutivo e em espiral descendente

Para abordar precisamente a matéria dos indicadores, nos parece imprescindível designar a desertificação, sob outra ótica, ou seja, um outro significado, instruído por Santos (2016, p. 391)

A Desertificação se constitui um processo complexo, evolutivo, em espiral, 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 um período superior há 30 anos.**

No qual, **as causas humanas determinantes são locais e assumem uma forte interdependência com os arranjos produtivos locais, regionais** dinamizados por fatores políticos, econômicos, climáticos e culturais que se interpenetram em múltiplas escalas, que vai desde local até alcançar o global. Devendo **ser representado como uma espiral complexa descendente a partir da perspectiva diacrônica do uso e ocupação das terras**, que induz a **minoração da sustentabilidade do complexo geoambiental** (SANTOS, 2016, p. 391).

O autor, também, chama a atenção para o **jogo de escalas** (a política de escalas), “[...] a compreensão de sua natureza perpassa [...] por subsumir a multiplicidade de escalas temporais e espaciais possíveis de interação [...]”, para auxiliar a apreensão dos **indicadores de situação e desertificação**[...], numa totalidade considerada aberta” (Op. cit.).

Diante do conjunto de discussões levantadas a partir da pesquisa de Santos (2016, p. 208), sobre indicadores, “reafirma-se que **a Desertificação constitui um processo complexo, no qual a espiral de maior aridez, menor disponibilidade de nutrientes e perda da biodiversidade define sua consolidação**”.

Além disso, Santos (2016, p. 405 e 406) com o suporte da Análise Geoambiental Integrada (AGI) e dos indicadores, elaborou um novo significado para explicar o processo de desertificação, caso

particular na Bahia, que afeta diretamente o médio curso do rio Salitre, denominado pelo autor de **Desertificação Cárstica em Clima Semiárido** (*KARST DESERTIFICATION SEMIARID CLIMATE - KDSC*). Revela-se o **primeiro caso de ocorrência deste processo no Brasil e possivelmente na América Latina**.

A KDSC é um tipo especial de desertificação das terras dinamizada por meio de aspectos e impactos biofísicos, socioeconômicos energéticos e, por vezes, políticos, culturais e institucionais, que afetam o complexo e vulnerável sistema cárstico.

A KDSC se manifesta na zona rural do município de Campo Formoso-BA, **“uma área de aproximadamente 80 Km² - Afetada pela Desertificação (hotspot) -** Na qual, os setores mais críticos, são aqueles que margeiam o rio, ou seja, confirma-se o processo de **Desertificação em Carste - KDSC, tipo bastante particular também no Brasil e no mundo”** (Op. cit.).

As análises efetuadas sobre este fenômeno atuando em sistemas cársticos revelou que a perda de solo é diferente dos modelos convencionais. E uma das características da desertificação em carste é que o solo ou intemperismo da crosta desaparecem da superfície sem transporte físico de longa distância. De acordo com o rastejamento do solo, *scratches* ou traços de migração, ou seja, ocorre a perda de solo subsuperficial (ZHANG X, WANG S, 2007; ZHOU J. et al., 2012).

A desertificação em carste é bastante estudada no sudoeste da China, **mas em clima semiúmido**, a região mais afetada pela desertificação rochosa no mundo e, foi definida de *Karst Rocky Desertification (KRD)*² (Desertificação Rochosa do Carste – a tradução é nossa) (ZHANG et al., 2016). “A desertificação rochosa do Carste ocorre depois que a vegetação se deteriora como resultado do uso intensivo da terra, o que leva a perda severa de água e erosão do solo, expondo as rochas da base, criando uma paisagem rochosa” (Op. cit.).

Doravante, ao assumir um rol de variáveis socioeconômicas

2. Maiores informações consulte o artigo - *The challenge and future of rocky desertification control in karst areas in southwest China*, 2016.

e biofísicas, atributos físicos, químicos e/ou biológicos para serem avaliados por intermédio dos indicadores pavimenta-se um caminho mais sólido, que poderá comprovar a ocorrência ou inexistência do processo de desertificação em um dado espaço-território. Mas, para isso, é fundamental possuir domínio teórico-conceitual e metodológico de ambos os temas, ou seja, é preciso também definir claramente o que é o indicador, sua importância e os valores de referência que podem ser aplicados. É o que tentaremos fazer a seguir nos próximos tópicos do texto.

4. O que é um indicador de desertificação e qual sua utilidade?

A expressão indicador tem sua raiz no latim, que corresponde à palavra *indicare*, que é o mesmo que apontar, anunciar, estimar (HAMMOND et al., 1995). Os indicadores [...] também podem ser percebidos semelhante a um expediente que possibilita aclarar uma tendência ou fenômeno que não é prontamente descoberto (Op. cit.).

Um indicador de estado ambiental, tal como o estado desertificação, pode ser definido como: um fenômeno ou estatística tão estritamente associada a um determinado ambiente, condição de que a sua presença pode ser considerada como indicativo da existência dessa condição (MABBUTI, 1986, p. 115).

O referido autor complementa que para os indicadores essa definição,

[...] se atribui que eles são essencialmente de caráter consequencial, reflexo de um estado existente. E, diferem dos que possam ser convenientemente separados como preditores, o que pode indicar o grau de risco ou vulnerabilidade inerente à desertificação, ou risco de desertificação devido ao elemento adicional de pressão de uso da terra. [...] Níveis excessivos de pastoreio ou contínuas temporadas de chuva abaixo da média poderiam ser preditores, independentemente do atual estado da desertificação. Tais preditores são

muito relevantes para avaliação da tendência futura de desertificação” (idem).

Sobre à discussão acima que trata de risco, adiciona-se uma visão suplementar, a partir da pesquisa de Santos (2016), que é a noção de uma conjugação de riscos, ou seja, **Risco Composto de Desertificação (RCD)**, definido como:

A ocorrência de impactos múltiplos que convergem em uma determinada área ou comunidade. No qual as populações e os demais seres vivos vão se tornando cada vez mais vulneráveis, por exemplo, ao processo de desertificação, as alterações climáticas, as secas, ao stress hídrico, as enchentes, as ingerências políticas e econômicas, dentre outros (SANTOS, 2016, p. 401).

Um indicador também é definido como um meio encontrado para reduzir uma ampla qualidade de dados à sua forma mais simples, mantendo o significado essencial do que está sendo perguntado sobre o dado (OTT, 1978).

A Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico definiu indicador como sendo:

Parâmetro ou valor calculado, dando indicações ou descrevendo o estado de um fenômeno do meio ambiente ou de uma zona geográfica, que tenha alcance superior à informação diretamente dada pelo valor do parâmetro (OECD, 1993).

Como já explicitado os indicadores possibilitam sinalizar algo; conquanto não indicam apenas um estado ou comportamento negativo. Ao definir um indicador para a desertificação ele pode servir para anunciar a probabilidade de ocorrer o processo (particular para um período de tempo definido). Mas, também, é possível que não aconteça, por exemplo, um solo exposto pode ser entendido como indicador de desertificação, mas somente esse aspecto biofísico não

certifica que uma dada área apresente o fenômeno, por isso deve-se agregar outras variáveis (p.ex.: a aridez, a profundidade do solo, a inclinação da encosta, o processo de uso e ocupação).

Em alguns estudos analisados, a exemplo de Honardoust et al., (2011), notou-se que os pesquisadores da desertificação executam a agregação de inúmeros indicadores num **Índice**. Pois, isso possibilita que os diversos fatores sejam relacionados simultaneamente. O exemplo mais clássico se refere ao índice de aridez, onde são associadas as variáveis de precipitação e a evapotranspiração potencial.

Não obstante, cada vez mais verifica-se para os estudos sobre desertificação, que a tendência comum é conjugar indicadores variados, para gerar **Índices** (de vulnerabilidade, fragilidade, de qualidade ambiental). E, se observa que, quanto maior o número de variáveis combinadas, aumenta-se proporcionalmente o nível de exigência das tarefas, para realizar uma validação confiável.

Geralmente, os indicadores são desenvolvidos para ajudar pesquisadores simplificar, quantificar, analisar, comparar e comunicar a informação a diferentes níveis de sociedade sobre fenômenos complexos. Isto, a fim de reduzir o nível de incerteza no desenvolvimento de estratégias e ações relacionadas ao desenvolvimento e meio ambiente, para permitir uma melhor definição das prioridades urgentes (WINOGRAD, 1995).

Ao consultar a Convenção das Nações Unidas para Combate à Desertificação (UNCCD)/COP 9, observa-se que está colocada a importância e a prioridade de elaboração de indicadores (COP 9, 2009), que devem ser utilizados em planos de ação (combate) nacional e estadual.

Os planos de combate à desertificação nacional (PAN-BRASIL - 2005) e estadual (PAE-BAHIA - 2014) devem ser considerados documentos estratégicos, pelo poder público e pela sociedade em geral, para promover melhoria da condição ambiental diante do estado de degradação confirmado por ambos, principalmente das áreas rurais do NE brasileiro e da Bahia.

Salienta-se à utilização dos indicadores especialmente para acompanhamento e a gestão da CCD (Nações Unidas), para a geração, compartilhamento do mapeamento e monitoramento da desertificação, para os enlaces entre os recursos de comunicação e educação.

No contexto local, considero os indicadores ainda mais cruciais, uma vez que proveem um rol de informações sobre a vitalidade do complexo geoambiental³, contribuindo com a tomada de decisões, no tocante ao momento ideal para implementação de planos, programas, projetos de recuperação ambiental e/ou efetuar transformações em áreas prioritárias, que assegurem a estrutura adequada e o funcionamento integral dos sistemas de vida.

5. Um olhar caleidoscópico das referências desde o contexto científico, essencialmente, internacional

Diante do conjunto de pesquisas desenvolvidas no contexto mundial, alguns estudiosos se destacaram ao apresentarem suas listas de indicadores de desertificação, organizadas a partir do elenco de atributos, variáveis e grau de importância devido à natureza e contexto de cada estudo, bem como, sua escala de análise. Dentre os principais tem-se os trabalhos de Reining et al., (1978), Dregne (1983), Mabbutt (1986), Rubio & Bochet (1998), Enne et al., (1999).

Reining, em 1978, elabora uma das primeiras listas de indicadores, bastante citada em diversos artigos consultados, (Quadro 01). Na qual, estabelece uma classificação fundada em variáveis físicas, biológicas (ou agrícolas) e sociais.

3. Complexo Geoambiental é definido por Santos, J.M. dos (2015, p. 6709) como o “conjunto dos processos e inter-relações entre elementos e fatores que compõem o ambiente, envolvendo, além dos componentes físicos e bióticos, também os socioeconômicos, políticos, culturais e institucionais”.

Quadro 1 – Indicadores dos processos de desertificação de acordo com a natureza da variável.

Natureza da variável	Variável	Indicadores
Física	Solo	Profundidade efetiva, matéria orgânica, presença de crostas, ocorrência de tempestades de areia, salinidade e alcalinidade
	Água	Profundidade e qualidade da água subterrânea, extensão e persistência das águas superficiais, condições de drenagem – descarga e turbidez.
	Superfície do terreno	Reflectância – Albedo
Biológica (ou agrícola)	Vegetação	Cobertura, biomassa aérea, produtividade, distribuição e frequência de espécies relevantes
	Animais	Espécies relevantes, populações de animais domésticos, composição de rebanhos, produção
Social	Uso da terra e da água	Irrigação, agricultura dependente de chuvas, pastoreio, mineração, exploração de lenha e madeira, uso da água, turismo
	Modelo de Ocupação	Ocupação recente, ocupação em expansão, sedentarização, ocupação diversificada, área em processo de abandono
	Parâmetros Biológicos humanos	Índices de estrutura e demografia da população, índice de saúde pública, condições nutricionais da população.
	Parâmetros de processos sociais	Conflitos, migração, modelos de distribuição das terras, agricultura de mercado versus agricultura de subsistência

Fonte: REINING,1978 apud MABBUTT, 1986.

Dregne (1983) identificou duas classes de indicadores utilizados no monitoramento do processo de desertificação: 1a) aqueles que estão diretamente ligados ao processo da desertificação (p.ex.: a perda de solo por erosão); 2a) aqueles indiretamente ligados ao processo (p.ex.: o número de animais nos pastos).

Estes indicadores por sua vez podem ser de natureza qualitativa (exemplo, a presença de crostas ou de voçorocas nos solos), ou quantitativa (p.ex.: a profundidade efetiva e condutividade elétrica dos solos).

Um indicador direto - geralmente forma um elemento diagnóstico no conjunto inter-relacionado ou sistema de fenômenos que constituem especificamente a condição ambiental em questão. E os indicadores indiretos podem refletir interações secundárias ou consequentes dentro sistemas adjacentes relacionados ou abrangentes (DREGNE, op. cit.).

Deve-se, também, considerar fundamentalmente a questão espacial e temporal relacionada aos indicadores. No Quadro 02 são apresentados indicadores de processos de desertificação associado à sua escala de monitoramento.

Quadro 2 - Indicadores de desertificação: escala espacial de monitoramento

Escalas de monitoramento	Indicadores
Global	Albedo*, tempestades de areia, precipitação*, erosão, sedimentação e salinização do solo
Regional/internacional	Produtividade*, biomassa, clima*, nutrição*, salinização
Local/nacional	Produtividade*, qualidade de vida da população*, percepção humana do problema*

Fonte: Barry & Ford, 1977 apud Dregne, 1983. * Indicadores indiretos.

Um indicador de estado ambiental, tal como o estado desertificação pode ser definido como: um fenômeno ou estatística tão estritamente associada a um determinado ambiente, condição de que a sua presença pode ser considerada como indicativo da existência dessa condição (MABBUTI, 1986).

Rubio & Bochet (1998) em seu trabalho intitulado - Indicadores de desertificação como critérios de diagnóstico para a avaliação de risco de desertificação na Europa -, publicado no *Journal of Arid Environments*. No qual, discute-se a abordagem metodológica e analisa os indicadores-chaves, seleção e definição, procedimentos de medida ou para fazer estimativas, sensibilidade, escala de valores e interações. E enfatizaram a necessidade de utilização de indicadores para desenvolver um sistema de avaliação da desertificação. Além de revelar as vantagens e dificuldades de usar tal sistema de avaliação.

Os autores supracitados apontam que com os indicadores integrados e a informação sintetizada é possível prover dados relevantes sobre os níveis de limiar, *status* e evolução dos processos físicos, químicos, biológicos e antropogênicos. E, também, empenharam-se no desenvolvimento de técnicas de diagnóstico e monitoramento visando lograr êxito na avaliação do estado e tendência de desertificação (Op. cit.). É notório, nesse estudo, a tentativa exemplar elaborada com um certo grau de detalhe para definir indicadores-chaves de desertificação.

Camarda (1998), sinaliza que as mudanças na composição da vegetação é um dos principais indicadores da desertificação. Além disso, ele definiu indicadores biológicos que auxiliam para identificar a desertificação, estando associados à diminuição de fitomassa, da biodiversidade e da cobertura vegetal, etc.

Pinzari et al., (2000), em seu estudo, compara diferentes formas de pressão exercidas sobre o solo e os riscos de desertificação. Com isso, se estabeleceu o objetivo de testar os parâmetros de atividade microbiana e qualidade da matéria orgânica. No qual, foram investigados parâmetros físicos e químicos do solo, em oito áreas, perto de Roma, Itália, submetidos a pressão de uma série de processos degenerativos que aumentam o risco de erosão. Os processos degenerativos referem-se às mudanças de uso do solo induzidas por atividades humanas, a exemplo: da agricultura, do desmatamento/práticas de reflorestamento e manejo da paisagem.

Os resultados dessa pesquisa revelaram que solos com maior diversidade em superfície, apresentaram taxas de decomposição mais elevadas e uma maior quantidade de biomassa microbiana, com maior eficiência respiratória. Do que os solos das áreas com cobertura vegetal homogênea natural ou artificial. Apontam, também, nas conclusões que, a qualidade da matéria orgânica do solo e atividade da biomassa microbiana podem ser aplicadas como descritores do estado do solo dos sistemas naturais e como indicadores de degradação (*disturbance*).

Outro estudo que merece destaque, pois sua metodologia foi adaptada e aplicada vastamente em outras áreas do globo devido sua importância, é o projeto de pesquisa intitulado “MEDALUS”, Roxo & Casimiro (1999), Kosmas, et al., (2003), que objetivou a definição de áreas ambientalmente sensíveis (AES)⁴ ao processo de desertificação (KOSMAS et al., 1999). Trabalhou-se com um rol de indicadores-chave que caracteriza a desertificação frente aos fatores climáticos pedológicos, vegetacionais e de gestão. Esse conjunto de indicadores foi utilizado visando derivar um índice composto de desertificação. Todavia, uma das lacunas verificadas nesse projeto de investigação refere-se à ausência do uso e aplicação de indicadores socioeconômicos.

Recatala et al., (2002) também levantaram indicadores ambientais com objetivo de avaliar e monitorar a desertificação e sua influência na qualidade ambiental em ecossistemas mediterrâneos. A partir do projeto de pesquisa (*DESERTLINKS*)⁵ realizaram uma quantidade expressiva de entrevistas com o público estratégico em áreas afetadas pela desertificação, constituindo uma listagem com mais de 150 indicadores selecionados de desertificação⁶. Essa lista apresenta um rol de indicadores simples e indicadores-chave (indicadores simples, e a integração de vários aspectos em um sistema mais complexo), bem como índices compostos.

4. *Environmentally Sensitive Areas* (ESAs).

5. Visite website do *DESERTLINKS* em <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/index.htm>

6. Visite site para consultar listagem dos indicadores de cada país envolvido no projeto em <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/accessdis4me.htm>. DIS4ME online system (BRANDT and GEESON, 2005).

No documento PAN-BRASIL (2004) foi publicada uma lista de indicadores consensuados (Quadro 03), Programa de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca na América do Sul – *IICA/BID*, “no Brasil a Reunião de Especialistas em Indicadores de Desertificação, realizada em Brasília, em agosto de 2003” (Op cit, p. 155), identificou e consensuou um conjunto preliminar de indicadores físicos, biológicos, socioeconômicos e institucionais que explicam o fenômeno da desertificação. Esses indicadores estão citados no Anexo 7. Os indicadores socioeconômicos utilizados no Programa *IICA/BID* são os mesmos definidos pelo Programa da CEPAL, entretanto na reunião supracitada, estes foram ampliados, sendo adicionados indicadores específicos para saneamento (serviço sanitário), mortalidade infantil, escolaridade e estrutura fundiária.

Quadro 03 - Indicadores consensuados de desertificação

INDICADORES DE DESERTIFICAÇÃO	I M P O R T Â N C I A	A B R A N G Ê N C I A	COMO MEDIR
Densidade demográfica (urbana, rural)	1	N	hab/km ²
Taxa de migração líquida	2	N	$TM = (M / ((E+R)*N)) * 1000$
Taxa média de crescimento populacional anual	2	N	$(Pt1 - Pt2) - 1$
Estrutura da idade			$P (0 - 19 \text{ anos}) / Pt * 100$
PEA/GÊNERO	1	N	$P (20 - 59 \text{ anos}) / Pt * 100$
			$P (60 \text{ anos}) Pt * 100$
% de mulheres chefes de famílias	1	N	$(\text{Mulheres chefes de família} / \text{total famílias}) * 100$
Renda agrícola das famílias/renda total por famílias	1	N	$(\$ \text{ agrícola família} / \$ \text{ família})$
Autoconsumo%	1	L	$\$ \text{ autoconsumo} / \$ \text{ produção}$
Incidência de pobreza	1	N	IDH índice de pobreza

DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E PARAIBANO
Abordagens conceituais, metodologias e indicadores

Enfermidades maior incidência (veiculação hídrica)	1	N	nº de atendimento SUS
Saneamento (serviço sanitário)	1	N	% de residências rurais que possuem sanitários
Mortalidade infantil	1	L	Mortos até anos / 1000
Escolaridade	1	L	Média de anos na escola
Estrutura Fundiária	1	L	Distribuição de classes das propriedades
			Quantos Proprietários
			Coefficiente de GINI
INDICADORES INSTITUCIONAIS			
Controle estatal / Fiscalização			
Plano diretor			
Capacitação			
Associação municípios			
ONGS / OSCIP			
Conselhos			
Recursos orçamentários			
Marcos legais			
Integração programas			
Institucionalização			
INDICADORES CLIMÁTICOS			
Índice de Aridez			
Índice de Precipitação Padronizado			

Fonte: PAN-BRASIL, 2004. Na tabela acima: N = Abrangência Nacional e L = Abrangência Local.

Salvati et al., (2008), com o trabalho denominado, Integração de indicadores econômicos e ambientais na avaliação de risco de desertificação: um estudo de caso. Que buscou responder aos 05 objetivos propostos, a saber: (i) “revisão das descobertas recentes em termos de processos de desertificação e avaliação de risco na bacia do Mediterrâneo; (ii) ilustrar um modelo simplificado em que variáveis sociais e econômicas podem acelerar significativamente a degradação do solo levando à desertificação; (iii) sugerir um conjunto de indicadores demográficos, econômicos e institucionais adequados para

contribuir para a avaliação do risco de desertificação; (iv) Elaborar um índice sintético baseado numa abordagem multivariada; (v) comparar esse índice com um índice padrão de risco de desertificação referindo apenas as condições geo-físicas” (Op. cit., p. 129).

Entretanto, Salvati, ressaltou que a desertificação “é um fenômeno complexo que reduz a fertilidade do solo”, em países com dessemelhantes condições ecológicas e socioeconômicas, “que caracterizam o ambiente em diferentes escalas geográficas” (SALVATI, op. cit., p. 129).

Na Europa Mediterrânea, a elevada pressão humana, o desenvolvimento econômico, e as mudanças climáticas se combinam para produzir destruição das terras (perda, degradação), erosão do solo, salinização e risco de incêndio, todos considerados como fatores chaves para iniciar os processos de desertificação” (idem, p. 130).

Por muitos anos o termo desertificação tem sido estritamente associado as condições geo-físicas. Mas, em ecossistemas muito complexos, [...] o estudo da interação de padrões físicos com a população e as características sociais é necessário para melhor delimitar áreas em risco. (SALVATI et al., 2008, p.131). [...]

No entanto, tais processos são universalmente reconhecidos como importantes, a exemplo, de fatores socioeconômicos que são conhecidos por influenciar as maneiras na qual as bases de produção do território são afetadas e como a qualidade de vida não é posta em causa por extensão da pobreza. Mas, poucos estudos se aventuraram a traduzir esses processos em valores numéricos e ainda menos têm tentado ligá-los com outros indicadores ambientais. (Op. cit., p. 130 e 131).

Foram reconhecidos, por Salvati, 04 descritores-chave e apresentada uma listagem detalhando os indicadores: População (densidade humana, crescimento populacional, expansão urbana, degradação do solo); Turismo (pressão humana, gestão da água,

aumento da densidade); Agricultura (abandono da terra, envelhecimento do agricultor, irrigação não sustentável); Industrialização (poluição do solo, poluição da água, degradação do solo) (Op. cit, p. 131).

Kosmas (2014) desenvolveu um estudo focado na obtenção da definição das relações entre a degradação da terra e o risco de desertificação. E, também, na elaboração de instrumentos adequados para avaliar a eficácia das várias práticas de manejo da terra por meio de indicadores. Para avaliar quais indicadores são mais eficazes na avaliação do nível de risco de desertificação, foi aplicado, um total de 70 indicadores selecionados que possibilitem gerar informações relacionadas às características do ambiente biofísico, às condições socioeconômicas e gestão da terra.

O rol de indicadores foi definido em 1672 locais no campo, referente a 17 áreas de estudo, localizadas na região Mediterrânea, Europa Oriental, América Latina, África e Ásia. Com base em um banco de dados georreferenciados existente, as classes foram designadas para cada indicador e uma pontuação da sensibilidade à desertificação foi determinado para cada classe a partir de pesquisa existente. Os dados obtidos foram analisados para os vários processos de degradação do solo a nível da exploração.

A metodologia derivada foi avaliada usando indicadores independentes, tais como a medida da taxa de erosão do solo, o teor de matéria orgânica do solo. Com base em análise de regressão, o conjunto indicador recolhido pode ser reduzido para um certo número de indicadores eficazes que variam de 8 a 17, os vários processos de degradação. Os **mais importantes indicadores identificados que afetam a degradação da terra e desertificação** foram: sazonalidade, risco chuva, declividade, cobertura vegetal, taxa de abandono das terras, a intensidade do uso da terra e o nível de implementação das políticas⁷.

A desertificação tem sido e ainda é uma questão controversa. Nas décadas anteriores, isto foi em grande

7. O negrito e sublinhado é nosso.

parte devido à falta de um entendimento comum sobre "o que medir" e "como medi-lo". Na década de 1970, os indicadores de desertificação definidos são aqueles capazes de medir o avanço da deserto. Durante os anos 1980, a necessidade de uma abordagem geral e flexível para combater a desertificação tornou-se mais sensível. Desertificação de uma área vai prosseguir se certos componentes das terras foram degradados além dos limites específicos, levando a outra mudança irreversível (KOSMAS et al., 1999, p. 952).

Ressalva-se que, “indicadores de desertificação podem demonstrar que a desertificação já alcançou seu ponto final quando o solo se torna improdutivo irreversivelmente” (Op. cit., p. 952).

No entanto, é geralmente mais significativa a utilização de indicadores do que tentar interpretar grandes quantidades de pedaços individuais de dados. A identificação de indicadores verdadeiramente válidos irá assegurar algo a mais; a utilização eficaz dos dados limitados fornecidos por sistemas de monitoramento, bem como dos recursos alocados. Os indicadores mais úteis, no entanto, são aqueles que indicam o potencial risco de desertificação, enquanto ainda há tempo e espaço para medidas corretivas (Idem, p. 952).

Kosmas et al., (2014, p. 969) concluiu em seu estudo que:

[...] uma cuidadosa seleção de indicadores pode ser usada para avaliar o risco de desertificação em áreas propensas a este tipo de degradação do solo. O risco de desertificação pode ser avaliado utilizando ambos os indicadores relacionados com o ambiente biofísico, que não pode ser facilmente alterado por práticas de gestão da terra ou características agrícolas e institucionais que estão relacionados com as ações humanas [...].

E, que há relativamente poucos indicadores importantes para cada processo ou causa de degradação do solo relacionados às ações humanas, que podem ser alterados para reduzir o risco de desertificação.

Não obstante, considera-se que uma parte expressiva dos estudos internacionais consultados sobre indicadores, de modo geral, assumem uma perspectiva global, bem como associam as condições em ambientes de pastagem nativas ou cultivadas. Aliás, as áreas pesquisadas têm poucas ligações do ponto de vista socioeconômico e cultural com as realidades do semiárido nordestino, baiano. Uma vez que as investigações foram desenvolvidas primordialmente no continente Europeu.

6. Um olhar caleidoscópico das referências desde o contexto científico estritamente nacional

Ao se debruçar sobre a literatura brasileira, é possível afirmar seguramente que Vasconcelos Sobrinho dá o pontapé inicial para os estudos de indicadores de desertificação no Brasil.

Vasconcelos Sobrinho (2002), referenciado na pesquisa de Reining (1978), elaborou uma listagem composta por um total de 34 indicadores, que foram enquadrados em 06 categorias, a saber: físicos (8), biológicos agrícolas (8), uso da terra (6), assentamento das populações (4), biológicos humanos (3) e de processo social (5). Porém, constatou-se que parte do conjunto proposto foi claramente explicitado e a outra parte os indicadores foram somente apontados, sem maiores explicações.

Além do mais, foi verificada a dificuldade de entendimento em relação há alguns indicadores, que seriam passíveis de serem mensurados ou avaliados, bem como não houve aplicação da sua lista supracitada, para construção de índices ou para mensurar a vulnerabilidade ou sensibilidade ao processo de desertificação.

Desse rol de indicadores, 03 possuem ligação direta com os solos (profundidade, presença de crostas e matéria orgânica) e outros 06 com a cobertura vegetal (área coberta com vegetação, albedo, cobertura vegetal, biomassa acima da superfície, corte da cobertura vegetal, espécies vegetais chaves) e apenas 02 com o recurso água

(sedimento e turbidez nas águas). Os indicadores restantes não foram contemplados aqui, pois não são significativos nesta ocasião para o escopo do texto.

Ferreira et al., (1994), apresentou um outro estudo de destaque, no qual sugere 19 indicadores de desertificação e espacialmente adotou como unidade de análise à microrregião. Foram estes classificados como presentes ou ausentes. Para aqueles indicadores considerados como presentes se deve realizar um cálculo de adição, que possibilitará gerar um índice para avaliar o grau de desertificação.

Diferentemente do estudo de Vasconcelos Sobrinho (2002), percebeu-se que a totalidade do rol de indicadores foram discutidos com maior precisão. Do total apresentado observa-se que quase metade foram associados com fatores da produção animal, por exemplo: pecuarização, presença de bovinos, presença de caprinos, presença de ovinos, área com agricultura, tratores por área, defensivos agrícolas. E, alguns outros relacionados ao solo: (presença de erosão, perda de fertilidade do solo).

Viana e Rodrigues (1999) desenvolveu um índice de propensão a desertificação para os municípios cearenses, usando um total de 46 indicadores, divididos em quatro grupos: naturais (7), agrícolas e econômicos (25), demográficos (5) e sociais (9). Se notou que o tratamento matemático aplicado aos indicadores foi bastante sofisticado.

As variáveis foram quantificadas e divididas pelo respectivo valor estadual, tornando-se relativas, adimensionais e padronizadas. Os dados dos municípios foram submetidos a uma análise fatorial, construindo assim um índice interdisciplinar classificatório.

Como exemplo, são exibidos aqui, os 09 indicadores agrícolas selecionados, ligados à produção animal: área antropizada; densidade de bovinos; densidade de caprinos; densidade de ovinos; área com pastagens naturais; valor pecuária/agricultura; tratores por área; uso de fertilizantes; área explorada/área aproveitável.

Estes autores acima mencionados classificaram os municípios

do Ceará em 06 níveis de suscetibilidade à desertificação, tais como: grave, muito forte, forte, moderado, fraco, e muito fraco, produzindo então um índice de propensão à desertificação. Em relação ao tal índice sinalizam que, na construção de um índice de propensão à desertificação não é necessário fazer distinção entre causas e efeitos. É possível que se analise esse aspecto; mas, o alvo principal é desvendar apenas a existência e o grau relativo de progresso do fenômeno.

Em 2001, foram elaborados dois importantes trabalhos, utilizando diferentes abordagens. Lemos (2001) desenvolveu o índice de degradação, a partir de uma estatística aplicada que envolveu um número de indicadores relativamente pequeno: 1) cobertura vegetal; 2) mão de obra por unidade de área de lavoura; 3) mão de obra por unidade de área de pecuária; 4) produtividade agrícola; 5) produtividade pecuária.

E, o pesquisador Matallo Júnior (2001), apresentou uma proposta de um sistema básico de indicadores de desertificação (versão resumida) compilados do trabalho original de Schenkel & Matallo Júnior (1999). Na qual, “a finalidade desta proposta é contribuir para uniformizar os procedimentos de identificação e monitoramento dos processos de desertificação na região Latino-Americana” (MATALLO JÚNIOR, 2001, p. 97) (ou seja, na Argentina, Bolívia, Brasil, Chile e Peru). O autor explicita, que:

Os indicadores propostos não são voltados para estudos de natureza acadêmica sobre os processos de desertificação, mas, ao contrário, têm um caráter prático com vistas à identificação desses processos e a formulação das políticas para seu controle (idem). nas cidades de Antígua e Barbuda, em 1998, essa listagem foi utilizada como referência para o secretariado e apresentada na IV Reunião Regional da América Latina e Caribe (RRALC). Merece destaque alguns avanços alcançados, pois segundo avaliação de estudiosos, houve aprimoramento dos

indicadores, pois foram incluídos aspectos outros, tais como: unidade de medida, método de avaliação, periodicidade de medição (Op. cit., p. 44).

Outra questão relevante se refere à subdivisão de um conjunto básico, proposta em 02 grupos, **os indicadores de situação e de desertificação** - “nesse grupo figuram aqueles indicadores que podem identificar o fenômeno em nível **ambiental**, isto é, os relativos a vegetação, solos e recursos hídricos” (Op. cit., p. 47). Com isso, surge uma outra classificação, a saber:

- **Indicadores de situação:** climáticos, socioeconômicos, sociais;
- **Indicadores de desertificação:** indicadores físicos, biológicos, agrícolas.

Chama-se à atenção para a citação acima sublinhada (o grifo, negrito é nosso), uma vez que o autor utiliza o termo **“ambiental”**; o qual se mostra restrito apenas ao meio físico-natural. Aspecto que destoa do nosso entendimento, pois, de modo geral, definimos a expressão ambiente como o palco de relações entre homem, sociedade e natureza (interagindo mutuamente).

Sinteticamente Matallo (1999) desenvolve um trabalho exemplar, de referência ao desenvolver uma classificação através de artifícios de identificação e monitoramento dos processos de desertificação, ou seja, observou-se uma acertada proposição metodológica, que congrega os Indicadores de Situação e Desertificação (04 e 05). Proposição está que foi assumida e adaptada, como pressuposto metodológico para a definição dos indicadores de desertificação no escopo da pesquisa em Campo Formoso-BA (quadro 06 ao final do texto).

Quadro 4 - Indicadores de Situação: Social, Econômico e Climático.

Indicadores De Situação	Definição	Unidade de Medida	Método	Periodicidade
CLIMÁTICOS				
Precipitação	quantidade de chuva que cai numa determinada região num certo período de tempo.	m m / d i a / mês/ano	Coleta em estações meteorológicas	Diário
Insolação	Nº de horas diárias (duração) e intensidade de radiação total, o que permite que se calcule a evapotranspiração potencial.	Horas/ano	Coleta em estações meteorológicas	Diário
Evapotranspiração	É a perda de água para a atmosfera, na forma de vapor. Esse conhecimento, associado com o ganho de água por meio da precipitação, permite determinar a disponibilidade hídrica de uma região.	m m / d i a / mês/ano	Coleta em estações meteorológicas	Diário
SOCIAIS				
Estrutura de Idades	Indicador dos efeitos da desertificação sobre a população humana local. Pode ser expressa como a relação entre o nº de crianças, homens, mulheres e velhos em relação à população total.	% de homens, mulheres, crianças e velhos em relação à população total.	Censo demográfico	Decenal

Taxa de Mortalidade Infantil	Nº de mortes de crianças, com menos de um ano, para cada mil nascidas vivas.	Óbitos/1000	Censo e pesquisa hospitalar	A cada 10 anos para o censo e 2 anos para a pesquisa hospitalar
Nível educacional	Nº de anos com educação formal.	Pessoas/nº de anos de frequência à escola	Pesquisa educacional	Decenal ou quinquenal
ECONÔMICOS				
Renda Per Capita	Expressa a média de rendimentos por hab. permitindo verificar o nível de vida dos habitantes.	US\$ por hab. por mês ou ano	Pesquisa amostral domiciliar	A cada 2 anos
OUTRO Ocupação do solo agrícola	Ocupação do solo agrícola por tipo de cultura (permanente, temporária, pastos nativos, pastos plantados, matas nativas).	Área/tipo de cultura	Censo Agropecuário	Decenal

Fonte: (MATALLO, 1999). Continuação do quadro anterior

Quadro 5 - Indicadores de Desertificação.

Indicadores de Desertificação	Definição	Unidade de Medida	Método	Periodicidade
BIOLÓGICOS				
Cobertura Vegetal	Porcentagem de uma determinada área com cobertura vegetal nativa. As mudanças da cobertura vegetal original são os primeiros indícios da ocupação humana. Sua importância fundamental está na proteção que exerce sobre o solo contra os efeitos erosivos. Sua eliminação ou diminuição, acompanhadas de técnicas inadequadas de uso e manejo dos solos, permite que se iniciem e acelerem os processos de desertificação.	% de cobertura vegetal nativa em relação à área total	Imagens orbitais	A cada 5 anos; anual ou a determinar

DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E PARAIBANO

Abordagens conceituais, metodologias e indicadores

Estratificação da Vegetação	Nº de estratos existentes numa determinada área. Em geral, os processos de desertificação uniformizam a vegetação em termos de estratos e nº de espécies. As áreas mais degradadas têm um único estrato.	Nº de estratos	Pesquisa de campo por amostra de território	A determinar
Composição específica.	Espécies nativas existentes na área. Por extinção ou eliminação natural do sistema, as espécies tendem a diminuir com o tempo. Isto se relaciona com o antropismo e os métodos inadequados de manejo.	Nº de estratos	Pesquisa de campo por amostra de território	A determinar
Espécies indicadoras	Espécies associadas ao fenômeno de degradação de um ecossistema. Existem espécies que indicam o processo de empobrecimento do solo, seja por perda de fertilidade, por erosão ou salinização.	Nº de estratos	Pesquisa de campo por amostra de território	A determinar
FÍSICOS				
Índice de Erosão	Identifica o processo de desagregação e transporte de sedimentos pela ação da água ou dos ventos. Permite identificar os locais com maiores índices de degradação.	Não tem unidade específica. Sua gradação indica áreas “Muito grave”, “Grave” e “Moderada”.	Imagens orbitais	A cada 5 anos
Redução de disponibilidade hídrica	Redução da disponibilidade efetiva de recursos hídricos de superfície e/ou subterrâneos. Vazão e nível dos lençóis subterrâneos.	Vazão e nível dos lençóis subterrâneos	Monitoramento hídrico	Anual ou a determinar
Indicadores Agrícolas				
Uso do solo agrícola	Ocupação do solo agrícola por tipo de cultura (permanente, temporária, pastos nativos, pastos plantados, matas nativas).	Área/tipo de cultura	Imagens orbitais	A cada 5 anos

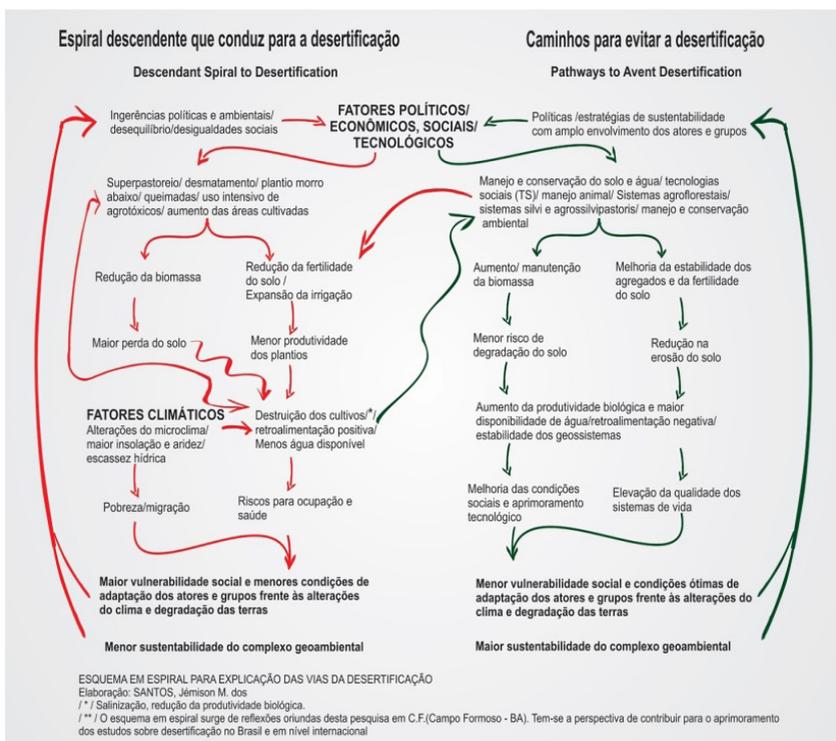
Rendimento dos Cultivos Quantidade de um determinado produto colhido por unidade de área. Existem parâmetros conhecidos para a produtividade das culturas nos vários tipos de clima. kg/ha Pesquisa Agrícola A cada 1 ou 2 anos	Rendimento dos Cultivos Quantidade de um determinado produto colhido por unidade de área. Existem parâmetros conhecidos para a produtividade das culturas nos vários tipos de clima.	kg/ha	Pesquisa Agrícola	A cada 1 ou 2 anos
Rendimento da Pecuária	Quantidade média de produção de carne e derivados para cada animal (por tipo de rebanho)	hab/km ²	Coleta de informação sobre a produção animal	A cada 1 ou 2 anos
OUTRO				
Densidade Demográfica	Razão do n ^o de habitantes por km ² . Pode ser aplicado a município, microrregião ou estado. Dada às condições de semi-aridez, às condições dos solos, à disponibilidade de água da região e à capacidade de suporte da mesma, adotou-se como fator de pressão sobre o meio ambiente, a densidade igual ou superior a 20 hab/km ² . As informações são coletadas de dados censitários.	hab/km ² .	Censo	Decenal

Fonte: (MATALLO, 1999). **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Na recente pesquisa sobre indicadores no SAB, Santos (2016), apresenta no quadro 6 uma lista de indicadores-chave de situação e desertificação, bem como um esquema em espiral para explicação das vias da desertificação (Figura 1).

Por via de regra, diante da definição das forças motrizes e os vetores de pressão que atuaram nas áreas-piloto em Campo Formoso, e conformaram paisagens em desequilíbrio e não equilíbrio, afirma-se que nos parece bastante didático demonstrar o rol de interações complexas entre os elementos do sistema, em questão, por meio de uma espiral, que conduz a redução da vegetação, a destruição da estrutura dos solos, a perda da fertilidade e do elevado volume de solos agricultáveis, provocando alterações nas condições climáticas locais (Figura 1).

Figura 1 - Esquema em Espiral para Explicação das Vias da Desertificação em Campo Formoso-BA. 2016.



Quadro 6 - Indicadores-chaves de situação e desertificação aplicados para áreas-piloto rurais em Campo Formoso-BA.

	Indicador	Tipo	Definição/Parâmetros	Unidade De Medida	Método	*Avaliação/ Monitoramento periodicidade
Indicadores Físicos De Desertificação	1.Índice de Aridez	IEL e IEM	Susceptibilidade a desertificação	Valor numérico de P/ETP (razão)	Thornth-waite (1941) ajustado Penman (1953)	A cada 02 anos
	2. Profundidade efetiva do solo	IEL	Profundidade máxima na qual não existem impedimentos físicos e químicos restritivos para as raízes crescerem.	Cm	Pesquisa em campo	A cada 02 anos
	4.Perda de solo (erosão hídrica)	IEL	Pedregosidade superficial, pedestais de erosão, ravinas e voçorocas	Sem unidades específicas.	Imagens orbitais e pesquisa em campo	A cada 04 anos
	5. Redução da matéria orgânica	IEL	Conteúdo de matéria orgânica no horizonte superficial	% Teor de matéria orgânica	Análise química	A cada 04 anos
	6. Compactação do solo	IEL	Selamento superficial e aumento da densidade aparente	% de porosidade e densidade aparente	Pesquisa em campo e análise física	A cada 04 anos
	Indicadores Biológicos De Desertificação	7. Redução da cobertura vegetal	IEM	Perda da vegetação nativa em relação a área total	% percentual	Imagens orbitais
8. NDVI índice de vegetação		IEM	Quantidade de biomassa	Método específico de sensoriamento remoto	Imagens orbitais	A cada 04 anos.

Continuação...

	Indicador	Tipo	Definição/Parâmetros	Unidade De Medida	Método	*Avaliação/ Monitoramento periodicidade
INDICADORES AGRÍCOLAS DE DESERTIFICAÇÃO	9. Uso e cobertura do solo	I E M	Cobertura do solo determinada por tipo formação vegetal (caatinga, floresta estacional semi-decidual) ou por áreas residenciais (urbana). E o tipo de uso (agrícola, pastagem).	Área / tipo de uso e cobertura	Imagens orbitais	A cada 04 anos
	10. Manejo da terra	IEL	Mecanização –Aragem por trator causa danos ao solo	Tipo de tecnologia utilizada	Pesquisa em campo	A cada 02 ou 03 anos
INDICADORES DE SITUAÇÃO (socioeconômicos)	11. Nível econômico	IPL e IPM	Renda per capita Porcentagem de pobreza, Dependência econômica	Média de habitantes por área, %	Pesquisa em campo e censos agropecuários	A cada 04 ou 05 anos
	12. Estagnação econômica	IPL	Migrações, desemprego, abandono da terra	%	Pesquisa em campo e Censos	A cada 02 anos ou decenal
INDICADORES DE SITUAÇÃO (físicos)	13. Precipitação,	IEL e IEM	Quantidade de chuvas numa dada região por certo período de tempo	Médias móveis (mm)	Dados das estações meteorológicas	Diário
	14. Insoleção e Evapotranspiração	IEL e IEM	Número de horas diárias e intensidade da radiação total. Perda de água para atmosfera sob forma de vapor	Horas ano e mm/dia/mês ano	Dados das estações meteorológicas	Diário

IEL = INDICADOR DE ESTADO LOCAL e IEM (Municipal); IPL= INDICADOR DE PRESSÃO LOCAL e IPM= INDICADOR DE PRESSÃO MUNICIPAL

Elaboração: Santos, Jémison M. dos, 2013.

Ao detalhar mais os fatos ocorrentes, tem-se ainda um entendimento mais claro do esquema anterior (figura 01), ou seja, a expressiva variabilidade interanual das precipitações e a aridez elevada, atuando em setores de solos expostos às precipitações intensas (torrenciais), de curta duração, exacerbam os impactos negativos, em um processo de retroalimentação positiva de degradação, expressa como uma espiral complexa (aumento das perdas), de biomassa (quantidade e produtividade) e da qualidade dos solos (improdutividade), que afeta negativamente os cultivos agrícolas e as condições financeiras da população, podendo, também, causar riscos à saúde dos trabalhadores rurais.

Sem embargo, a **desertificação nas áreas-piloto avaliada por intermédio dos indicadores de situação e desertificação é caracterizada como um processo de integração** (e não uma relação causa-efeito), **em espiral**. O qual, se inicia com a subtração crescente da cobertura vegetal para suprir, essencialmente, as primeiras atividades mineradoras (extração de salitre) e demandas energéticas (carvão vegetal) ou na abertura de novas áreas para o plantio e a pastagem (SANTOS, 2016).

Ao final dessa jornada literária podemos afirmar de maneira contundente que o conjunto de trabalhos analisados além de nos fornecer pistas claras dos indicadores mais apropriados, possíveis de serem aplicados em outras pesquisas, propicia uma maior convicção sobre a forma de medi-los.

Neste painel apresentado mostram-se destaques para a matéria orgânica, a cobertura vegetal, uso e cobertura do solo, por serem considerados por grande parte dos *experts* como indicadores indispensáveis para avaliar a desertificação. Além de considerar a importância da inserção de indicadores socioeconômicos, uma vez utilizados juntamente permite-nos definir com maior precisão a situação atual ou risco potencial da desertificação em um dado espaço-território.

Referências

CAMARDA, I. **Indicators of degradation in agroecosystems**. In: Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean, Porto Torres (Italy). p. 159-163, 1998.

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.

DREGNE, H.E. **Desertification: Symptoms of a crisis**. In Desertification, Process, Problems, Perspectives. University of Arizona Pres, 1976.

_____. **Desertification of Arid Lands**. Harwood Academic Publishers, New York. 1983. 242 p.

ENNE, G.; ZANOLLA, C.; PETER, D. **Desertification in Europe: mitigation strategies, land use planning**: Proceedings of the advanced study course held in Alghero, Sardinia, Italy from 31 May to 10 June 1999. Office for Official Publications of the European Communities, 2000.

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

GRIMM, Alice Marlene; TEDESCHI, Renata Gonçalves. **Influência de eventos El Niño e La Niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia. Fortaleza: SBMET, 2004.

HAMMOND, A., et al. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development.** Washington, D.C.: World Resources Institute, 1995.

HONARDOUST, Farhad; OWNEGH, Majid; SHEIKH, Vahedberdi. **Assessing desertification sensitivity in the northern part of Gorgan Plain, southeast of the Caspian Sea, Iran.** Research Journal of Environmental Sciences, v. 5, n. 3, p. 205, 2011.

KOSMAS, C.; KIRKBY, M.; GEESON, N. **Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification.** European Commission, EUR, v. 18882, 1999.

KOSMAS, C. et al. **Land desertification and identification indicators.** Ann Arid Zones, v. 42, p. 393-416, 2003.

_____. **Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: methodological approach.** Environmental management, v. 54, n. 5, p. 951-970, 2014.

KOUSKY, Vernon E. **Frontal influences on northeast Brazil.** Monthly Weather Review, v. 107, n. 9, p. 1140-1153, 1979.

WINOGRAD, M. **Indicadores Ambientales para Latinoamérica y el Caribe: hacia la sustentabilidad en el uso de tierras.** En colaboración con: Proyecto IICA/GTZ, Organización de los Estados Americanos, Instituto de Recursos Mundiales. San José, Costa Rica, 1995.

LEMOS, J.J.S. **Desertificação no semi-árido brasileiro.** São Luís: MA. Rev. Pesquisa em Foco. vol.5, n.5., jan/jun, 1997.

LEMOS, J. J. S. **Desertificação no Semi-Árido do Nordeste.** In:

OLIVEIRA, T. S. et al. (Eds). Agricultura, sustentabilidade e o Semi-Árido. Fortaleza: UFC/SBCS, 2000. p. 114-136.

MABBUTT, J. A. **Desertification indicators**. Climatic Change, v. 9, n. 1-2, p.113-122, 1986.

MATALLO, H. **A desertificação no mundo e no Brasil**. In: SCHENKEL, C. S.; MATALLO, H. (org.). Desertificação. Brasília: UNESCO, 1999. p. 9-25.

MATALLO JÚNIOR, H. **Indicadores de Desertificação: Histórico e perspectivas**. Brasília: UNESCO, 2001.

MATALLO JUNIOR., H. **A desertificação no mundo e no Brasil**. In: SCHENKEL, C. S. e MATALLO JR, H (Org). Desertificação. Brasília: UNESCO, 2003.

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. Desertificação. Unesco: Brasília, 1999.

OECD. Organization for Economic Cooperation and Development **Core set of indicators for environmental performance reviews; a synthesis report by the group on the State of the environment**. Paris, 1993.

OTI, W. **Environmental indices: theory and practice**. Michigan: Ann Arbor, 1978.

PAE-BAHIA. Instituto de Gestão das Águas e Clima. 2014. **Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. PAE/BA** (Versão Validada). Disponível em:< <http://>

iicadesertification.org.br/index.php/publicacoes/240-plano-estadual-de-combate-a-desertificacao-e-mitigacao-dos-efeitos-da-seca-pae-ba>. Acesso em: 12 out. 2014.

PAN BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF. p. 213. 2005.

PINZARI, F. et al. **Soil quality indicators for the assessment of the risk of desertification in Mediterranean ecosystems**. In: Indicators for assessing desertification in the Mediterranean. Proceedings of the International Seminar held in Porto Torres, Italy, 18-20 September, 1998. Nucleo Ricerca Desertificazione, University of Sassari, 2000. p. 294-301.

REINING, P. et al. **Handbook on desertification indicators**. American Association for the Advancement of Science., 1978.

ROXO M. J.; CASIMIRO, P.C. **MEDALUS: Mediterranean Desertification and Land Use**. Estudos sobre Desertificação no Baixo Alentejo Interior -Concelho de Mértola. Revista GeoINova. Departamento de Geografia e Planeamento Regional da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Lisboa, nº. 0, pp 6-29, 1999.

RUBIO, J. L.; BOCHET, E. **Desertification indicators as diagnosis criteria for desertification risk assessment in Europe**. Journal of Arid Environments, v. 39, n. 2, p. 113-120, 1998.

SALVATI, L.; ZITTI, M.; CECCARELLI, T. **Integrating economic and environmental indicators in the assessment of desertification risk: a case study**. Applied Ecology and Environmental Research, v. 6, n. 1, p. 129-138, 2008.

SANTOS, J. M. dos. **Espaços físico-naturais, organização espacial e território. ensaiando outras perspectivas teóricas para análise geográfica.** XII Encontro Nacional da ANPEGE - ANAIS. do XII Encontro Nacional da ANPEGE pgs .6704-6720, 2015. Disponível em: <<http://www.enanpege.ggf.br/2015/anais/arquivos/23/653.pdf>>. Acesso 10 fevereiro, 2019.

SANTOS, J. M. dos. **Indicadores de desertificação no Semiárido Brasileiro: o caso de Campo Formoso - Bahia.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói-RJ, 2016, 471p.

SCHENKEL, C.S. & MATALLO J. H. Desertificação. Unesco: Brasília, 1999.

UVO, Cíntia Regina Bertacchi; UVO, Cíntia Regina Bertacchi. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da Região Norte do Nordeste Brasileiro.** INPE, 1989.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Identificação de processos de desertificação no Polígono das Secas do Nordeste Brasileiro.** Recife. SUDENE. 1978a.

_____. **Metodologia para identificação de processos de desertificação: manual de indicadores.** SUDENE. Recife. 1978b.

_____. **O deserto brasileiro.** Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1974.

_____. **Processos de desertificação no Nordeste do Brasil: sua gênese e sua contenção.** Recife: Sudene, 1983.

_____. **Desertificação no Nordeste brasileiro.** Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFPE. s/d, 2002.

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

ZHANG X, WANG S. **A preliminary discussion on the rocky desertification classification for slope land in karst mountain areas of Southwest China.** Earth Environ 35:188–192. 2007.

ZHANG, J.Y.; DAI, M.H.; WANG, L.C.; ZENG, C.F.; SU, W.C. **The challenge and future of rocky desertification control in karst areas in southwest China.** Solid Earth 2016, 7, 83–91.

ZHOU J., TANG YI-QUN; ZHANG XIAO-HUI (et al.). **The influence of water content on soil erosion in the desertification area of Guizhou, China.** Carbonates evaporates, 27:185–192. 2012.

AGRADECIMENTOS

Ao colega Prof. Dr. Sérgio Murilo que organizou cuidadosamente esta importante obra científica, e nos ofertou a oportunidade de aprender-compartilhar um pouco do nosso conhecimento. Agradeço também a Sociedade Brasileira de Ecologia Humana-SABEH, pela coragem e realização desse trabalho de amplo interesse social e acadêmico. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo financiamento da pesquisa no exterior (Doutorado Sanduíche), sobre Indicadores de Desertificação em Campo Formoso-BA, pois me munuiu com mais réguas e compassos para trabalhar em um tema tão instigante e desafiador. A Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS que buscamos representá-la dignamente nos diversos espaços de produção acadêmica e social. Aos colegas e professores da Universidade Federal Fluminense-UFF e da Universidade Federal do Rio de Janeiro -UFRJ, pela colaboração e amizade durante os anos de atividades científicas fortuitas no doutorado.

3. SEMIÁRIDO BRASILEIRO E DESERTIFICAÇÃO

Sérgio Murilo Santos de Araújo
Eduardo Rodrigues Viana de Lima

1. A exploração da Região do Semiárido Brasileiro

A Região do Semiárido Brasileiro (SAB) vem sendo explorada pelo homem desde tempos remotos. Geralmente a maior parte do conhecimento pesquisado e produzido que se tem acesso refere-se ao período colonial até os dias atuais, uma vez que não se sabe muito sobre o ameríndio que ocupou e utilizou os recursos naturais da região semiárida nordestina e paraibana, isso devido à escassez de pesquisas, embora elas existam e alguns estudos estejam em andamento com este objetivo notadamente na Arqueologia.

Entretanto, deve ser salientado que a população de índios que viveram na região antes do “descobrimento” não se compara com o contingente populacional crescente que vem ocupando a região desde o período colonial e mais recentemente no século XX. Como Aziz Ab’Sáber (1999) intitulou em seu artigo publicado na Revista Estudos Avançados “*Nordeste Sertanejo: a região do semiárido mais povoada do mundo*” (*grifo nosso*), assim ficou conhecido e marcado o Semiárido brasileiro, em que pese às suas características de reduzida disponibilidade de recursos naturais, principalmente em água e biomassa. De modo geral, as regiões semiáridas apresentam as mesmas condições ambientais. Como assinala o notável geógrafo:

Os atributos que dão similitude às regiões semi-áridas são sempre de origem climática, hídrica e fitogeográfica: baixos níveis de umidade, escassez de chuvas anuais, irregularidade no ritmo das precipitações ao longo dos anos; prolongados períodos de carência hídrica; solos problemáticos tanto do ponto de vista físico quanto do geoquímico (solos parcialmente salinos, solos

carbonáticos) e ausência de rios perenes, sobretudo no que se refere às drenagens autóctones (AB'SÁBER, 1999, p. 7). *Grifo nosso.*

Mas o que sempre marcou a região foram as baixas precipitações e sua irregularidade, assim como os períodos mais críticos de ocorrência das secas. Recentemente, há menos de um século, o que vem chamando atenção é o processo de degradação das terras (desertificação), uma vez que as práticas agropastoris e de extração dos recursos são em grande parte rústicas e nunca considerou a capacidade de regeneração do ecossistema das caatingas. Práticas tão só preocupadas com o sustento imediato de algumas famílias, assim como as práticas predatórias e imediatistas de proprietários de terras (latifundiários) ou de empresas.

Ao nos referirmos à problemática do uso dos recursos naturais e da relação homem-natureza nessa região, deve-se salientar que muitos estudiosos das questões ambientais e socioeconômicas relataram o processo de degradação da natureza. Antes da década de 1970 o ecólogo João de Vasconcelos Sobrinho, em seu clássico livro intitulado *As Regiões Naturais do Nordeste*, assinala que:

Não é mais possível encontrar, em toda a vasta área do Nordeste, muitas formações vegetais que ainda possuam suas características primitivas. As grandes *matas serranas*, que revestiam as chapadas areníticas e serras cristalinas que se espalhavam como oásis de verduras e núcleos de umidificação atmosférica – os brejos – já se encontram por tal forma dizimados que se torna difícil idealizar a sua fisionomia e composição primitivas. [...] As caatingas densas, altas, que recobriam as encostas dessas serras já desapareceram quase de todo. As matas ciliares dos vales de rios, ricas de espécies arbóreas de grande porte, tais como a craibeira e a oiticica, desapareceram também, restando, apenas, alguns núcleos dessa última, conservados pelos seus proprietários após a descoberta do valor comercial do óleo dos seus frutos. Na caatinga apenas se encontram, de raro em raro, alguns exemplares de braúna, aroeira, angico e outras espécies arbóreas

da formação primitiva. Formações densas da caatinga original somente podem ser encontradas lá aonde a estrada ainda não chegou ou um proprietário zeloso as preservou cuidadosamente (VASCONCELOS SOBRINHO, 2005, p. 151 e 152).

Deve-se ter preocupação com esse modo de produção ou de organização do espaço, uma vez que tal modelo vem alterando drasticamente a dinâmica da natureza, assim como produz um empobrecimento da qualidade e quantidade de recursos disponíveis para a sociedade. Deve ser salientado que:

A ocupação dessa região ocorreu sempre em uma perspectiva de exploração excessiva, levando inclusive à exaustão de parte dos recursos naturais. Deve-se considerar ainda que, aliada a essa exploração predatória, estabeleceu-se uma estrutura social concentradora de renda e de poder, responsável pela relativa estagnação e baixos índices sócio-econômicos registrados na região. (SALES, 2002, p. 116).

Em alguns de seus trabalhos o geógrafo Manuel Correia de Andrade (2005) assinala que o problema do Semiárido não é a seca, fenômeno natural recorrente, e sim a cerca, ou a estrutura de divisão das terras baseado no latifúndio, que separa e que reduz a possibilidade de convivência e acesso aos recursos propícios à vida, como a água e o solo. Existe uma estreita relação entre o processo de degradação e o acesso à terra, uma vez que os melhores trechos para produção agropecuária estão nas mãos de poucos que têm muito das terras da região Semiárido.

Mesmo naqueles lugares onde a terra possui severas limitações e a aridez é mais acentuada percebe-se uma concentração de terra e renda nas mãos de uma parcela pequena dos proprietários. Como é o caso estudado por Patrício e Araújo (2016), que apresenta dois municípios do Cariri Paraibano: Barra de São Miguel e Cabaceiras.

Estes estão inseridos numa região caracterizada por grande número de pequenas propriedades que sequer correspondem a um (1) módulo rural estabelecido nesta área, que corresponde a 60 há (Tabela 1).

Deve-se salientar que a extensão do módulo rural varia por município e depende das condições de produção como: disponibilidade de recursos hídricos, solos, infraestrutura, tecnologia, etc. Quanto maior a qualidade e disponibilidade dos recursos naturais e tecnológicos, menor é o tamanho da área do módulo (INCRA, 2015 apud Patrício e Araújo, op. cit.).

Segundo os dados apresentados pelos autores (PATRÍCIO e ARAÚJO, 2016), em Cabaceiras, os produtores familiares correspondem a 80,4% do total de estabelecimentos, entretanto, ocupando apenas 20% da área total. Em Barra de São Miguel a situação é mais grave, pois os produtores correspondem a 70,7% do total de estabelecimentos e ocupam apenas 9% da área (Tabela 1).

Tabela 1 - Concentração das terras de Cabaceiras e Barra de São Miguel - 2006.

Classes de Área (ha)	Cabaceiras			Barra de São Miguel		
	Número de Imóveis	Área total (ha)	%	Número de Imóveis	Área total (ha)	%
1 a 20	235	1.169	11,84	284	1.668	2,75
20 a 50	162	5.988	15,52	81	2.358	5,3
50 a 100	37	2.529	6,55	62	4.450	10
100 a 200	27	3.828	9,92	32	4.479	10,06
200 a 500	18	5.495	14,24	34	9.969	22,4
500 a 1000	7	4.775	12,34	16	9.683	21,75
> 1000	8	11.805	30,59	7	9.405	21,13
Produtor sem área	122	-	-	138	-	-
Total	494	35.309	-	516	44.512	-

Fonte: Censo Agropecuário – IBGE (2006) apud Patrício e Araújo (2016).

2.2 A Desertificação no contexto global

O primeiro evento importante para tratar da desertificação organizado pela Organização das Nações Unidas (ONU) ocorreu em Nairóbi, no Quênia, em 1977, e ficou muito conhecido como a Conferência de Nairóbi. Embora a problemática das secas e da desertificação nos países de clima semiárido, principalmente na África, e já se delineasse bem antes, foi nos anos de 1970 que a desertificação tomou maior destaque e alguns fatos foram significativos para que se organizasse tal evento. No evento foi dada ênfase à África, principalmente devido à crise socioeconômica e aos flagelos sofridos por aquele continente devido às secas sucessivas registradas no século XX, e principalmente na que assolou o Sahel entre 1972-1974.

Naquela época já se sabia que a desertificação não era um problema só africano, alcançando escala planetária. Pois, boa parte das terras áridas, semiáridas e subúmidas secas são encontradas nos diversos continentes.

A Conferência de Nairóbi teve papel fundamental no processo de combate à desertificação mundial e com ela vieram os primeiros resultados, principalmente no que diz respeito a: a) Consolidação mundial do tema, levando muitos países a começarem a dar importância aos problemas ambientais; b) Introdução das regiões com climas áridos e semiáridos no cenário das discussões, trazendo à tona a necessidade de tratar os problemas de pobreza e meio ambiente pela comunidade internacional e c) Criação do Plano de Ação Mundial contra a Desertificação (MMA, 2010, p. 1).

Desde aqueles tempos constatava-se que o problema só poderia ter uma solução se fosse abordado dentro da relação sociedade-natureza, ou de forma interdisciplinar. Pois o processo afeta o meio ambiente (clima, solos, águas, flora, fauna e a sociedade), mas que tem como ponto de partida a ação do homem e seu modo de exploração sobre os recursos naturais. Desse modo, seu tratamento ou enfoque deve ser multi e interdisciplinar, baseado no que já se conhecia desde

a Conferência de Estocolmo de 1972.

Segundo Abraham et al., (2006), as ações iniciais de estudos e de combate ao processo começaram a tratar o problema de forma isolada com estudos dos processos que ocorriam nos solos, na vegetação e nos recursos hídricos e o planejamento das ações foram concebidas de cima para baixo com pouca participação das comunidades locais. Sendo isto considerado como uma visão tradicional e dura do processo de desenvolvimento aplicado a países cuja base natural e social se encontrava profundamente afetada pelos processos de desertificação.

Conforme Conti (2007), baseando-se nos estudos de Dregne (1977), a intensidade de acordo com o grau da desertificação pode ser classificada em Fraca, Moderada, Severa e Muito Severa. Observa-se que as áreas em grau moderado cobre 53,6% das áreas com incidência da desertificação (Quadro 1).

Quadro 1 – Intensidade da desertificação

GRAU	CARACTERIZAÇÃO	INCIDÊNCIA (%)
Fraca	Pequena deterioração da cobertura vegetal e dos solos	18,0
Moderada	Grande deterioração da cobertura vegetal e surgimento de nódulos de areia. Indícios de salinização dos solos. Voçorocamentos.	53,6
Severa	Severa Ampliação das áreas sujeitas a voçorocamentos e surgimento de dunas. Avanço da erosão eólica.	28,3
Muito Severa	Desaparecimento quase completo da biomassa. Impermeabilização e salinização intensa dos solos.	0,1

Fonte: Conti (2007), cf. Dregne (1977), p. 328-329, traduzido.

Quanto às modalidades de desertificação, Conti (2007) classifica em Climática e Ecológica (2007). A primeira se baseia nos indicadores do clima relacionados à diminuição da água no sistema natural, sendo sua avaliação dada a partir do índice de aridez. Já a ecológica

tornaria o ambiente com condições semelhantes aos desertos, em função do empobrecimento da biomassa, ou perdas da vida biológica, principalmente que leve ao desaparecimento da cobertura vegetal mais densa e aumento do xerofitismo, etc.

Quadro 2 - Modalidades de desertificação

-	CLIMÁTICA	ECOLÓGICA
Conceito	Diminuição de água no sistema natural.	Criação de condições semelhantes às dos desertos.
Avaliação	Índices de aridez.	Empobrecimento da biomassa.
Indicadores	1. Elevação da temperatura média.	1. Desaparecimento de árvores e arbustos lenhosos (desmatamento).
	2. Agravamento do déficit hídrico dos solos.	2. Aumento das espécies espinhosas (xerofítica).
	3. Aumento do escoamento superficial (torrencialidade).	3. Elevação do albedo, ou seja, maior refletividade na faixa do infra-vermelho.
	4. Intensificação da erosão eólica.	4. Mineralização do solo em encostas com mais de 20° de inclinação (perda de húmus).
	5. Redução das precipitações (perda de húmus).	5. Forte erosão do manto superficial (voçorocamento).
	6. Aumento da amplitude térmica diária.	6. Invasão maciça das areias.
	7. Diminuição da umidade relativa (UR) do ar.	-
Causas	Mudanças nos padrões climáticos.	Crescimento demográfico e pressão sobre os recursos.
Exemplos	Oscilações dos cinturões áridos tropicais durante as glaciações quaternárias.	1. Desertificação das regiões periféricas tropicais durante as glaciações. 2. Pontos de desertificação no Sul do Brasil (PR, RS).

Fonte: Conti (2007).

Referências

ANDRADE, Manuel Correia de. A terra e o homem no Nordeste. São Paulo: Editora Cortez, 2005. 334 p.

ABRAHAM, Elena; MONTAÑA, Elma; TORRES, Laura. Desertificación e Indicadores: Posibilidades de medición integrada de fenómenos complejos. **SCRIPTA NOVA** - Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. Vol. X, núm. 214, 1 de junio de 2006.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Estudos Avançados**, São Paulo, 13 (36): 07-59, 1999.

CONTI, José Bueno. **Clima e meio ambiente**. 6ª Ed. São Paulo: Atual, 2007. 88 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Desertificação**: histórico. Disponível em: http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idestrutura=129&id_conteudo=6391. Acesso em: 31 mar. 2010.

PATRÍCIO, Maria da Conceição Marcelino; ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de. Indicadores socioambientais dos municípios de Cabaceiras e Barra de São Miguel - PB - Brasil: fragilidades e vulnerabilidades à Seca e à Desertificação. *Revista Espacios*. Vol. 37 (Nº 24) Año 2016.

SALES, Marta Celina L. Evolução dos Estudos de Desertificação no Nordeste Brasileiro. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 11, p. 115-126, 2002.

VASCONCELOS SOBRINHO, João de. **As regiões naturais do Nordeste**: o meio e a civilização. Recife: Companhia Editora de Pernambuco - CEPE, 2005.

4. A PARAÍBA, O SEMIÁRIDO PARAIBANO E A DESERTIFICAÇÃO

Sérgio Murilo Santos de Araújo
Eduardo Rodrigues Viana de Lima

1. Caracterização geral do Estado da Paraíba

O Estado da Paraíba localiza-se na região Nordeste do Brasil, e encontra-se no seu litoral o ponto mais extremo oriental do país e do continente americano: a Ponta do Seixas. A extensão territorial do Estado é de 56.467,239 km² (IBGE, 2018), sendo uma das menores unidades da federação, porém, é maior em extensão do que os estados de Sergipe, Alagoas e Rio de Janeiro. Limita-se ao sul com o estado de Pernambuco, ao norte com o Rio grande do Norte, a oeste com o Ceará e é banhado a leste pelo Oceano Atlântico.

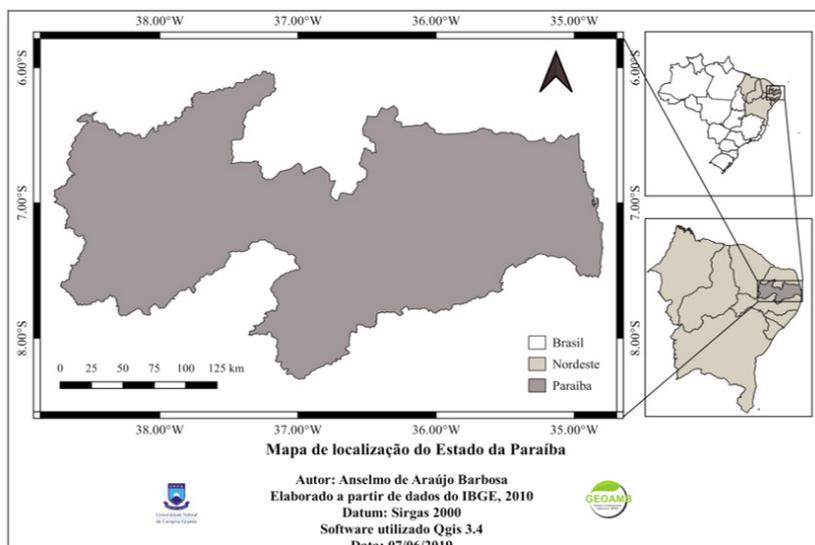
Tabela 1 – Paraíba: Características Gerais.

Característica	Dados
Capital	João Pessoa
População estimada em 2018	3.996.496
População no censo 2010	3.766.528
Área (km ²)	56.467,239
Densidade demográfica (hab./km ²)	66,70
Rendimento nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> da população residente 2018 (Reais) ⁽¹⁾	898
Número de Municípios	223

Fonte: IBGE (2018). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>. Acesso em: 29/05/2019.

Segundo dados do IBGE (2019) o Estado contava com 3.766.528 habitantes em 2010, e as dez principais cidades eram João Pessoa (723.515 habitantes), Campina Grande (385.213 habitantes), Santa Rita (120.310), Patos (100.674) Bayeux (99.716 habitantes), Sousa (65.803), Cajazeiras (58.446), Cabedelo (57.944), Guarabira (55.326) e Sapé (50.143).

Figura 1 – Localização Geográfica do Estado da Paraíba.



Fonte: elaborado por Anselmo Barbosa, 2019.

A Paraíba tem como ponto culminante o Pico do Jabre (1.197m de altitude) na Serra do Teixeira, um resquício escarpado do Planalto da Borborema, situado na Mesorregião do Sertão paraibano, já próximo ao limite com o estado de Pernambuco.

Os rios mais importantes do estado são o Paraíba, o Piranhas, o Piancó e o Mamanguape. Sua rodovia principal é a BR-230, que liga o leste ao oeste do estado, ainda é cortado pela BR-101, que liga João Pessoa a duas outras capitais do Nordeste, Recife e Natal, e a BR – 104, que faz ligação da Paraíba com outros estados do Nordeste. Esta última rodovia liga Campina Grande a cidades como Caruaru-PE e o interior do Rio Grande do Norte.

2. Condições Climáticas da Paraíba

A água representa um recurso indispensável para a sociedade; primeiro porque se constitui em necessidade primária do homem e

demais seres vivos, para beber e nas atividades domésticas, e também porque sempre está presente em todos os processos de atividades econômicas. A água é um insumo fundamental, desde a base da economia, como a agricultura e o extrativismo, até os processos industriais, na produção de bens, nos serviços, comércio e outros. Os recursos hídricos dependem fundamentalmente das condições climáticas e nas zonas tropicais das chuvas e de seu regime de distribuição ao longo do ano.

A disposição geográfica dos recursos hídricos na Paraíba está intimamente relacionada às condições físico-ambientais do Estado. Na Paraíba a escassez ou a disponibilidade deste recurso está condicionada ao clima, em suas características principais ou no seu elemento mais importante que são as precipitações, ou chuvas, principalmente em sua distribuição ao longo do ano e sua intensidade (concentração ao longo do tempo, principalmente dos meses).

As massas de ar¹ são de suma importância para caracterizar o regime de chuvas e o clima de um dado espaço geográfico. A localização da Paraíba na Zona Tropical proporciona temperaturas altas, quase sempre acima dos 20°C de médias mensais ou anuais em quase toda a sua extensão.

As massas de ar que atuam sobre a Paraíba são de origem oceânica (ou marinha) e continental, equatorial e tropical, com características úmidas em suas regiões de origem e que proporciona chuvas. Quatro sistemas atmosféricos, ou massas de ar, são responsáveis pelas condições climáticas do Estado: a) Equatorial Atlântica dos alísios de NE (mEan); b) Equatorial Atlântica Sul (mEas) originária dos alísios de SE; as duas na sua convergência para o Equador formam a Convergência Intertropical (CIT); c) Equatorial Continental (mEc), originária da Amazônia que atua em conjunto com a mEan no setor oeste do estado (Sertão) e d) Polar atlântica (mPa), proveniente das incursões da frente polar no litoral oriental nordestino nos meses de inverno astronômico, principalmente junho-julho.

As características climáticas e as massas de ar são fundamentais

na diversificação das paisagens e dos biomas da Paraíba, no qual o relevo também influi nesta configuração espacial e na diferenciação destes. Na Paraíba as massas de ar que irão influenciar nos climas são as equatoriais e as tropicais, ou seja, a Ea (CIT) e as emissões da Massa Polar Atlântica (MPA, que vem do sul) nos meses de inverno, quando ganham força e atingem o Nordeste.

Observa-se que os climas do Estado da Paraíba são mais úmidos no litoral em função de massas oriundas do Oceano Atlântico, principalmente relacionadas ao ritmo dos alísios e das massas marinhas (Ea, Ta e Pa). No entanto, o relevo também é responsável por aumentar a precipitação nas elevações nas encostas a barlavento², como nas serras ou relevos residuais, no caso dos brejos dos Agrestes e Sertões paraibanos.

Um acidente geográfico de grande importância como o Planalto da Borborema influi diretamente na distribuição das precipitações e das águas, fazendo com que na sua borda leste, a barlavento, muitas das localidades apresentem pluviosidades maiores que em algumas faixas do Agreste e da Zona da Mata. Entretanto, é o planalto, por efeito de sotavento³, também responsável pela faixa de menor pluviometria do Estado, que são o Cariri, parte do Curimataú e Seridó situados na faixa central e ocidental da Borborema.

Na Paraíba três tipos climáticos dominam o território do estado: **As'**, **Aw** e o **BSh** na classificação de Köppen. Eles estão regulados pelas massas de ar que flui para o território paraibano descritas anteriormente.

O clima do tipo **As'** possui chuvas de outono-inverno, ocorrendo entre os meses de março a setembro, com algumas variações. As temperaturas são sempre superiores aos 18^o C de médias mensais, devido à localização nas baixas latitudes – lembre-se que o Estado da Paraíba localiza-se entre as latitudes de 6 a 8^o Sul, bem perto do Equador. Essa localização faz com que não haja muita variação das temperaturas durante o ano e comumente nesta faixa a amplitude

térmica é baixa.

A mEas, massa de ar quente e úmida que age principalmente no Litoral, Mata e Agreste Paraibano, é responsável pelo clima do tipo As', na classificação de Köppen, dessas regiões.

O clima **As'**, tropical chuvoso, quente e úmido com chuvas de outono-inverno, apresenta temperaturas médias entre 22 e 26° C. Devido à proximidade do litoral os totais pluviométricos são abundantes, sendo mais reduzida na medida em que adentra o interior devido ao efeito da continentalidade⁴.

A proximidade do mar, ou maritimidade, é mais um fator que acresce as precipitações no litoral, uma vez que as brisas também ajudam na formação de chuvas, aumentando os totais pluviométricos de outros sistemas como as massas de ar e os alísios. As brisas resultam do aquecimento e resfriamento desiguais do continente (terra) e da água (FEDOROVA, 2001 apud MELLO; FERREIRA, 2005). A explicação é a seguinte:

Durante o dia o continente se aquece mais rapidamente que o oceano adjacente, fazendo com que a pressão sobre o continente seja mais baixa que sobre o oceano. Isto faz com que o vento à superfície sopra do oceano para o continente, vento esse denominado de brisa marítima. A brisa marítima chega a penetrar até 100 km para dentro do continente. No período da noite o continente perde calor mais rapidamente que o oceano, fazendo com que esse fique com temperaturas mais elevadas se comparadas às do continente. Dessa forma a pressão fica maior sobre o continente, fazendo com que o vento sopra do litoral para o oceano, vento esse chamado de brisa terrestre. A brisa terrestre também afeta até 100 km para dentro do mar. (MELLO; FERREIRA, 2005, p. 23).

Deve-se salientar que quanto mais distante do mar a umidade do ar⁵ reduz na maior parte do ano, salvo quando massas de ar mais úmidas atuam no interior da Paraíba, trazendo umidade e as

precipitações que provocam chuvas, no período chuvoso.

Exemplos da abundância pluviométrica do domínio climático As', segundo dados da AESA (2015) são os municípios de João Pessoa (1.764,2 mm), Santa Rita (1.480,7) e Mataraca (1.742,6) no litoral e Mata Paraibana (Figura 3). No agreste e no brejo destacam-se Guarabira com 1.196,8mm, Areia com 1.358,4mm e Alagoa Grande com 950,0 mm de médias anuais; enquanto Campina Grande com 764,3 mm (AESA, 2012) apresenta menor pluviosidade, uma vez que se situa no limite entre o clima do tipo As e o BSh. A umidade relativa do Litoral até o Agreste também é alta situando-se na faixa de 70 a 80%, principalmente no período chuvoso.

Em função da altitude e da exposição aos ventos oriundos do litoral, os brejos aparecem nas encostas a leste da Borborema, dando origem a um ambiente de maior umidade que nas áreas próximas da depressão periférica. Na depressão os totais decrescem a 800 mm, enquanto nos Brejos eles situam-se em torno de 1.100 a 1.400 mm. São os casos dos municípios já citados de Guarabira e Areia.

Tais totais pluviométricos trazem como consequência a ocorrência de rios permanentes e contribui com a maior vazão dos principais rios do estado como o Paraíba, o Mamanguape e o Curimataú, além de seus tributários.

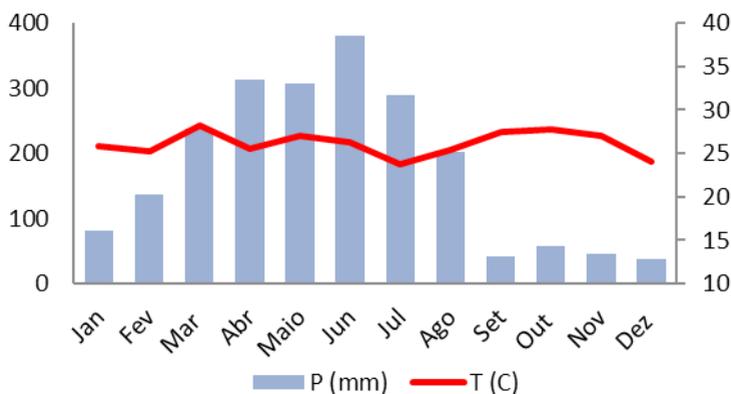


Figura 2 – Climograma de João Pessoa – Litoral.

Fonte: Elaborado pelo autor - dados da AESA (2015).

Na porção oeste do Planalto da Borborema, o efeito de sotavento, faz aparecer outro tipo climático do tipo **BSh**, quente semiárido das estepes, com baixas precipitações, geralmente inferiores aos 700 mm. O **BSh** é um clima das mais baixas precipitações na Paraíba, pois é aí que aparece uma das áreas com menor pluviosidade do Nordeste e do Brasil. De acordo com os dados da AESA (2015) Cabaceiras, com 333,6 mm, Pocinhos, com 382 mm e Soledade, com 391 mm anuais, representam bem esta parte da Borborema (Figura 4).

As temperaturas são sempre superiores aos 24° C de médias anuais e mensais, nunca inferiores aos 20° C. Em função disso, tais regiões (Cariri, Curimataú e Seridó) possuem uma drenagem intermitente e com escassez de água durante o ano. Grande parte dela é abastecida pela captação de águas nos riachos intermitentes e através da açudagem. Mesmo com a pluviometria baixa é aí que nasce o rio Paraíba um dos mais importantes do estado.

A mesorregião do Sertão Paraibano está submetida à forte radiação e se localiza bem na parte central da Região Semiárido Brasileiro (ou do antigo Polígono das Secas); no entanto, seus totais pluviométricos são até maiores que a região a sotavento da Borborema (Cariri e Seridó). O Sertão é servido por um sistema atmosférico que proporciona chuvas de verão e outono, em toda sua extensão a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical ou massa Equatorial Atlântica – Ea). Este sistema origina-se da confluência dos ventos alísios que sopram o ano todo, mas que no inverno do hemisfério norte traz pesados aguaceiros para o Sertão Nordestino em sua parte setentrional.

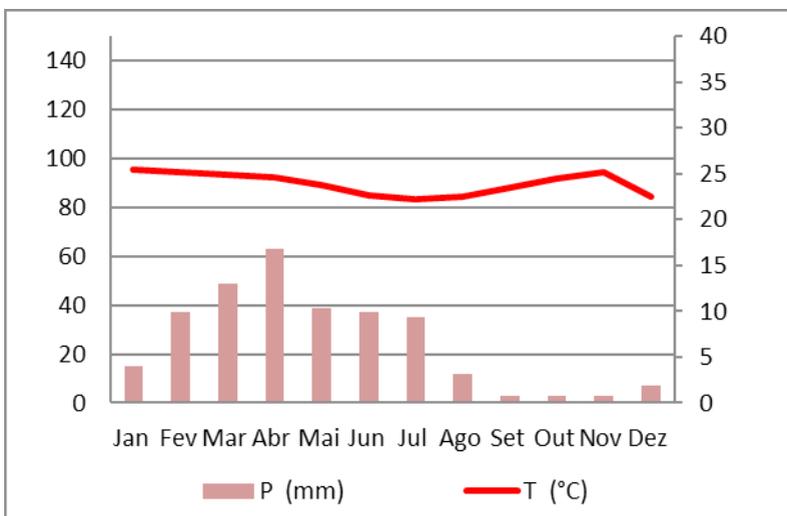


Figura 3 – Climograma de Cabaceiras – Mesorregião da Borborema.

Fonte: Elaborado pelo autor - dados da AESA (2015).

Aí se dá o domínio do clima **Aw**⁹ - tropical chuvoso com chuvas de verão prolongadas para o outono. As chuvas podem contabilizar mais de 800 mm de médias anuais, não raro ultrapassando mais de 1.000 mm - como é o caso de Ibiara com 1.097 mm, segundo dados da AESA (op. cit.).

Em alguns municípios o período chuvoso pode até ultrapassar os seis meses, quando utilizamos o índice de Gaussen⁵ ($P \leq 2T$, onde P = precipitação e T = temperatura). Porém, na maior parte dos municípios os meses chuvosos se estendem por quatro (4) meses consecutivos. Um pouco acima disso, com mais de cinco meses chuvosos destacam-se Cajazeiras (880,6 mm – Figura 5), Conceição (868,7 mm) e Ibiara. Com até cinco meses chuvosos destacamos Sousa (783,9 mm), Pombal (730,9 mm) e Santa Luzia (547,8 mm). (AESA, op. cit.).

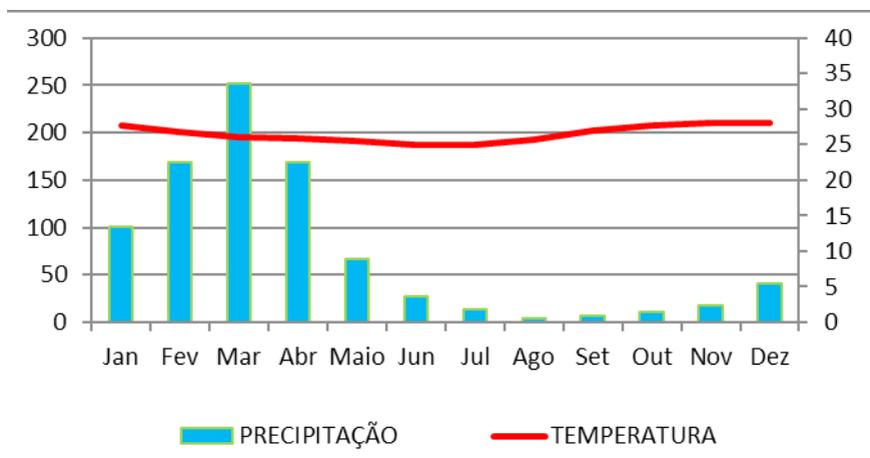


Figura 4 – Climograma do Município de Cajazeiras.

Fonte: Elaborado pelo autor - dados da AESA (2015).

Fato marcante na fisiografia paraibana, o Planalto da Borborema é, ao mesmo tempo, influenciador do clima e da hidrografia, pois se constitui em divisor de águas e uma barreira, mesmo que muito modesta, às massas de ar oriundas do litoral. Este fato pode dividir a hidrografia paraibana em bacias de Leste e de Oeste-Norte. Pois as bacias do Sertão correm para o Vale do Rio Piranhas, com direção N-NE.

Box 1 – Glossário

- 1. Barlavento** – lado ou vertente de uma elevação onde os ventos sopram;
- 2. Sotavento** – lado ou vertente de uma elevação oposto a direção dos ventos.
- 3. Umidade do ar** – quantidade de vapor de água (H_2O na forma gasosa) presente na atmosfera.
- 4. Continentalidade** – Efeito de redução da umidade do ar (e das precipitações) pela maior distância em relação aos mares e oceanos ou corpos aquáticos e **maritimidade** é o efeito que propicia maior umidade devido à proximidade do mar oceanos ou corpos aquáticos.
- 5. Massa de ar** – porção da atmosfera que tem características relativamente homogêneas como temperatura, umidade, direção e velocidade do vento etc.
- 6. Índice de Gausson** – leva em conta a aridez ou semiaridez, ou seja, os meses secos são considerados quando a precipitação é menor ou igual ao dobro da temperatura ($P \leq 2T$). Já o mês chuvoso é superior ao dobro da temperatura.

3. Semiárido Paraibano e seu Relevo

Uma das regiões naturais mais extensas no Estado da Paraíba é a do Semiárido. A delimitação da região do Semiárido foi feita diversas vezes, primeiro para estabelecer um polígono onde ocorriam as secas no Nordeste, o chamado “Polígono das Secas”. Ele serviu para indicar uma área onde seriam empregadas as políticas destinadas à redução das consequências sociais e econômicas das secas e também para empreender políticas de desenvolvimento econômico para a região.

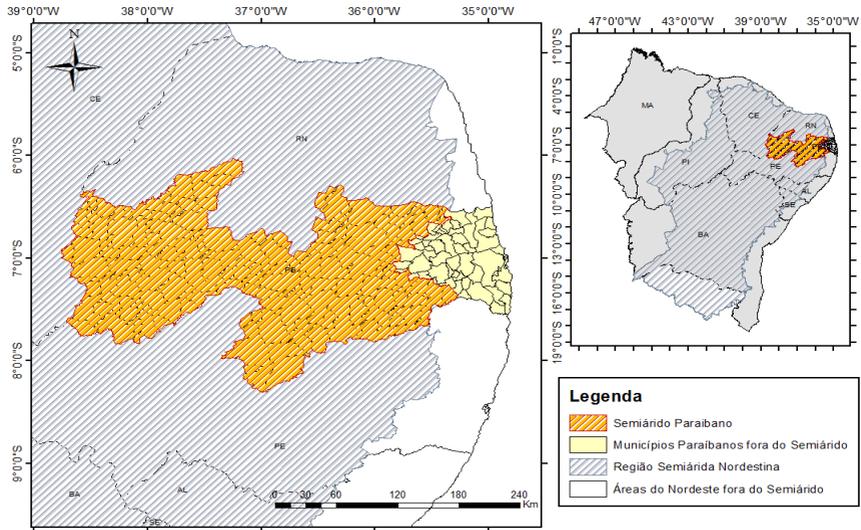
Na década de 1980 a Lei nº 7.827, de 27 de dezembro de 1989, definiu como Semiárido: “A região inserida na área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, com precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm (oitocentos milímetros), definida em portaria daquela Autarquia”, segundo o inciso IV do art. 5 do Capítulo II - Dos Beneficiários (Ministério da Integração, 2005).

Em 2005, o governo federal, através do Ministério da Integração, estabeleceu uma nova delimitação do semiárido brasileiro, tomando por base três critérios técnicos:

- I. Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; II. Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e III. Risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990. (MIN, 2005, p. 3).

Tomando por base a nova delimitação, o semiárido paraibano corresponde a 86,6 % da área territorial do estado. Essa região possuía uma população total de 1.966.713 habitantes no ano 2000 e atualmente já ultrapassou os 2,2 milhões de pessoas (Figura 5).

Figura 5 – Região Semiárida no estado da Paraíba.



Fonte: Elaborado por Josué Barreto com base em Ministério da Integração (2005).

Do ponto de vista estrutural e morfoclimático a região semiárida na Paraíba está composta pelo Planalto da Borborema, a leste, e pela Depressão Sertaneja a oeste. Como dito anteriormente o planalto da Borborema representa um divisor de águas na hidrografia paraibana, uma vez que separa as bacias de leste e Oeste-norte. O planalto da Borborema pode ser caracterizado como:

Um vasto conjunto estrutural de maciços ou blocos falhados modelados em rochas graníticas, migmatitos, gnaisses, micaxistos, filitos e quartzitos, estes suavemente dobrados em domos anticlinais” (MOREIRA, 1977, p. 13).

O relevo paraibano é formado por três compartimentos característicos e pode ser bem delimitado: a) a Planície Litorânea e a depressão periférica da Borborema, a leste; b) o Planalto da Borborema, na parte central e c) a Depressão Sertaneja, a oeste. Segundo o IBGE estes compartimentos são denominados de **unidades geomorfológicas** e estas podem ser definidas como:

Um arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. A geomorfogênese e a similitude de formas podem ser explicadas por fatores paleoclimáticos e por condicionantes litológica e estrutural (IBGE, 2009, p. 29).

A região do Semiárido não é homogênea, pois apresenta características distintas conforme a combinação dos fatores geoecológicos locais. Constitui-se num mosaico variado de paisagens, onde o relevo regional desempenha importante papel na determinação das diferenças (CONTI, 2005).

Os fatores geoecológicos se referem aos fatores ambientais (tais como o clima, o relevo, hidrografia, etc.) e as interações dos seres vivos com este, pois é dessas interações que se ocupa a ecologia, ou seja, dos seres vivos entre si e com o meio em que vivem.

Apesar das modestas altitudes, em que as máximas mal ultrapassam os 1.000 m, com exceção do Pico do Jabre (1.197 m, sendo o ponto mais alto da Paraíba), o relevo paraibano produz modificações ambientais significativas, decorrentes de situações de barlavento e sotavento em decorrência do fluxo das massas de ar e dos ventos, da direção do relevo e da drenagem (Figura 7).

Figura 6 – Traços gerais do relevo da Paraíba. Imagem SRTM, relevo do Brasil (EMBRAPA, 2010).



Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Relevo_da_Para%C3%ADba.jpg Acesso 07 set. 2011.

Na Paraíba, onde o relevo é mais acentuado, como no Planalto da Borborema e na periferia do domínio semiárido, em pleno Agreste, o fator (relevo) também é responsável pela ocorrência de manchas úmidas, formada pelas elevações de altitudes entre 600 e 1000 m, cujos valores de precipitações médias anuais oscilam entre 800 e 1400 mm (Areia no Brejo paraibano, com 1.358 mm, é um exemplo).

Já a escassez de chuvas acentua-se nas depressões em geral, especialmente naquelas situadas em posição de sotavento, como nas depressões de Patos e do Cariri, esta contida ainda no planalto da Borborema, situando-se aí uma das localidades mais secas de todo o semiárido nordestino: Cabaceiras, com 336,0 mm anuais. Aí além da precipitação reduzida, a estiagem habitualmente estende-se por dez ou onze meses (NIMER, 1988). Segundo o autor acima, para o Nordeste como um todo e,

Numa visão de conjunto, verifica-se que o core da mancha semiárida é definido por alinhamentos de relevo. As chapadas sedimentares cretácicas de Ibiapaba e seu prolongamento meridional, a serra dos Dois Irmãos, estabelecem os limites ocidentais, ao mesmo tempo em que o planalto da Borborema marca os limites orientais. Por outro lado, a chapada do Araripe, as serras da Baixa Verde e dos Cariris Velhos, alongadas no sentido leste-oeste, separam subdomínios no interior do semiárido. Ao Norte, estende-se uma vasta área aplainada, esculpida em superfície de erosão e interrompida por manifestações de relevo residual (Baturité, serra dos Martins, serra da Pedra Branca) e por depressões ocupadas por bacias hidrográficas, onde correm rios intermitentes. Os melhores exemplos são as do Jaguaribe (artificialmente perenizado), do Acaraú, do Apodi-Mossoró e do Piranhas-Açu. Ocupam pediplanos coalescentes, formando grandes extensões horizontalizadas, com alguns campos de inselbergues, como o de Quixadá (bacia do Jaguaribe), constituído, predominantemente, por pegmatitos. A precipitação anual está em torno de 500 mm e a vegetação é de caatinga áspera (NIMER, 1988; grifo nosso).

4. Secas, Recursos Hídricos e Política de Ajudagem

A identificação das secas vem desde o período colonial e, mais especificamente, com a ocupação da região sertaneja do nordeste brasileiro no início do século XVII. No império durante o reinado de Dom Pedro II ocorreu a seca de maior impacto socioeconômico, a seca de 1877-78-89, quando vieram a óbito 500 mil nordestinos.

No início do século XX, o governo Nilo Peçanha cria em 1909 a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), Decreto nº 7.619, de 21 de outubro, e assim marca o início de uma política de obras de engenharia contra as secas. O objetivo era claramente o de corrigir a variabilidade climática e construir barragens para acumular água, mitigando os efeitos do clima. Esta política pode ser caracterizada por ações de estudos para conhecimento do meio ambiente local, realização

de projetos e obras de engenharia; influenciada pelo *Reclamation Service*, criado por Theodore Roosevelt no ano de 1902 nos Estados Unidos. Deve-se chamar atenção ao fato de que muitos geólogos americanos vieram ao Brasil para realizar estudos e trabalhos para este fim. (REGO, 2012, p. 69).

A política de açudagem (de represamento dos rios e riachos) vem de longa data, principalmente a partir de ações governamentais voltadas para o semiárido nordestino em políticas denominadas de combate às secas nos séculos XIX e XX, principalmente. Para desenvolvimento maior dessa política foi criado um órgão o IOCS - Instituto de Obras Contra as Secas, em 1909, e que depois foi denominado de IFOCS – Instituto Federal de Obras Contra as Secas, em 1919, e posteriormente deu origem ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, em 1945.

A atuação do DNOCS e da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, criada em 1959, possibilitaram a construção de diversos açudes na Paraíba. Destacam-se os de maior volume existentes no estado, como o Açude Coremas-Mãe D'água com capacidade de 1,35 bilhões, o Epitácio Pessoa, com capacidade de 645 milhões de m³ de água, e o Açude Engenheiro Ávidos com capacidade de 225 milhões de m³, e outros de menor porte (Quadro 2).

Considerando-se somente os quatro primeiros açudes de maior porte da Paraíba temos uma soma de aproximadamente 2,3 bilhões de m³ de água de capacidade de reserva.

QUADRO 1 – Capacidade dos Principais Açudes do Estado da Paraíba – 2018.

Açudes	Capacidade Total (m ³)	Município, Região ou Mesorregião
Coremas-Mãe D'água	1.358.000.000	Coremas – Baixo Sertão
Epitácio Pessoa	411.686.287	Boqueirão – Cariri
Engenheiro Ávidos	255.000.000	Cajazeiras/São José de Piranhas – Alto Sertão
Argemiro de Figueiredo - Acauã	253.000.000	Itatuba/Natuba - Vale do Paraíba
Gramame	56.937.000	Conde - Litoral Sul

Capoeira	53.450.000	Santa Terezinha
Lagoa do Arroz	80.220.750	Cajazeiras – Alto Sertão
São Gonçalo	44.600.000	Sousa – Baixo Sertão

Fonte: AESA (2017).

Tal política de açudagem não trouxe resultados tão satisfatórios, uma vez que apenas barrar rios, construindo reservatórios não garantiu a distribuição das localidades que precisavam de água. Mesmo alguns lugares muito próximos aos açudes não receberam água em função da falta de sistemas de adução e distribuição. Algumas ações nesse sentido, como os canais de adução, foram feitas décadas depois de construídos os açudes. Tal é o caso do sistema adutor Coremas–Sabugi, o canal da Redenção e outros, que foram obras executadas no final dos anos 1990 e concluídas no início do século atual.

5. As Secas

As *secas* e o *período seco* devem ser caracterizados conceitualmente e de forma exata. Pois há muita confusão quando se tratam destes dois conceitos que são fundamentais para falar desses fenômenos sobre a Paraíba e o Nordeste brasileiro.

Anualmente há nos países de regiões tropicais e equatoriais um período chuvoso e um período seco. O *período chuvoso* caracteriza-se pelas chuvas em maior quantidade, havendo alguns lugares em que não há mesmo o que se chamar de período seco, pois chove o ano todo, aí temos o clima equatorial, ou tropical úmido sem período seco.

Nos climas em que se alternam um período chuvoso e outro seco, as chuvas não ocorrem ou são esporádicas no denominado *período seco*. Este é caracterizado por chuvas escassas ou ausência de chuvas em um período contínuo; no Sertão e na Borborema paraibanos ele pode se estender a mais de seis ou sete meses, chegando a nove ou até mais - como é o caso de Cabaceiras que tem onze meses secos se considerarmos o índice de Gausson dado pela equação $P \leq 2T$ (onde P é a precipitação e T a temperatura de uma localidade).

No Estado da Paraíba quase todo o território é marcado por climas do domínio tropical com um período seco, ora mais curto, próximo ao litoral, ora mais prolongado, nos casos do Sertão e do Agreste. As condições climáticas no Semiárido são marcadas pela ocorrência das secas. As *Secas* podem ser caracterizadas, ou definidas, do ponto de vista climato-meteorológico, como: “uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes” (CASTRO et al., 2003, p. 59).

Ainda segundo Castro et al. (op. cit., p. 59), no período de seca, ocorre a ruptura do metabolismo hidrológico, com:

- intensificação das atividades catabólicas ou de consumo; - redução das atividades anabólicas ou de acumulação. As reservas hídricas de superfície e de subsuperfície diminuem em função: - da redução intensa e sustentada das precipitações pluviométricas; - do incremento das perdas líquidas causadas pela evaporação e pela transpiração; - do incremento do consumo. A evaporação da água contida nos reservatórios e a transpiração da água existente nos organismos vegetais e animais aumenta em consequência: - da redução dos níveis de umidade relativa do ar, - do incremento da insolação; - do incremento do regime de ventos secos.

Uma das maiores secas no nordeste do Brasil foi a que ocorreu entre os anos de 1877 e 1879, um dos maiores desastres do país e que teve como resultado mais de 500 mil mortes, que em sua maioria eram cearenses. Esta seca, devido a seu impacto social, originou as primeiras ações políticas de combate a problemática da escassez hídrica na região Nordeste (MMA, 2006, p. 19).

As principais secas entre os séculos XVI e XIX podem ser vistas no Quadro 2. Destaca-se que algumas têm sua intensidade no tempo, as maiores secas pode ter entre dois ou mais anos.

As secas não ocorrem de forma homogênea sobre o território do Semiárido nordestino, e em alguns locais ela se torna de maior

intensidade e de maiores consequências do que em outros, como foi o caso da maior seca ocorrida no SAB no século XIX entre os anos de 1877 e 1879, sendo o estado do Ceará o mais afetado.

Quadro 2 – Secas no Nordeste do Brasil entre 1500 e 1900

Ano(s)	Intensidade	Ano(s)	Intensidade
1557-1558	Fraca	1777-1778	Moderada a Forte
1574	Fraca	1784	Fraca
1583	Fraca	1790-1793	Moderada a Forte
1587	Fraca	1804	Fraca
1603	Fraca	1809-1810	Moderada a Forte
1614	Fraca	1816	Fraca
1692	Fraca	1824-1825	Moderada a Forte
1710-1711	Moderada a Forte	1827	Fraca
1721	Fraca	1830	Fraca
1723-1727	Moderada a Forte	1833	Fraca
1736-1737	Moderada a Forte	1844-1845	Moderada a Forte
1744-1745	Moderada a Forte	1877-1879	Moderada a Forte
1754	Fraca	1888-1889	Moderada a Forte
1760	Fraca	1891	Fraca
1772	Fraca	1893	Fraca
1774	Fraca	1900	Fraca

Fonte: Caviedes (2001 apud Girão, 2012).

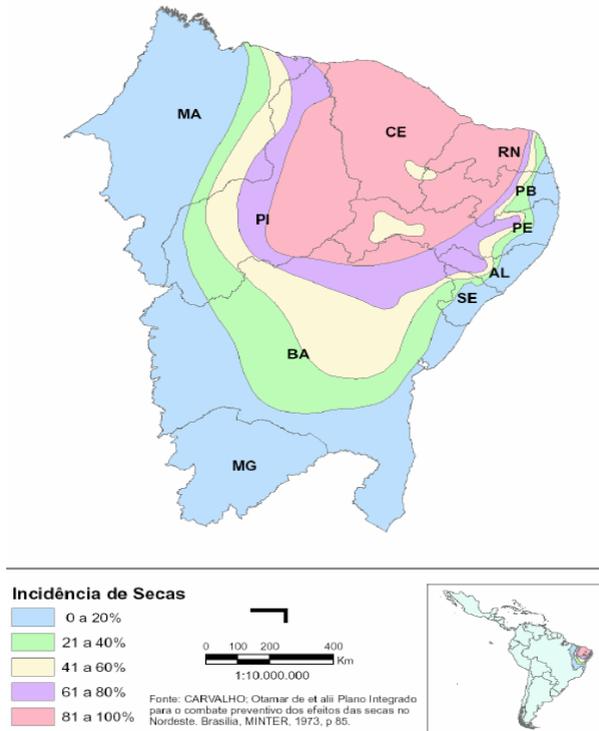
Na Paraíba ela é mais nefasta sobre algumas áreas, sendo o Sertão e o oeste do Planalto da Borborema, por efeito de sotavento, incluindo-se aí as regiões do Sertão, Seridó e do Cariri, como as regiões de maior incidência das secas no estado (Figura 7).

As constantes secas geram o aumento da escassez de recursos hídricos no Sertão e em parte do Agreste paraibanos, devido a falta de recarga dos mananciais superficiais. Tanto no Litoral como no Semiárido, onde a escassez de águas é determinada pelas condições climáticas, outra opção é a utilização de águas subterrâneas. Como dito em MMA (2006, p. 19):

Uma outra opção de combate à escassez é prospecção de águas subterrâneas. No entanto, esta solução não se constitui viável em toda região, tanto pela quantidade

insuficiente dos estoques (exceto em parte da região litorânea) como pela qualidade salina de suas águas.

Figura 7 – Percentual de Incidência das secas na região Nordeste.



Fonte: Carvalho (2007).

O litoral e a Zona da Mata não sofrem atualmente com o problema da escassez dos recursos hídricos, se vier a ocorrer no futuro estará muito mais ligado ao armazenamento e distribuição do recurso do que na sua escassez propriamente dita, uma vez que a quantidade de chuvas são maiores e os rios são permanentes. Ou seja, a problemática nesta região estará ligada a falta de planejamento para atender as demandas, o que exige uma projeção e atenção ao crescimento da população e das demandas econômicas.

As secas, como um fenômeno climático marcante do Nordeste brasileiro, estão ligadas às características dos sistemas de massas de ar da Região Semiárido, pois esses sistemas contribuem para que as secas (ou estiagens) ocorram. Hoje se sabe que as secas estão atreladas à ocorrência do fenômeno El Niño (Quadro 3) e que pode ser definido como um:

Fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias (INPE, 2016).

BOX 2 - Tipos de secas

Segundo Azevedo e Silva (1994 apud AZEVEDO, 2013), as secas são designadas em função dos fatores naturais que as causam, tais como: 1) O clima da região; 2) As distribuições espacial e temporal das precipitações; 3) A capacidade de armazenamento de água pelo solo; 4) As flutuações dos lençóis freáticos subterrâneos; 5) A qualidade de água armazenada à superfície ou corrente.

Vários autores, (WILHITE & GLANTZ, 1987; MCKEE et al., 1993; BYUN & WILHITE, 1999; HEIM JUNIOR, 2002; BLAIN & BRUNINI, 2005), classificaram as secas em quatro diferentes categorias, de acordo com seus efeitos: *Meteorológica*, *Agrícola*, *Hidrológica* e *Socioeconômica*. As definições caracterizam as secas como condições de insuficiência de água no solo, causadas por déficits de precipitação durante determinado período de tempo. A *seca meteorológica* resulta do efeito de fenômenos atmosféricos na redução da pluviometria da região, enquanto que a *seca agrícola* ocorre quando as disponibilidades hídricas do solo são inadequadas ou insuficientes para atender à demanda evaporativa dos campos cultivados. A *seca hidrológica* refere-se a períodos com níveis dos fluxos superficiais de água (rios, riachos e córregos) e dos reservatórios abaixo do normal (OLADIPO, 1985). E, por fim, a *seca socioeconômica* está associada ao efeito conjunto dos impactos naturais e sociais que resultam da falta de água, devido ao desequilíbrio entre o fornecimento e a procura dos recursos de água. (AZEVEDO, 2013, p. 155).

AZEVEDO, P. V. Caracterização das Secas. In: **Aplicações Ambientais Brasileiras com Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. Bernardo Barbosa da Silva (Organizador). Campina Grande: EDUFCEG, 2013. p. 153-176.

Quadro 3 – Ocorrência do El Niño.

Períodos ou Anos	
1877 – 1878	1888 – 1889
1896 – 1897	1899
1902 – 1903	1905 – 1906
1911 – 1912	1913 – 1914
1918 – 1919	1923
1925 – 1926	1932
1939 – 1941	1946 – 1947
1951	1953
1957 – 1959	1963
1965 – 1966	1968 – 1970
1972 – 1973	1976 – 1977
1977 – 1978	1979 – 1980
1982 – 1983	1986 – 1988
1990 – 1993	1994 – 1995
1997 – 1998	2002 – 2003
2004 – 2005	2006 – 2007
2009 – 2010	2012-2017?

Legenda:

Forte	Moderado	Fraco
-------	----------	-------

Fonte: INPE/CPTEC (2016) com modificações de Araújo e Lima, 2019.

6. Desertificação na Paraíba

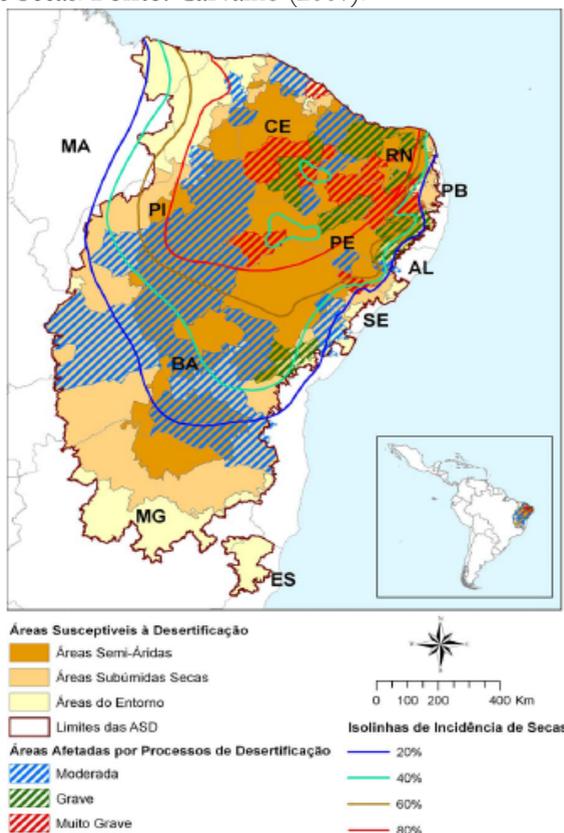
Como já discutido em capítulos anteriores, a **desertificação** é o termo usado para indicar o processo de degradação das terras secas, resultante de fatores climáticos e atividades humanas. O Estado da Paraíba possui mais de 86% do território inserido na Região do Semiárido Brasileiro, e esta é considerada a área mais susceptível ao processo de desertificação.

Estudos indicam que estas áreas se encontram em situação crítica, porque o modelo de exploração e degradação dos recursos instalados desde o período colonial trouxe graves consequências ao ambiente. A região do Cariri, por exemplo, é uma das mais vulneráveis a este processo na Paraíba (Figura 8). Segundo Sales:

A ocupação dessa região ocorreu sempre em uma perspectiva de exploração excessiva, levando inclusive à exaustão de parte dos recursos naturais. Deve-se considerar ainda que, aliada a essa exploração predatória, estabeleceu-se uma estrutura social concentradora de renda e de poder, responsável pela relativa estagnação e baixos índices sócio-econômicos registrados na região (SALES, 2002, p. 116).

A suscetibilidade do ecossistema Caatinga ao processo de desertificação se dá devido à dinâmica natural e de seus processos de regeneração não serem respeitados. Também porque este vem sendo explorado desde o período colonial, quando foi introduzido um modelo de exploração baseado na pecuária extensiva e na agricultura de subsistência, desconsiderando o meio natural e sua dinâmica. Esta forma de ação sobre a caatinga provocou a degradação das terras e as queimadas sucessivas, antes do plantio, e o desmatamento alteram e comprometem a dinâmica do meio natural, trazendo impactos nos solos e recursos hídricos (Figura 8).

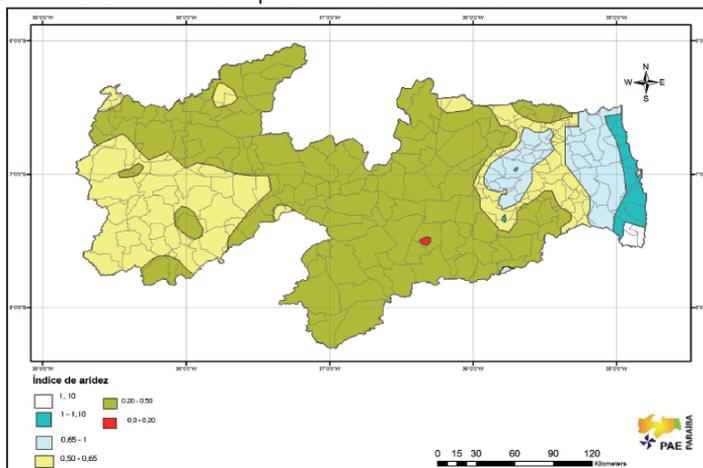
Figura 8 – Áreas Suscetíveis a Desertificação e Áreas Afetadas por Processos de Desertificação no Nordeste, no Contexto das Isolinhas de Incidência de Secas. **Fonte:** Carvalho (2007).



O índice de aridez é o principal indicador preliminar para apontar a suscetibilidade de uma área ao processo de desertificação. Este índice é definido pela razão entre a precipitação e a evapotranspiração potencial de um lugar ($I_a = P/ETP$). Segundo PAE-PB (2011), o índice de aridez foi desenvolvido por Thornthwaite em 1941 e aperfeiçoado por Penman em 1953. Vale salientar que embora algumas áreas possam ser suscetíveis não quer dizer que nelas esteja ocorrendo o processo de desertificação.

No estado da Paraíba a maior parte do território apresenta índice de aridez inferior a 0,65, o que indica que toda esta área é suscetível ou propensa ao processo de desertificação. No caso paraibano, somente algumas áreas como as zonas do Brejo, Litoral e Mata Paraibana apresentam índices superiores a 0,65; portanto, não são suscetíveis ao processo (Figura 9).

Figura 9 – Índice de aridez para o Estado da Paraíba.

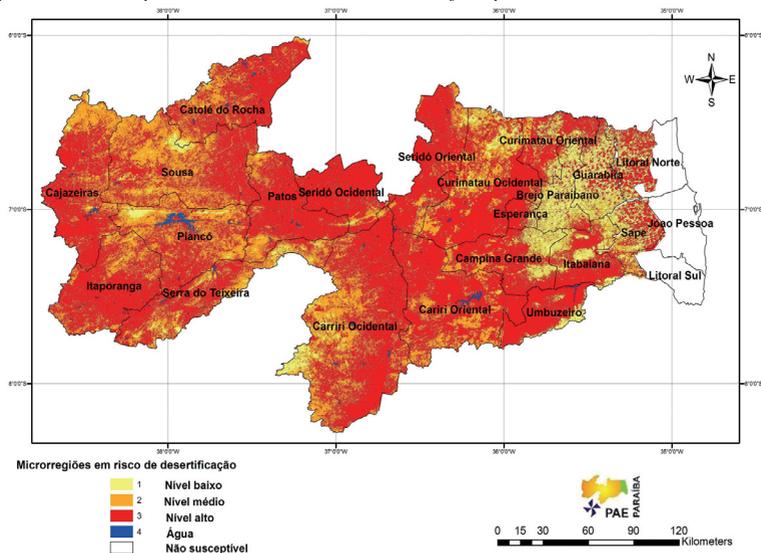


Fonte: Costa e Brito (2006) modificado por PAE – PB (2011).

Na Paraíba os níveis de desertificação estão associados às atividades humanas e a uma pré-disposição ecológica ao processo relacionada ao clima e os demais componentes do meio físico-ambiental. Entretanto, a ação intensiva do homem na exploração dos recursos naturais, principalmente atividades de agricultura,

pecuária e mineração têm sido o propulsores para desencadeamento da desertificação no estado da Paraíba. De acordo com a Figura 10 percebe-se que as áreas em processo de desertificação com níveis mais graves estão localizadas principalmente nas regiões da Borborema e Sertão paraibano.

Figura 10 – Mapa dos níveis de desertificação para o Estado da Paraíba.



Fonte: PAE-PB (2011).

Na tabela 2 estão distribuídas as mesorregiões do Estado da Paraíba e as áreas com os níveis de desertificação. Chama atenção que a Borborema é a mesorregião com maior percentual de áreas com nível alto de desertificação e que somado ao nível médio contabiliza 96,1 % de sua área territorial.

Tabela 2 - Níveis de Desertificação nas Mesorregiões da Paraíba.

Mesorregiões	Área (km ²)	Baixo (%)	Médio (%)	Alto (%)	Água (%)	Sem risco (%)
Mata	5.232,40	15,31	5,20	20,05	nc	58,44*
Agreste	12.914,07	22,80	21,59	55,36	0,25	0,00
Borborema	15.572,89	3,14	27,84	68,26	0,76	0,00
Sertão	22.720,48	2,62	38,65	57,43	1,30	0,00
Paraíba	56.439,84	8,56	28,66	56,48	nc	5,51

(*) abrange áreas de espelho d'água. nc – não calculado. Fonte: PAE-PB (2011).

Concluindo este capítulo, deve-se chamar atenção que o Estado da Paraíba apresenta alto e médio nível de desertificação em 84,14% de seu território, o que exige ações urgentes para planejar, recuperar as áreas em desertificação e ordenar as atividades humanas. Pois, do contrário, as conseqüências ambientais, econômicas e sociais podem ser calamitosas.

Referências e Bibliografia

AESA – AGÊNCIA DE GESTÃO DAS ÁGUAS da PARAIBA. Dados Pluviométricos da Paraíba, 2015. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa>>. Acesso em: 18/01/2017.

_____. Dados dos açudes Paraibanos, 2017. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa>>. Acesso em: 18/01/2017.

BRASIL - Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília: MIN/ Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional, 2005. 35 p.

CARVALHO, Otamar de. A Desertificação no Brasil e no Nordeste Brasileiro. **I Seminário Internacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Salvador-BA: Superintendência de Recursos Hídricos-SRH/Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Governo da Bahia, 19 a 21 de agosto de 2007. 19 p.

CASTRO, Antônio L. C.; CALHEIROS, L. B.; CUNHA, Maria I. R.; BRINGEL, Maria L. N. C. Manual de Desastres. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. Volume 1 – Desastres Naturais. 174 p.

CONTI, J. B. a questão climática do nordeste brasileiro e os processos de desertificação. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol. 1, N° 1, p. 7-14, dez. 2005.

FERREIRA, Antônio Geraldo, MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais Sistemas Atmosféricos Atuantes Sobre A Região Nordeste Do Brasil E A Influência Dos Oceanos Pacífico E Atlântico No Clima Da Região. **Revista Brasileira de Climatologia**, Vol. 1, Nº 1, p. 15-28, Dez. 2005.

GIRÃO, Osvaldo. Reconstrução do clima no nordeste brasileiro: secas e enchentes do século XIX. **Finisterra**, XLVII, 93, pp. 29-47, 2012. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2018). Dados dos municípios e estados brasileiros. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>. Acesso em: 29/05/2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE/ Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC. **El Niño e La Niña**. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 2 de abr. 2016.

Manual técnico de geomorfologia/IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, n. 5).

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL - MIN. **Anuário brasileiro de desastres naturais**: 2013./Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Brasília: CENAD, 2014. 106 p.

_____. Nova delimitação do Semiárido, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Desertificação**: histórico. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idestrutura=129&id_conteudo=6391>. Acesso em: 31 mar. 2010.

_____. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos

Hídricos. – Brasília: MMA, 2006. 104 p.

_____. **Resumos Executivos - Planos Estaduais do Programa Água Doce 2010 – 2019**. Brasília – DF: MMA/SRHAU, 2010. 375 p.

MOREIRA, Amélia Alba Nogueira. Relevô. In: **Geografia do Brasil: Região Nordeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. p. 1-45.

NIMER, E. **Desertificação: realidade ou mito?** Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, IBGE, v. 50, n.1, p: 7-39, 1988.

NIMER, Edmond. Climas. In: **Geografia do Brasil: Região Nordeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba: PAEPB/IICA; SCIENTEC – João Pessoa: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia. Superintendência de Administração do Meio Ambiente, 2011. 144 p.

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

SALES, Marta Celina L. Evolução dos Estudos de Desertificação no Nordeste Brasileiro. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, N° 11, p.115-126, 2002.

5. DESERTIFICAÇÃO: UMA ANÁLISE SOCIOECONÔMICA DA MESORREGIÃO PARAIBANA DA BORBOREMA (1990-2010)

Ricelli Cínthya Lopes Gomes
Ricardo Schmidt Filho

1. Introdução

O homem ao longo de sua existência sempre manteve uma relação de dependência com a natureza, sendo este o principal ator da transformação do seu habitat. Essas transformações vêm ocasionando problemas e perdas das mais diversas proporções ao meio ambiente.

Em meio aos vários problemas ambientais causados pela ação antrópica se destaca a desertificação que vem sendo estudada nos últimos anos por se tratar de um problema que traz prejuízo não só ao meio ambiente, mas também ao homem por depender dos recursos naturais. Esse fenômeno despertou a atenção da comunidade científica a partir da década de 1930, no entanto, somente no final da década de 1960 e 1970 quando ocorreram às secas na África, na região de Sahel foi que a população deu mais atenção para a gravidade do fato, pois estava afetando tanto o meio ambiente quanto os aspectos socioeconômicos.

O medo de que o cenário que se observava na África se expandisse para as demais regiões que apresentavam as características climáticas semelhantes à africana, fez com que; o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) realizasse em 1977, em Nairobi (Quênia) a Primeira Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação, com o objetivo de aprofundar, discutir e propor soluções para problemas socioambientais e combate a desertificação. Assim, o plano de ação de combate à desertificação, recebeu a adesão voluntária de vários países inclusive o Brasil.

Após várias reuniões internacionais para tratar sobre a

degradação ambiental, em especial o processo de desertificação, em 1992 o Brasil sediou a Conferência Internacional das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio 92, onde um dos primeiros resultados obtidos nesse encontro foi à elaboração da Agenda 21, que busca a construção de sociedades sustentáveis, com proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

No Brasil a região que apresenta uma maior área suscetível a desertificação é o Nordeste, sendo destaques os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí e Paraíba, tendo mais de 90% dos seus municípios nestas áreas, segundo dados do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado da Paraíba (PAE-PB, 2011).

A Paraíba está entre os estados com maior nível de desertificação, dentre os 223 municípios do estado, 208 se encontram em áreas com este problema, isso corresponde a 93,27% do território, destacando a mesorregião Borborema do estado da Paraíba por ser uma das regiões do semiárido onde a manifestação do processo de desertificação é mais intenso tendo em sua área um núcleo de desertificação. Apesar das vulnerabilidades sociais e ambientais dessa região, ainda são poucos os trabalhos desenvolvidos na área que contempla o tema proposto. Por isso, é de suma importância o estudo desse fenômeno nessa área.

Logo, o objetivo deste estudo é fazer uma análise dos impactos socioeconômicos que a desertificação impõe a municípios da Mesorregião Borborema entre 1990 e 2010 como também inferir os efeitos da desertificação sobre a qualidade de vida da população da mesorregião Borborema e identificar as políticas públicas no combate à desertificação.

2. Conceito, Causas e Consequências da Desertificação

Os motivos da ocorrência da desertificação são múltiplos e complexos. O processo de desertificação, por ser um processo social, é uma interação complexa de fatores físicos, biológicos, políticos, sociais,

culturais e econômicos, na qual as suas causas e consequências muitas vezes se confundem.

Quanto à essência do problema das regiões secas, onde se firma a desertificação, está relacionada com a falta de informação da grande maioria dos produtores rurais fazendo uso inadequado de técnicas de irrigação, ocasionando desperdício de água, e não tendo um adequado sistema de drenagem, provocando assim diminuição da produtividade e favorecendo a erosão (MARACAJÁ, 2007).

Além dos problemas citados no parágrafo anterior, também podemos destacar o pastoreio excessivo, as queimadas, desmatamento e concentrações populacionais como sendo as causas do processo de desertificação, as quais estão ligadas às ações humanas. (RODRIGUES, 1987, p. 63)

Como consequência da desertificação, segundo o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-BRASIL, 2004, p. 23), “As causas e, ao mesmo tempo, as consequências da degradação e da desertificação são, frequentemente, a pobreza e a insegurança alimentar combinadas com variações severas do ciclo hidrológico, como secas e enchentes”. Este fenômeno vem crescendo de maneira acelerada trazendo graves prejuízos para a humanidade, refletidas na diminuição da capacidade produtiva, acentuando o desemprego, a concentração de renda e o empobrecimento de um contingente significativo da população afetada, sendo uma das causas da migração. (OLIVEIRA et. al., 2009, p. 70)

Assim, a desertificação causa danos não só a população que habitam as áreas suscetíveis a desertificação, mas também as outras regiões que não estão diretamente ligadas ao problema, tendo em vista que a migração forçada na busca de melhores condições de vida ocasiona bolsões de pobreza em cidades que recebem esses imigrantes. (PAE-PB, 2011, p. 46)

Como a desertificação implica na perda de fertilidade do solo, isto é, a porção de terra cultivável vem diminuindo em algumas regiões, entendidas como regiões áridas, semiáridas e subúmidas

secas, a preocupação relacionada com o processo de desertificação está ligada à possível escassez dos recursos hídricos e ao aumento da população. Dessa forma, a demanda por alimento vem provocando importantes impactos nos recursos do solo nestas regiões, pois para suprir a necessidade de alimentos cada vez aumenta-se a pressão sobre a terra, utilizando técnicas que são ecologicamente inviáveis. (COOPER, 2008, p. 9)

Os problemas de ordem econômica causados pela degradação dos solos estão diretamente ligados ao setor agrícola, pois compromete a produção de alimentos, causando a diminuição da produção e acarretando em um alto custo de recuperação da capacidade produtiva.

2.1 Políticas Públicas no Combate à Desertificação

Por política pública entende-se que são a totalidade de ações, metas e planos que os governos (nacionais, estaduais ou municipais) traçam para alcançar o bem-estar da sociedade e o interesse público. (LOPES e AMARAL, 2008, p. 5)

A principal política direcionada ao combate à desertificação no Brasil é a Política Nacional de Controle da Desertificação – PNCD constituída pela Resolução nº 238 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA em 22 de novembro de 1997. Foi elaborada pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA, a qual tem sua base atrelada ao acordo internacional firmado com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável – PNUD, assinado em 1995. (PAE-PB, 2011, p. 61)

As políticas públicas de combate à desertificação foram implantadas no Brasil em 2004, com a elaboração do Plano de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-BRASIL), este documento segue as orientações da Conferência de Combate à Desertificação – CCD, tendo como finalidade a busca do desenvolvimento sustentável, nas áreas suscetíveis a desertificação.

As políticas de combate a desertificação disposta no PAN-

BRASIL estão pautadas em quatro eixos temáticos: Redução da Pobreza e das Desigualdades; Ampliação Sustentável da Capacidade Produtiva; Preservação, Conservação e Manejo Sustentável dos Recursos Naturais; Gestão Democrática e Fortalecimento Institucional. (PAN BRASIL, 2004, p. 92)

A prioridade de ações do PAN-BRASIL está concentrada nas zonas de clima semiárido e subúmido seco da região Nordeste, nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Também está inserido o norte de Minas Gerais, por apresentar características climáticas e uso do solo semelhante às encontradas no restante da área considerada suscetível à desertificação.

As iniciativas especificadas e detalhadas no PAN-BRASIL, com variado nível de abrangência, expressam, tanto quanto possível, as aspirações da população das ASD.

Diante disso, fez-se necessário estabelecer critérios precisos para a escolha de programas e projetos de combate à desertificação e mitigação dos efeitos das secas.

Nesta perspectiva, foram considerados prioritários os programas e projetos capazes de: 1) Atender aos critérios da CCD; 2) Atender às demandas expressas na Declaração do Semi-Árido – DSA e nas propostas das oficinas estaduais; 3) Encontrar respaldo nas orientações estabelecidas no documento Orientações Estratégicas do Governo; 4) Adequar-se aos princípios e conceitos da Agenda 21 (Global e Brasileira) e 5) Atenderem às orientações da Conferência Nacional de Meio Ambiente. (PAN BRASIL, 2004, p. 91)

Quanto à redução da pobreza e da desigualdade, os estudos para elaboração do PAN-BRASIL, mostra que há uma relação intrínseca entre a pobreza, a desigualdade e o avanço dos processos de desertificação.

Tendo como objetivo garantir a segurança alimentar e o fortalecimento da agricultura familiar nas áreas suscetíveis a desertificação, o governo brasileiro apresenta uma série de programas e

ações, com destaque para os seguintes: i) Programa de Abastecimento Agroalimentar; ii) Programa Rede Solidária de Restaurantes Populares; e iii) Programa Acesso à Alimentação. Além desses, tem o programa fome zero e o programa garantia safra.

No âmbito da Fome Zero, está o Programa Alimentação Saudável e o Bolsa Família, onde o objetivo do primeiro é promover alimentação saudável no ciclo de vida, como também prevenir e controlar as doenças relacionadas à alimentação e nutrição no âmbito do SUS, além de combater a desnutrição. Este programa atua em todo território nacional, no Nordeste e no Vale do Jequitinhonha, no qual atende famílias com renda inferior a meio salário mínimo per capita, gestantes, mães em fase de amamentação e crianças de zero a seis anos. Enquanto que a Bolsa Família objetiva a implantação de transferência direta de renda para beneficiar pessoas em condições de pobreza e extrema pobreza.

O seguro safra tem o objetivo de oferecer renda mínima aos agricultores de base familiar que tenham tido prejuízo de 50% ou mais de suas plantações devido à estiagem, nos municípios que tenha sido decretado estado de emergência ou calamidade pública reconhecido pelo Governo Federal. Esse programa visa a tranquilidade e segurança para o exercício das atividades agrícolas na região semiárida brasileira, garantindo ao agricultor receber um benefício no período de seca, para o sustento da família, durante seis meses. (PAE-PB, 2011, p.70)

Para reduzir as vulnerabilidades socioeconômicas das regiões com maior incidência de secas, foi criado em 2008, o Programa Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Semiárido – CONVIVER. O programa pretende contribuir com a sustentabilidade de atividades econômicas para a inserção produtiva da população a partir de ações de desenvolvimento regional que visam à dinamização de arranjos, setores e cadeias produtivas regionais, articuladas com as ações de implantação de infraestrutura hídrica. (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2013).

Quanto à escassez de água no semiárido, destacam-se os

seguintes programas: o Programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semiárido Brasileiro – PROÁGUA, busca realizar o planejamento, a gestão, expansão e a otimização da infraestrutura hídrica; existe também o Programa Água Doce, que pretende garantir acesso a água de qualidade para todos do Nordeste semiárido e o norte de Minas Gerais. Além desses, tem o Programa Uma Terra e Duas Águas, que através da realização de cursos sobre gerenciamento de recursos hídricos, convivência com o semiárido e meio ambiente, ensina a população a aproveitar a água da chuva. O Programa Um Milhão de Cisternas também merece destaque, pois visa à construção de cisternas possibilitando uma maior estrutura hídrica de repartição da água. (PAE-PB, 2011, p. 72)

Além dos programas voltados para o semiárido, como visto anteriormente, tem alguns programas de cunho nacional, mais que beneficia diretamente a população que vive nas áreas suscetíveis a desertificação no semiárido nordestino, a saber: o programa nacional de produção e uso do biodiesel; programa luz para todos; plano Brasil sem miséria e o programa nacional de crédito fundiário.

Deste modo, percebe-se que existem várias e distintas políticas ligadas ao combate à desertificação e mitigação aos efeitos da seca, porém o que se verifica é que a desertificação só tem aumentado isso mostra que tem algo errado, seja com as políticas ou com a execução destas. De acordo com CARVALHO (2013), um mapeamento feito pelo Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites da Universidade Federal de Alagoas (Lapis), foi verificado através do cruzamento de dados dos últimos 25 anos, que os núcleos de desertificação que antes era composto por quatro núcleos, hoje têm sua composição seis núcleos desertificados. Sendo que os dois núcleos identificados estão localizados: um no estado da Bahia (Sertão do São Francisco), e o outro na Paraíba (Cariris Velhos), no caso da Paraíba trata-se de um prolongamento que une o núcleo do Seridó à microrregião de Patos, passando pela dos Cariris Velhos, na Mesorregião Borborema.

2.2 Desertificação no Brasil: Paraíba e Mesorregião da Borborema

No Brasil, assim como no cenário mundial, o processo de desertificação é uma realidade bem clara. Fazendo algumas regiões do país vítimas desse processo de degradação. As áreas suscetíveis a desertificação concentram-se nas zonas de clima semiárido e subúmido seco da Região Nordeste, em terras dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Além destas, o norte de Minas Gerais, por apresentar características climáticas propensas a esse tipo de degradação, também foi incluído (PAN BRASIL, 2004).

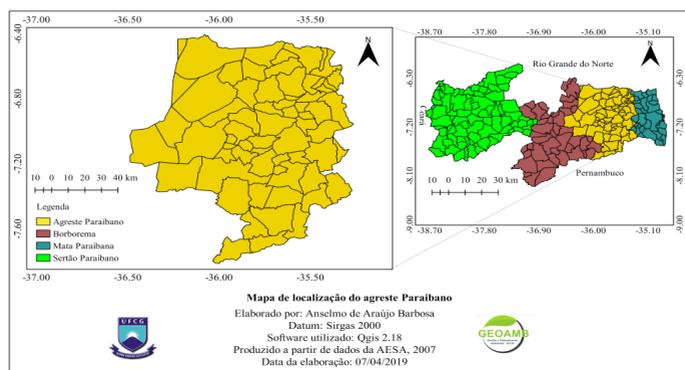
Dentre as regiões que sofrem as consequências da desertificação está a Paraíba, que tem 97,78% do seu território situado no chamado “Polígono das Secas”, e apenas 2,22% em áreas úmidas e subúmidas, sendo o estado brasileiro com maior nível de desertificação, segundo dados da Organização Não Governamental Internacional *Greenpeace*. Segundo dados da Superintendência do Meio Ambiente na Paraíba (SUDEMA) mais de 50% do território paraibano possuem um grau muito alto de suscetibilidade à desertificação (ALVES et al., 2009).

Os maiores níveis de degradação no Estado da Paraíba estão localizados nas microrregiões da Mesorregião da Borborema (Cariri Oriental e Ocidental e Seridó Oriental e Ocidental) em algumas localizadas na Mesorregião do Sertão (especialmente Patos e partes de Catolé do Rocha, Piancó, Sousa, Itaporanga e Cajazeiras). Essas áreas têm como características terras predominantemente baixas localmente, ou seja, mais próximas aos cursos d’água, sendo de mais fácil acesso ao homem e as práticas agrícolas mais incipientes. (PAE, 2011, p. 24).

A mesorregião Borborema está localizada no Planalto da Borborema, entre o sertão e o agreste; é a região onde as chuvas são mais escassas e onde ocorre mais frequentemente o fenômeno das secas, que associada às atividades antrópicas têm resultado em intensos processos de desertificação. A economia está baseada principalmente na extração mineral, sisal, algodão e pecuária de caprinos.

Formada por 44 municípios que juntos ocupam uma área de 15.576,80 km², ou, 27,6% do estado da Paraíba (Figura 1). Sendo a mesorregião do Estado menos populosa, com uma população em torno de 298.263 habitantes. (IBGE, 2010)

Figura 1 – Localização da mesorregião da Borborema. Fonte: Barbosa, 2019.



A ocorrência da desertificação na Mesorregião Borborema, se registra pela utilização de práticas impróprias na mineração e na agropecuária, sem um devido manejo racional da caatinga, mas, sim, com uma forte agressão ao bioma, caracterizada pelo desmatamento ilimitado e irracional. (SOUSA et al., 2008, p. 198).

A retirada da cobertura vegetal também ocorre para a implantação da agricultura de autoconsumo ou para pecuária extensiva, que não tendo práticas de conservação ambiental, acaba comprometendo, a médio e longo prazo, as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, tornando essas áreas inviáveis para uma exploração sustentável no futuro, transformando-as em áreas desertificadas.

Então, chegou-se à conclusão que o manejo inadequado, as

constantes queimadas, a retirada da lenha, a garimpagem e a pecuária extensiva, agravados pelas mudanças climáticas, são assinalados como os principais causadores da degradação e extermínio da vegetação. No qual a consequência destas atividades é o avanço dos processos de desertificação que tem afetado as condições de vida das pessoas que dependem principalmente do setor primário. (NASCIMENTO, 2010, p. 54)

3. Aspectos Socioeconômicos da Mesorregião Borborema

Para mensurar os impactos sociais e econômicos causados pelo processo de desertificação na mesorregião Borborema foram utilizados alguns indicadores socioeconômicos.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um indicador que mede o desenvolvimento humano de um país ou uma região. Foi desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) como uma ferramenta de comparação entre os países. Para a aplicação desse indicador em nível municipal foram feitas algumas adaptações metodológicas e conceituais, assim, criou-se o IDHM- Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007, p. 76).

O IDH-M varia entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1 mais alto será o nível de desenvolvimento humano do município ou região. Assim, a classificação dos municípios foi dividida em três categorias conforme a tabela 1.

TABELA 1 - Classificação do IDH

Baixo	0 = IDH < 0,5
Médio	0,5 = IDH < 0,8
Alto	0,8 = IDH = 1

Fonte: Atlas das Áreas Suscetíveis a Desertificação no Brasil (2007).

A mesorregião Borborema apresentou um IDHM em 2010 de 0,599 considerado um IDHM médio de acordo com a classificação. Foi considerada a média dos 44 municípios que compõe a mesorregião Borborema, no entanto não se verifica em nenhum município um IDHM próximo da classificação mais elevada. Ficando a mesorregião Borborema abaixo da média do Brasil que é de 0,727 e um pouco superior a região semiárida (0,591). Em relação ao IDHM da Paraíba que é de 0,658, apenas dois municípios da mesorregião Borborema ficaram acima da média do Estado, são os municípios de Santa Luzia com índice de 0,682 e Várzea com 0,707, as quais estão inseridas na microrregião do Seridó Ocidental. Já o município de São João do Tigre (microrregião Cariri Ocidental) obteve o pior desempenho relacionado aos municípios da mesorregião Borborema, com índice de 0,552.

Com relação às microrregiões da Borborema, de forma geral a que obteve melhor resultado foi o Seridó Ocidental, e o resultado menos satisfatório o Seridó Oriental, conforme TAB. 2.

TABELA 2 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

Lugar	IDHM			IDH-R			IDH-L			IDH-E		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Brasil	0,493	0,612	0,727	0,647	0,692	0,739	0,662	0,727	0,816	0,279	0,456	0,637
Semiárido	0,291	0,425	0,591	0,416	0,481	0,563	0,565	0,659	0,757	0,113	0,247	0,488
Paraíba	0,382	0,506	0,658	0,515	0,582	0,656	0,565	0,672	0,783	0,191	0,331	0,555
Borborema	0,299	0,437	0,599	0,405	0,488	0,574	0,542	0,640	0,753	0,126	0,269	0,501
Cariri Ocidental	0,296	0,434	0,597	0,392	0,487	0,569	0,546	0,638	0,753	0,124	0,259	0,498
Cariri Oriental	0,304	0,446	0,597	0,432	0,494	0,579	0,55	0,649	0,757	0,122	0,278	0,487
Seridó Ocidental	0,331	0,479	0,637	0,399	0,496	0,590	0,555	0,664	0,767	0,168	0,339	0,575
Seridó Oriental	0,273	0,408	0,582	0,395	0,475	0,564	0,516	0,616	0,738	0,106	0,233	0,459

Fonte: Adaptado do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013).

Como dito anteriormente, os municípios de Santa Luzia e Várzea foram os destaques da mesorregião Borborema, sendo que a educação foi à dimensão que mais cresceu entre os anos 1991 e 2010, não apenas nessas duas localidades mais em todas as regiões estudadas. Na tabela 3, mostra a evolução do IDHM e seus componentes para os de 1991 a 2000 e de 2000 para 2010, respectivamente.

Através da tabela acima, observa-se que o IDHM teve uma evolução positiva em todas as regiões citadas, desde os anos de 1991 a 2010. Observa-se que o IDHM da mesorregião Borborema em 1991 (0,299) a 2000 (0,437) era considerado baixo desenvolvimento humano, elevando-se em 2010 (0,599) para classificação de médio desenvolvimento.

Embora a evolução nos anos 2000 a 2010 tenha sido menor que os anos 1991 e 2000, mostram que o IDHM das regiões supracitadas, especialmente a mesorregião Borborema tiveram uma evolução positiva.

Apesar de a mesorregião Borborema ter tido um aumento expressivo quanto ao IDHM, percebe-se que este aumento não foi o suficiente para alcançar a classificação mais elevada, o que mostra que ainda existe muito a se fazer para melhorar as condições de vida da população dessa região.

No que se refere à educação, pode-se dizer que a alfabetização é um fator decisivo para o desenvolvimento do indivíduo, assim como da sociedade como um todo, pois promove a socialização além de postos mais qualificados no mercado de trabalho, o que resulta em uma melhor qualidade de vida.

Deste modo, entende-se por alfabetizados pessoas que sabem ler e escrever pelo menos um bilhete simples.

TABELA 3 - Evolução dos componentes do IDHM (entre os anos 1991, 2000 e 2010)

	IDH-M		IDH-R		IDH-L		IDH-E	
	1991-2000 (%)	2000-2010 (%)	1991-2000 (%)	2000-2010 (%)	1991-2000 (%)	2000-2010 (%)	1991-2000 (%)	2000-2010 (%)
Brasil	24,13	18,79	6,95	6,79	9,81	12,24	63,44	39,69
Semiárido	46,04	39,05	15,62	17,04	16,64	14,87	118,58	97,57
Paraíba	32,46	30,03	13,00	12,71	18,93	16,52	73,29	67,67
Borborema	46,15	37,07	20,49	17,62	18,08	17,65	113,49	86,24
Cariri Ocidental	46,62	37,56	24,23	16,83	16,84	18,02	108,87	92,28
Cariri Oriental	46,71	33,86	14,35	17,21	18,00	16,64	127,86	75,18
Seridó Ocidental	44,71	32,98	24,31	18,95	19,63	15,51	101,78	69,62
Seridó Oriental	49,45	42,65	20,25	18,74	19,37	19,80	119,81	96,99

Fonte: Autoria própria.

Nesta seção, foi analisada a taxa de analfabetismo de pessoas com 15 anos ou mais, assim como a expectativa de anos de estudo e a taxa de frequência bruta ao fundamental.

Quanto à taxa de analfabetismo é o percentual das pessoas acima de 15 anos de idade que não são alfabetizadas, ou seja, 15 anos porque esta é a idade prevista para que a pessoa tenha concluído o ciclo de oito anos de estudos das séries do ensino fundamental. Presume-se que ao final desse período o indivíduo tenha adquirido habilidades mínimas de leitura e escrita.

Outro indicador importante é a frequência escolar. O acesso a educação em grandes sociedades, como um país, é medido através da taxa de matrícula, já em núcleos menores como os municípios esse indicador é menos eficaz, por isso, utiliza-se a frequência à sala de aula, que é obtido através de dados censitários.

TABELA 4 - Indicadores de Educação

	Taxa de analfabetismo – 15 anos ou mais			Expectativa de anos de Estudo			Frequência Bruta ao Fundamental		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Brasil	19,4	12,94	9,61	8,16	8,76	9,54	92,06	114,44	112,19
Semiárido	48,79	34,60	27,76	5,66	7,06	8,99	76,86	125,19	118,54
Paraíba	40,6	28,25	21,91	6,21	7,33	9,24	85,10	127,19	119,98
Borborema	44,50	30,66	24,77	5,49	7,32	9,14	88,54	129,65	118,95
Cariri Ocidental	45,03	31,52	23,49	5,64	7,12	9,05	89,78	127,06	117,81
Cariri Oriental	44,14	28,66	23,67	5,50	7,36	9,03	84,52	130,42	122,88
Seridó Ocidental	39,67	28,36	23,33	5,56	8,42	9,72	95,82	131,50	112,37
Seridó Oriental	47,21	33,25	26,76	5,15	6,91	9,08	86,68	132,26	120,25

Fonte: Adaptado do Atlas do Desenvolvimento Humano No Brasil (2013).

Assim, analisando a taxa de analfabetismo da mesorregião Borborema, verificou-se um avanço, pois a porcentagem de pessoas com 15 anos ou mais analfabetas vem diminuindo desde o ano 1991 a 2010. Em 1991, a taxa de analfabetismo de pessoas com 15 anos ou mais na mesorregião Borborema era de 44,50%, já em 2000 baixou para 30,66%, chegando em 2010 a 24,77%.

A taxa de analfabetismo da mesorregião Borborema apresentou um melhor resultado em relação à região semiárida que tem 27,76% da sua população pessoas acima de 15 anos analfabetas. Já se comparar com o Brasil, este resultado da mesorregião foi insatisfatório, uma vez que essa taxa para o Brasil foi de 9,61% em 2010. Em relação à Paraíba (21,91%), o resultado também não foi satisfatório, embora a Paraíba não tenha um resultado bom, a mesorregião ainda foi pior, sendo que a microrregião do Seridó Oriental apresentou a maior taxa de analfabetismo da mesorregião Borborema, conforme TAB 4.

O município que apresentou a menor porcentagem de analfabetos em 2010 foi Várzea (13,3%), este compõe a microrregião do Seridó Ocidental. Enquanto, o município de São João do Tigre (35,78%) localizada na microrregião do Cariri Ocidental foi à maior taxa de analfabetismo encontrada na mesorregião Borborema.

Ainda de acordo com a TAB 4, quanto aos anos de estudo, em 2010 a mesorregião Borborema (9,14) ficou abaixo da média do Brasil (9,54) e da Paraíba (9,24), no entanto, superou a média da região semiárida (8,99). Quanto às microrregiões supracitadas, mais uma vez a que obteve destaque foi a do Seridó Ocidental (9,72), sendo Várzea o município com maior expectativa de anos de estudo (10,34), e Ouro Velho, município da microrregião Cariri Ocidental com a menor expectativa de anos de estudo (6,98).

Quanto à taxa de frequência escolar esta teve um aumento significativo entre os anos de 1991 e 2000, mas entre os anos de 2000 e 2010 houve uma pequena queda. Contudo, a mesorregião Borborema, teve um desempenho de 118,95%, apresentando-se melhor do que o Brasil (112,19%) e a região semiárida (118,54%), ficando abaixo da média da Paraíba (119,98%).

O Cariri Oriental foi à microrregião que obteve a maior taxa de frequência bruta ao fundamental (122,88) ficando acima do Brasil, da região semiárida e do estado da Paraíba, já a microrregião com a taxa de frequência menor foi o Seridó Ocidental (112,37), o qual superou apenas o Brasil dentre as regiões já mencionadas.

Sendo assim, embora a educação tenha apresentado de forma geral uma melhoria, ainda são nítidas as desigualdades existentes, o que evidencia que muito ainda resta a ser realizado quanto à educação no Brasil, principalmente em lugares mais vulneráveis, como é o caso da mesorregião Borborema.

No que se refere à esperança de vida ao nascer, este indicador corresponde ao número médio de anos que se espera que as pessoas vivam a partir do nascimento, desde que as condições de mortalidade existentes se mantenham constantes.

Deste modo, foi observado que na mesorregião Borborema a esperança de vida ao nascer, entre os anos de 1991 e 2000 aumentou de 57,56 para 63,43, o que corresponde a um aumento de 10,20%, e em 2010 a esperança de vida ao nascer foi em média de 70,18, correspondendo a um aumento de 10,64% entre os anos de 2000 e 2010. O que se observa na mesorregião Borborema foi um aumento positivo em relação à esperança de vida ao nascer, a qual teve em 2010 um percentual de crescimento maior que o Brasil (7,77%), Semiárido (9,09%) e Paraíba (10,19%).

Dentre os municípios da mesorregião Borborema, o que apresentou a maior esperança de vida ao nascer foi Santa Luzia (73,23), enquanto que o município de Tenório (67,43) foi o que ficou com a menor taxa.

Em relação à mortalidade infantil, a mesorregião Borborema tem apresentado uma melhora, diminuindo de 79,87 em 1991 para 48,28 em 2000, reduzindo-se a 27,06 em 2010. Porém, em 2010 permaneceu acima da média nacional (16,70), ficou também acima da média do Semiárido (26,27) e da Paraíba, conforme Tabela 5.

Isso significa que nenhum dos municípios da mesorregião Borborema, não ficou abaixo da média do Brasil. Sendo, Santa Luzia (18,5) o município com menor taxa de mortalidade infantil e o município de Tenório (35,9) com a taxa mais alta da mesorregião Borborema.

Embora tenha ocorrido tendência de melhora dos valores deste indicador, os números ainda não são satisfatórios, mostrando que ainda existe muito a ser feito.

A taxa de fecundidade é uma estimativa do número médio de filhos que uma mulher teria até o fim de seu período reprodutivo.

Sendo assim, e de acordo com a tabela 5, percebe-se que esta tem um crescimento negativo em todas as regiões analisadas desde o ano 1991 a 2010.

No ano de 2010 a mesorregião Borborema apresenta-se com média abaixo apenas da região Semiárida. Dentre as microrregiões

estudadas apenas o Seridó Ocidental tem taxa abaixo da média nacional, do semiárido e da Paraíba.

Os municípios com as menores taxas são Várzea (1,49) e Gurjão (1,59), enquanto as maiores taxas são encontradas nos municípios de Prata (2,59) e Cubati (2,62).

É possível que essa tendência da taxa de fecundidade esteja relacionada com a urbanização e com a entrada da mulher no mercado de trabalho.

TABELA 5 - Indicadores demográficos da mesorregião Borborema para os anos de 1991, 2000 e 2010

	Esperança de vida ao nascer			Mortalidade Infantil			Taxa de Fecundidade		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Brasil	64,73	68,61	73,94	44,68	30,57	16,70	2,88	2,37	1,89
Semiárido	58,90	64,54	70,41	73,66	48,52	26,27	4,53	3,13	2,25
Paraíba	58,88	65,34	72,00	74,47	43,30	21,67	3,78	2,54	1,95
Mesorregião Borborema	57,56	63,43	70,18	79,87	48,28	27,06	4,38	2,93	2,14
Cariri Ocidental	57,80	63,32	70,18	78,68	48,53	26,98	4,20	2,98	2,19
Cariri Oriental	58,00	63,94	70,42	77,56	46,53	26,35	4,67	2,93	2,08
Seridó Ocidental	59,25	65,40	71,45	71,38	41,52	23,54	4,15	2,77	1,87
Seridó Oriental	56,01	62,08	69,28	87,85	53,40	29,75	4,30	2,92	2,31

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (2013).

No tocante à pobreza, foram selecionadas as medidas de renda *per capita*, que dimensiona o poder de compra de uma população. Neste caso, para retratar a pobreza, percebe-se a falta de recursos financeiros para atender as necessidades de bens e serviços essenciais.

Diante disso, o que se observa quanto à renda per capita da mesorregião Borborema é que ela apresentou uma evolução se comparar os valores dos anos de 1991, 2000 e 2010, seguindo a tendência do Brasil, do Semiárido e da Paraíba. A média dos municípios da mesorregião era de 102,62 em 1991, aumentando para 169,65 em 2000, chegando ao valor de 289,48 em 2010. Apesar dessa evolução na

renda per capita, a mesorregião ficou em 2010 muito abaixo da média nacional e estadual (793,87 e 474,94 respectivamente), posicionando-se acima apenas da região Semiárida.

Quanto às microrregiões da mesorregião Borborema, a que apresentou um melhor desempenho em 2010 foi o Seridó Ocidental (321,27), e a que teve o menor desempenho foi o Seridó Oriental (273,42) de acordo com a tabela 6.

TABELA 6 - Renda per Capita, Índice de Gini e Evolução do Índice de Gini

	Renda Per Capita			Evolução da Renda per Capita		Índice de Gini			Evolução do Índice de Gini	
	1991	2000	2010	1991-2000	2000-2010	1991	2000	2010	1991-2000	2000-2010
Brasil	447,56	592,46	793,87	32,37%	33,9%	0,63	0,64	0,60	1,58%	-6,25
Semiárido	113,46	167,54	273,34	47,66%	63,14%	0,52	0,56	0,52	7,69%	-7,14
Paraíba	196,59	299,09	474,94	52,14%	58,79%	0,64	0,63	0,61	-1,56%	-3,17
Mesorregião Borborema	102,62	169,65	289,48	65,32%	70,63%	0,50	0,50	0,49	0	-2%
Carií Ocidental	94,63	168,63	280,35	78,20%	66,25%	0,49	0,49	0,47	0	-4,08
Carií Oriental	119,70	176,62	298,51	47,55%	69,01%	0,47	0,49	0,46	0	-6,12
Seridó Ocidental	101,27	179,44	321,27	77,19%	79,04%	0,47	0,50	0,49	4,25%	-2
Seridó Oriental	95,83	155,76	273,42	62,53%	75,54%	0,49	0,50	0,48	6,38%	-4

Fonte: Atlas do Desenvolvimento no Brasil (2013)

Dentre os 44 municípios da mesorregião Borborema³⁴, o destaque em 2010 foi para Frei Martinho (405,38) sendo o município com a maior renda per capita, contudo esta localidade apresentou um índice de Gini no valor de 0,57 (o maior da mesorregião da Borborema), sendo 11,76% superior ao ano de 2000, isso significa que aumentou a concentração de renda no município. Já o município que apresentou a menor renda per capita foi São João do Tigre (207,42), o índice de Gini para este município é de 0,51, considerado uma alta

desigualdade, no entanto o que se observa neste município é que a renda ente os anos de 2000 e 2010 cresceu 57,75%, enquanto que o índice de Gini teve uma redução de 19,04%, ou seja, passou de 0,63 em 2000 para 0,51 em 2010, isso mostra que apesar de haver uma grande concentração de renda, teve uma pequena redistribuição.

Diante disso, o índice Gini mostra que na mesorregião Borborema embora tenha aumentado em termos de renda per capita, existe uma grande concentração de renda, isso pode ser observado na tabela acima (tabela 10), onde no período de 1991 e 2000 houve um aumento de 65,32% na renda per capita, no entanto, a evolução do índice de Gini também foi positivo, significando um aumento na concentração de renda. No período de 2000 a 2010, a renda da mesorregião cresceu 70,63% e o índice de Gini teve uma redução de 4%, porém não foi o suficiente para haver uma distribuição de renda satisfatória.

Já em relação à Paraíba, de forma geral, apresentou um aumento na renda per capita e um leve declínio na concentração de renda. Quanto às microrregiões supracitadas, estas tiveram um aumento na renda per capita, mas com relação à concentração de renda se mantiveram quase que estagnadas, principalmente a região do Cariri Ocidental e Cariri Oriental.

Sendo assim, partindo do nacional para o local que segue a mesma tendência, o aumento da renda per capita foi distribuído de forma desigual. Em outras palavras, houve um aumento da renda entre as camadas da população mais abastadas.

Quanto às atividades pessoais, a sociedade atual tem o trabalho como componente de forte centralidade, a partir do qual se organizam as relações sociais e econômicas, estruturando a vida cotidiana das pessoas e suas famílias, sendo o rendimento do trabalho fundamental, especialmente em relação à provisão do bem-estar e manutenção no padrão de vida.

No que se refere ao mercado de trabalho na mesorregião Borborema, foi observado que a taxa de atividade teve um aumento

de 2,12% no período de 2000 e 2010, ou seja, em 2000 essa taxa era de 59,27 e em 2010 foi de 60,53, ficando abaixo da média do Brasil (66,54) e acima da região semiárida (56,66) e da Paraíba (59,28). Observou-se também, que as microrregiões com as maiores taxas de atividade são o Cariri Ocidental (62,81) e o Cariri Oriental (60,95), as quais tiveram uma média maior que a Paraíba, Semiárido e a mesorregião Borborema ficando abaixo apenas da média nacional.

Dentre os 44 municípios que integram a mesorregião Borborema, o município de Baraúna (58,9) foi o que teve a menor taxa de atividade, mesmo assim ainda obteve um desempenho melhor que a região semiárida. Enquanto que São Sebastião do Umbuzeiro (72,15) foi o município com o maior percentual da população economicamente ativa.

Analisando a taxa de desocupação, verificou-se a tendência de redução em todas as regiões estudadas, diante disso, na mesorregião Borborema houve uma redução de 37,79% dessa taxa no período de 2000 e 2010. No ano de 2010 a taxa de desocupação da mesorregião Borborema (5,30) foi menor que a do Brasil (7,29), do Semiárido (7,63) e da Paraíba (8,52), onde a microrregião com a menor taxa foi o Cariri Oriental (4,22) e a maior o Seridó Ocidental (5,84).

Do ponto de vista municipal, a menor taxa de desocupação está no município de Barra de São Miguel (1,21), já Cubati (9,04) é o município com a maior taxa de desocupação da mesorregião Borborema.

Considerando o percentual dos empregos com carteira assinada da população com 18 anos ou mais, percebe-se que em 2010, na mesorregião Borborema (10,38) essa média é muito baixa se comparada com o Brasil (46,47) e com a Paraíba (23,71). Vale ressaltar, que a mesorregião Borborema manteve essa taxa estagnada entre os anos de 2000 (10,35) e 2010 (10,38). O município que obteve o menor percentual de empregos com carteira assinada foi Santo André (1,43), por outro lado Junco do Seridó (19,8) foi o município com o maior percentual de carteira assinada na mesorregião Borborema.

Com relação à porcentagem dos empregos sem carteira assinada da população com 18 anos ou mais da mesorregião Borborema (34,02) em 2010, como era de se esperar ficou acima da média nacional (19,33), da região semiárida (32,93) e da Paraíba (27,34), conforme TAB 7.

Com relação aos municípios da mesorregião Borborema, o que apresentou a menor taxa de empregos sem carteira assinada foi o município de Livramento (18,26), já o município de São Domingos do Cariri (49,53) obteve o maior percentual.

O que os dados sobre o mercado de trabalho mostram em relação à mesorregião Borborema, é uma grande vulnerabilidade da população desta localidade, uma vez que, uma significativa parcela da população apesar de exercer alguma atividade, estas não têm seus direitos trabalhistas preservados, já que, o percentual de pessoas sem carteira assinada é muito alto comparado a taxa de atividade.

A análise de indicadores das condições habitacionais é fundamental por fornecer informações que contribuem para o maior conhecimento do nível de qualidade de vida da população local, haja vista ser de grande importância a questão do acesso aos serviços essenciais, como o saneamento básico.

Analisando as condições habitacionais na mesorregião Borborema, foi verificada uma melhoria em alguns dos indicadores.

Quanto ao percentual da população em domicílios com água encanada foi possível perceber que em 1991 a situação era muito precária, pois apenas 25,27% da população tinham acesso a água encanada, muito abaixo da média nacional (71,31%) e da estadual (50,47), todavia, a mesorregião Borborema teve um desempenho melhor que a região semiárida (25,27%). Analisando a evolução dessa variável para o período de 1991 e 2000, notou-se uma evolução positiva em todas as regiões citadas, no caso da mesorregião Borborema obteve um crescimento de 54,37%.

TABELA 7 - Taxas de atividade e desocupação e percentual dos empregos com e sem carteira assinada

	Taxa de atividade 18 anos ou mais		Taxa de desocupação 18 anos ou mais		% dos empregos com carteira 18 anos ou mais		% dos empregos sem carteira 18 anos ou mais	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Brasil	65,69	66,54	13,82	7,29	38,02	46,47	22,40	19,33
Semiárido	58,33	56,66	9,77	7,63	11,43	15,97	28,20	32,93
Paraíba	59,79	59,28	13,40	8,52	23,71	28,39	25,02	27,34
Mesorregião Borborema	59,27	60,53	8,52	5,30	10,35	10,38	27,58	34,02
Cariri Ocidental	60,99	62,81	8,73	5,70	8,58	8,66	26,29	31,68
Cariri Oriental	55,58	60,95	8,74	4,22	8,76	8,14	31,61	37,61
Seridó Ocidental	59,10	57,18	9,57	5,84	17,26	15,29	30,09	37,43
Seridó Oriental	61,06	57,90	7,11	5,63	11,21	13,37	22,96	31,36

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013)

Em 2010, a região semiárida (70,61%) teve um desempenho melhor que a mesorregião Borborema (58,10%) ficando esta última abaixo da média do Brasil (92,72%), do Semiárido (70,61%), e da Paraíba (81,96%).

Quanto às microrregiões a que teve um maior percentual da população em domicílios com água encanada em 2010 foi o Seridó Ocidental (74,82%), já, o que teve a menor média foi o Seridó Oriental (48,23%). O município de Coxixola apresentou um percentual de 93,2%, sendo a maior taxa da mesorregião Borborema, enquanto que o município de Baraúna teve o pior desempenho (0,15%).

O percentual da população com acesso a instalações sanitárias em 1991 ainda foi inferior que o acesso a água encanada na mesorregião

Borborema, no entanto, também apresentou uma evolução positiva.

Nos períodos de 1991 e 2000 a mesorregião Borborema cresceu 59,07% a quantidade de pessoas com instalações sanitárias, no período posterior de 2000 e 2010 esse crescimento foi de 70,80%.

Em 2010, a mesorregião Borborema (60,21%) teve um desempenho inferior ao do Brasil (87,16%), ao da região Semiárida (63,65%) e da Paraíba (78,91%). Os melhores e os piores resultados foram atribuídos aos municípios de Frei Martinho (86,6%) e Baraúna (16,26%) respectivamente.

Quanto à coleta de lixo e o acesso a energia elétrica, essas variáveis foram as que apresentaram um melhor desempenho na mesorregião Borborema, como pode ser visto na TAB 8.

Em 1991, manteve-se acima apenas da região semiárida, já em 2010, a mesorregião Borborema (97,10%) apresentou o melhor desempenho se comparado ao Brasil (97,02%), ao Semiárido (93,10%) e a Paraíba (96,50%).

Considerando os 44 municípios da mesorregião Borborema³⁷, apenas nove abrangem 100% da população em domicílios com coleta de lixo, são eles: Santo André, Caraúbas, Riacho de Santo Antônio, Barra de São Miguel, Juncó do Seridó, Monteiro, Gurjão, Várzea e Frei Martinho. O município de Salgadinho alcançou a menor taxa (75,24%).

Quanto ao acesso à energia elétrica na mesorregião Borborema, este conseguiu o melhor desempenho em relação aos indicadores citados anteriormente no ano de 2010, chegando ao percentual de 99,20% da população com acesso a energia elétrica.

Apesar da evolução nos indicadores relacionados a habitação, os resultados ainda não são satisfatórios, isso porque existem uma grande parcela da população da mesorregião Borborema sem acesso a água encanada e instalações sanitárias, o que demonstra a fragilidade da região.

As vulnerabilidades mostram o grau de pobreza de uma determinada região, assim como sua insegurança e sua incapacidade de por si só fazer mudanças significativas. Sendo assim, entende-se por

vulnerabilidade as características de uma pessoa ou grupo do ponto de vista de sua capacidade para antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se do impacto de uma ameaça natural. (MARACAJÁ, 2007, p. 58)

De acordo com MARACAJÁ (2007), a vulnerabilidade social refere-se ao baixo grau de organização das comunidades pobres que impede sua capacidade de prevenir, mitigar ou responder a situações de desastre.

TABELA 8: Características da Habitação na mesorregião Borborema

	% da população em domicílios com água encanada			% da população em domicílios com banheiro e água encanada			% da população em domicílios com coleta de lixo			% da população em domicílios com energia elétrica		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Brasil	71,31	81,79	92,72	66,97	76,72	87,16	77,93	91,12	97,02	84,84	93,46	98,58
Semiárido	23,63	40,54	70,61	19,98	34,06	63,65	40,52	73,02	93,10	49,08	76,53	96,05
Paraíba	50,47	65,32	81,96	46,94	60,28	78,91	66,80	87,81	96,50	72,53	94,45	99,43
Mesorregião Borborema	25,27	39,01	58,10	22,16	35,25	60,21	53,09	84,00	97,10	48,36	88,96	99,20
Cariri Ocidental	23,86	41,48	62,34	20,97	34,83	61,82	52,74	80,73	97,33	45,86	86,94	99,40
Cariri Oriental	22,26	35,42	51,14	18,00	32,30	58,35	32,80	87,67	98,14	48,65	93,15	99,00
Seridó Ocidental	39,37	53,38	74,82	35,17	49,96	71,40	64,19	81,40	95,33	55,49	91,88	98,64
Seridó Oriental	22,56	29,55	48,23	21,27	30,15	52,18	73,43	87,05	96,46	47,93	85,21	99,43

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013).

Dentro desse contexto, foram analisadas algumas das vulnerabilidades da população da mesorregião Borborema, o qual mostrou a fragilidade dessa região.

Diante disso, a análise feita sobre o percentual de pessoas de 15 a 24 anos em que não estudam nem trabalham e são vulneráveis a pobreza, foi observado que na mesorregião Borborema houve

uma redução no período de 2000 e 2010 de 14,28%. Sendo que, em 2010 a mesorregião Borborema tinha 20,52% de jovens sem estudar e sem trabalhar, ficando com uma média mais elevada que o Brasil (11,61%) e Paraíba (18,98%), posicionando abaixo da região semiárida (22,55%). Do ponto de vista das microrregiões, os dados são ainda mais preocupantes, principalmente na microrregião do Seridó Oriental que tem a média mais alta em relação às regiões citadas, conforme os dados da tabela 9.

TABELA 9: Indicadores de vulnerabilidade quanto à educação e trabalho

	% de pessoas de 15 a 24 anos em que não estudam nem trabalham e são vulneráveis a pobreza *		% de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal	
	2000	2010	2000	2010
Brasil	15,40	11,61	48,71	35,24
Semiárido	23,92	22,55	79,22	63,69
Paraíba	22,57	18,98	64,99	50,86
Mesorregião Borborema	23,94	20,52	77,77	63,93
Cariri Ocidental	23,39	19,20	78,77	64,88
Cariri Oriental	22,92	20,03	78,69	65,38
Seridó Ocidental	24,62	21,69	70,94	56,57
Seridó Oriental	25,91	22,87	79,20	65,09

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013). *Dados não disponíveis para 1991.

Quanto aos municípios³⁸ da mesorregião Borborema o que apresentou o maior percentual de pessoas entre 15 a 24 sem trabalhar e sem estudar foi o município de Baraúna que apresentou uma taxa de 30,16 % de pessoas na situação citada. Quanto ao município com o menor percentual cita-se Parari (12,41%), no entanto percebe-se que este ainda fica acima da média nacional, apontando assim a vulnerabilidade da mesorregião Borborema.

No tocante ao percentual de pessoas com 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal, nota-se a grande vulnerabilidade da mesorregião Borborema, pois apesar de ter havido uma redução nessa variável de 17,80% entre os anos de 2000 e 2010, a média ainda é alta, o que pode ser visto na tabela 14. No ano de 2010 a mesorregião Borborema apresentou uma média de 63,93%, sendo considerada a maior média quando comparado com Brasil (35,24%), Semiárido (63,69%) e Paraíba (50,86%). Nesta variável, a microrregião com maior percentual foi o Cariri Oriental (65,38%) e o menor foi o Seridó Ocidental (56,57%).

Do ponto de vista dos municípios da mesorregião Borborema, os dados ainda são mais alarmantes, principalmente em São José dos Cordeiros que apresentou um percentual de 76,44% de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal. Já o município de Várzea (47,2%) obteve a menor média.

Analisando os dados referentes ao percentual de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos, a mesorregião Borborema apresentou uma evolução positiva entre os anos de 1991, 2000 e 2010. No entanto, como pode ser visto na tabela 15, a mesorregião Borborema (5,31%) apresentou um percentual mais elevado que a média nacional (2,42%) e a média estadual (4,73%), ficando um pouco abaixo da média do semiárido (5,77%). Dentre os municípios que integra a mesorregião Borborema, Zabelê apresentou o melhor desempenho, com apenas 1,8 % das pessoas em domicílios vulneráveis a pobreza e dependentes de idosos. Já o maior percentual foi para o município de Baraúna com 9,58% das pessoas na referida situação.

Quanto ao percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitários inadequados, nota-se que a mesorregião Borborema apresentou uma evolução positiva entre os anos de 1991 e 2010, reduzindo este percentual em 58,15%, já no período de 2000 e 2010 o percentual aumentou em 6,19%. Permanecendo uma diferença significativa em relação às outras regiões

citadas, pois em 2010 alcançou o índice de 22,46% sendo a região com o maior percentual. Analisando a mesorregião Borborema partindo das suas microrregiões, o que se observou na microrregião do Seridó Oriental foi um percentual muito elevado com valores em torno de 29,99%. No entanto, a situação mais dramática é a do município de Santo André atingindo 66,34% das pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitários inadequados. Por outro lado, Coxixola teve o menor percentual, apenas 1,67%.

Diante dos dados apresentados, verificou-se que a mesorregião Borborema é muito vulnerável e precisa com urgência de políticas públicas que minimizem, de forma eficiente, as carências e privações das famílias, ou seja, políticas que gerem renda e melhorem a qualidade de vida das famílias da região.

TABELA 10: Indicadores de Vulnerabilidade quanto à renda e habitação

	% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos			% de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitários inadequados		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Brasil	3,38	3,41	2,42	10,39	8,91	6,12
Semiárido	8,20	8,59	5,77	48,68	19,94	16,98
Paraíba	7,49	7,42	4,73	29,80	14,53	11,75
Mesorregião Borborema	10,38	8,63	5,31	50,54	21,15	22,46
Cariri Ocidental	11,58	8,59	5,91	50,34	15,73	18,66
Cariri Oriental	9,12	8,51	5,04	45,44	25,62	26,20
Seridó Ocidental	10,88	8,65	4,79	45,62	18,16	14,43
Seridó Oriental	9,44	8,75	4,89	61,00	27,40	29,99

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013).

Diante disso, o estudo da mesorregião Borborema através dos indicadores socioeconômicos mostrou a fragilidade da população dessa região, onde a desertificação impacta negativamente na qualidade de vida das pessoas, em particular sobre os que dispõem de menor poder

de compra, residentes no campo ou na cidade. Sendo o processo de desertificação um problema que afeta negativamente a produção agrícola e o desenvolvimento sustentável da população.

4. Considerações Finais

Com o desenvolvimento deste trabalho foi possível verificar que aliado as variações climáticas o homem se tornou o principal agente causador do processo de desertificação. Nesse contexto o homem acaba degradando o solo através de técnicas incorretas aplicadas na agricultura, além das atividades pastoris, irrigações e principalmente destruição da mata nativa. Isso tem causado ao longo dos anos a diminuição das terras férteis, o que, aliado ao aumento da demanda por alimentos, tem contribuído para aumentar a fome e desencadear importantes fluxos migratórios do campo para as cidades. Sendo o próprio homem atingido por suas consequências, já que é dependente dos recursos naturais.

Diante disso, o que se observou através do estudo feito sobre a mesorregião Borborema - PB, é que esta vem sendo explorada por atividades de baixo nível tecnológico e manejo inadequado, resultando numa relação extrema de dependência dos recursos naturais. As formas predatórias de exploração (pecuária extensiva, agricultura de sequeiro, mineração e desmatamento), associadas às condições naturais de alto risco (clima, solo, vegetação), produziram áreas de grande suscetibilidade ao processo de desertificação.

Sendo assim, verificou-se que a população da mesorregião Borborema é altamente vulnerável, isso significa que esta região tem um elevado nível de pobreza, ou melhor, a situação da população dessa região se constitui num estado permanente de debilidade socioeconômica, a qual é agravada quando ocorrem períodos de estiagens, já que, a atividade econômica predominante na mesorregião Borborema é a agropecuária.

Embora alguns indicadores tenham apresentado certa melhora entre os anos de 2000 e 2010, a mesorregião Borborema ainda se mostra muito carente de políticas públicas eficientes para o combate a desertificação e mitigação aos efeitos da seca. Por este motivo os dados socioeconômicos ainda estão muito aquém do considerado satisfatório para realização da cidadania plena. Deste modo, pode-se aceitar como verdadeira a hipótese de que a pobreza verificada na mesorregião Borborema tem uma ligação direta com o processo de desertificação.

Deste modo, faz-se necessário a criação e adoção de políticas públicas capazes de propiciar uma relação mais equilibrada entre as famílias rurais e o ambiente semiárido, sob pena da impossibilidade, em curto e médio prazo, de sua permanência no campo, pois quanto mais degradado estiver o meio ambiente, maiores serão as vulnerabilidades da sociedade e maiores os riscos a desastres.

Sendo assim, é importante ressaltar que o desenvolvimento sustentável deve ser prioridade na agenda de discussões e decisões dos administradores, planejadores públicos e tomadores de decisões políticas, uma vez que as ofertas geoambientais, com destaque para os recursos de água, solo e vegetação, são consideradas como insumos produtivos, concebidos como indispensáveis, principalmente à vida das pessoas.

Em suma, para frear o avanço do processo de desertificação, é necessário substituir as políticas públicas emergenciais viciosas e recorrentes por políticas públicas que visem o desenvolvimento sustentável, e que visem à mitigação dos efeitos da seca, assim como a implantação de uma infraestrutura que permita a convivência com o semiárido, e que promova a inclusão social, pela eliminação da pobreza.

Referências

ALVES, J. J. A.; SOUZA, E. N.; NASCIMENTO, S. S. **Núcleos de Desertificação no Estado da Paraíba**. R. RA'E GA, Curitiba, n. 17, p. 139-152, 2009.

CARVALHO, Cleide. **Desertificação já atinge uma área de 230 mil km² no Nordeste**. O Globo. 2013. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/amanha/desertificacao-ja-atinge-uma-area-de-230-mil-km-no-nordeste-8969806>> acesso em 12/07/2013.

COOPER, Miguel. **Degradação e Recuperação de Solos**. Universidade de São Paulo, 2008.

IBGE. **Síntese de Indicadores Sociais: uma análise da qualidade de vida da população brasileira**. 2010.

LOPES, Brenner; AMARAL, Jefferson Ney. *Políticas Públicas: conceitos e práticas*. Sebrae/MG, 2008.

MARACAJÁ, N. F. **Vulnerabilidades: A construção social da desertificação no município de São João do Cariri/PB**. Dissertação de mestrado, UFPB, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Atlas das áreas suscetíveis à desertificação no Brasil**. 2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/129_08122008042625.pdf> acesso em 28/06/2013.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO. **Cartilha Conviver**. Disponível em: <www.mi.gov.br/cartilha-conviver> 20/08/2013.

NASCIMENTO, Sebastiana Santos do. **A problemática da**

desertificação: um estudo de caso na mesorregião Borborema-Paraíba. UEPB. Guarabira. 2010.

PAE-PB. Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação aos Efeitos da Seca. João Pessoa, 2011. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/trabalhosTecnicos/trabalhos/arquivos/RelatórioPreliminar_15_PAE_PB_15_SET_2011.pdf> acesso 10/04/2013.

PAN-BRASIL. Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.

OLIVEIRA, E. M.; SANTOS, M. J.; ARAÚJO, L. E. **Desertificação e seus impactos na região semiárida do Estado da Paraíba.** *Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais.* Jan/abr. 2009.

RODRIGUES, S. **Desertificação: as relações entre suas causas e as atividades humanas.** *Interciencia,* v. 12, n. 2, p. 63-69, 1987.

SOUSA, R. F; FERNANDES, M. F; BARBOSA, M. P. *Vulnerabilidades, Semi-Aridez e desertificação: cenários de risco no Cariri paraibano.* *Revista Okara: Geografia em debate,* v.2, n.2, p. 128-206, João Pessoa-PB. 2008.

6. AVALIAÇÃO TEMPORAL DA DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CUITÉ-PB: INDICADORES ANTRÓPICOS E NATURAIS

Hígor Lins da Costa

1. Introdução

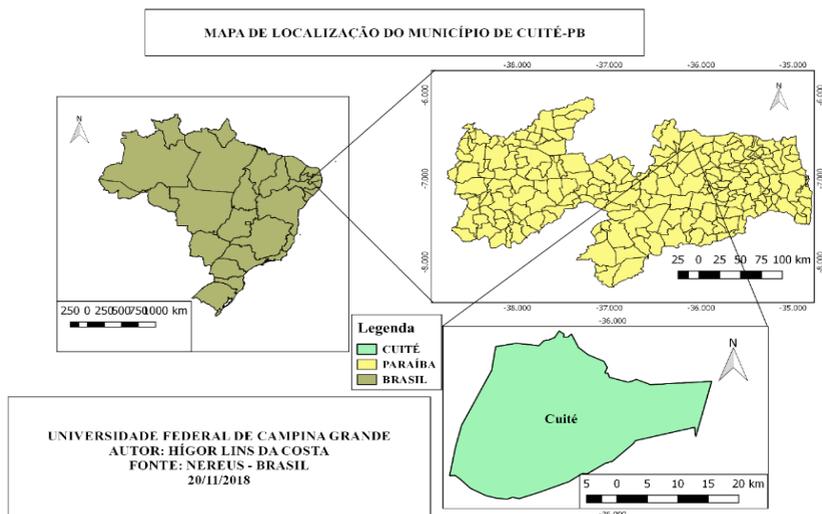
A discussão sobre a degradação do meio-ambiente refletindo na vida do ser-humano vem se amplificando nas últimas décadas. Os muitos anos de exploração indevida dos recursos naturais percorre uma tendência de problemas ambientais muito sérios, que se revertem em implicações negativas para as sociedades e os danos se agravam a partir das relações existentes entre os impactos de origem antrópica com os eventos climáticos extremos.

Quando se parte para uma análise mais específica, no caso do Semiárido brasileiro, o fenômeno da desertificação tem sido um impacto bastante representativo, dadas as formas de exploração desta região, com forte presença de extrativismo vegetal e mineral, da pecuária bovina e caprina e uma agricultura com espécies que não protegem o solo e, por vezes, promovem a erosão. Todos esses fatores são amplificados pelos longos períodos de estiagem que acometem, historicamente, a região e com a remoção da cobertura vegetal, o solo exposto tende a sucumbir aos efeitos erosivos.

O relatório “Mudanças de clima, mudanças e vida” afirma que cerca de 29% do território paraibano (áreas isoladas) está comprometido pelos impactos do processo de desertificação, afetando, direta ou indiretamente, a vida de mais de 653 mil pessoas. A Paraíba, segundo o Greenpeace, é o estado brasileiro com o maior nível de desertificação. Um dado mais alarmante, divulgado por um diagnóstico feito pela Superintendência do Meio Ambiente na Paraíba (SUDEMA-PB, 2008), conclui que quase 60% do território do estado (área total propensa dentro do estado) encontra-se com alto grau de desertificação.

A maior parte do território de Cuité está inserida no Agreste (figura 1), e isto vem a ser refletido nas resultantes de precipitação, temperatura e altimetria, fatores físicos e climáticos que influenciam na propensão da área ao processo de desertificação. O que “esconde” ou disfarça a apresentação deste fenômeno no município é o fato de que o posto meteorológico se localiza na sede municipal, abarcando apenas os dados da pequena parte da área localizada no ramal do planalto da Borborema, apresentando assim maiores precipitações e temperaturas mais amenas, caracterizando um microclima em relação ao clima semiárido predominante no restante da área do município.

Figura 1 – Mapa de Localização do Município de Cuité-PB



Desenvolvido por: Hígor Lins da Costa (2018).

O objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos do fenômeno da desertificação no município de Cuité-PB, analisando indicadores antrópicos e naturais em uma escala temporal de 30 anos (1988-2018). Os valores de precipitação e de evapotranspiração serão utilizados no cálculo do índice de aridez (IA) e, a partir destas informações, incluir

outros indicadores para verificar a susceptibilidade à desertificação em Cuité.

A base metodológica para diagnosticar a propensão à desertificação no município de Cuité se deu através da análise de alguns indicadores, como: a pecuária, o extrativismo vegetal, o clima e as características físicas do território, a resultante do índice de aridez e a análise temporal do NDVI, que é a abreviação da expressão em inglês para *Normalized Difference Vegetation Index*, o que equivale em português a Índice de Vegetação da Diferença Normalizada. Serve para analisar a condição da vegetação natural ou agrícola nas imagens geradas por sensores remotos, sendo utilizado o recorte temporal de 1988 até 2018, com intervalos de 10 anos, resultando em 4 mapas para análise.

As verificações visuais na análise dos mapas de NDVI apresentaram as alterações na vegetação que ocorreram em um intervalo de tempo de 30 anos, fazendo-se possível estabelecer os fatores que influenciaram em possíveis avanços e recuos nos percentuais das diferentes formas de apresentação de solo que abrangem a região, são elas: vegetação densa, vegetação arbustiva, vegetação gramínea (entende-se como vegetação herbácea), solo exposto e corpos d'água, que, somadas, resultam em 100% da ocupação do solo do município.

2. Referencial

O processo de desertificação é um fenômeno atual decorrente das atividades humanas e impulsionado pelas condições climáticas que propiciam um ambiente susceptível a este processo. No que se refere às bases conceituais da desertificação, duas formulações devem ser consideradas. Primeiro, a evolução bioclimática que tende a transformar uma região em deserto; e, segundo, as intervenções da sociedade que aceleram a substituição de uma paisagem vegetal em outra abiótica com uma geodinâmica nova. Os autores afirmam ainda que, não existe consenso relacionado a estas formulações (VERDUM et al., 2001).

Entende-se desertificação, definida pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação – UNCCD, como: “[...] a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas” (Ministério do Meio Ambiente, s/d, p. 1).

As primeiras formas de exploração que trouxeram grandes modificações ambientais na paisagem brasileira foram a agricultura e o pastoreio que viriam a ser utilizados como indicadores da propensão a desertificação em diversas áreas. Um país como o Brasil, com grande produção mineral e de economia baseada na agropecuária é também um causador de diversos impactos ambientais que degradam áreas nos mais variados biomas e ecossistemas. Esta forma de degradação do território brasileiro não é atual, vem desde os anos 1500 com a colonização (ARAÚJO, 2016).

O precursor das pesquisas sobre desertificação no Brasil foi Vasconcelos Sobrinho. Sua contribuição é imensurável, tendo iniciado, ainda nos anos 70, diversos estudos sobre as implicações do fenômeno no semiárido brasileiro, tendo definido os núcleos de desertificação, que consistem em áreas onde os impactos do processo seriam irreversíveis. Sobrinho contribuiu também com a preparação do Relatório Nacional, apresentado na Conferência de Nairóbi em 1977 (SALES, 2002).

Ao longo das décadas de 1980 e 1990, os estudos se intensificaram e a temática ganhou uma maior notoriedade, com destaque, nos anos 1980, para ações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), além da criação de grupos de estudos, voltados especificamente para a desertificação, em diversas universidades e centros de pesquisas. Após avaliação do PNUMA, no início da década de 1990, ficou decidido pelos países afetados pela desertificação que uma Convenção que tratasse desta problemática fosse estabelecida (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004; BARROS, 2010).

Mainguet (1994), com o objetivo de compreender e abordar as variações conceituais que estariam atreladas à construção das características do processo abordando as escalas temporais e espaciais, definiu cinco fases: 1ª conscientização, 2ª percepção exagerada do processo, 3ª dúvida sobre o processo, 4ª mito do crescimento do deserto e 5ª novo realismo.

A conceituação de Mainguet (1995) também é bastante interessante. Ela trata a desertificação como sendo um fenômeno que ocorre na escala temporal humana (de 25 anos); é irreversível, tem como efeitos, além da destruição do potencial ecológico da terra, a capacidade para manter as populações. A espacialidade do processo, para Mainguet, é ocorrente em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas.

Nimer (1988) propôs que os agentes causadores da desertificação seriam os antrópicos e climáticos, os mesmos apontados posteriormente por Conti (1989). Estes agentes seriam os processos de deterioração ambiental, mudanças climáticas e uso inadequado do solo pelo homem. As consequências são a baixa pluviosidade, mudanças do clima numa escala macrorregional, bem como as alterações ocorridas em áreas florestais sendo transformadas em desertos em áreas de domínios subúmidos e semiáridos das regiões quentes do mundo.

Conti (1989) fez suas considerações acerca do tema e apresentou a desertificação como sendo um fenômeno climático e antrópico, a escala temporal para este autor é o tempo humano e a espacial seria em áreas quentes do planeta, nos domínios subúmidos e semiáridos. A caracterização se daria pela escassez de recursos hídricos no sistema natural e a criação de condições semelhantes às de desertos, apresentando uma perda progressiva da produtividade dos ecossistemas.

3. Metodologia

Para aplicação do método, foram elaborados dois mapas para apresentação da situação do município de Cuité em relação aos indicadores utilizados na expressão que qualifica o índice de aridez. O primeiro mapa representa a média anual de evapotranspiração em todo o território Cuiteense. Para isso foi necessário utilizar técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, pois só assim se fez possível obter dados de localidades que não estão dentro da área de cobertura da estação pluviométrica que abrange a zona urbana do município. O segundo mapa traz dados de precipitação, formando assim a composição necessária para que se possa calcular o (Ia). Atréadas a estes dados, as informações de altimetria e temperatura fazem, mais à frente, uma terceira representação cartográfica, para que possa contribuir na análise dos resultados, comparando a relação existente entre os dados de precipitação, evapotranspiração potencial, altimetria e temperatura.

Para análise destes indicadores, foi preferível utilizar as três isolinhas de precipitação (P) com valores de 800mm, 700mm e 600mm, e, para cada uma dessas três áreas, estabelecer uma média da evapotranspiração potencial (ETP) utilizando as isolinhas que cortem as áreas delimitadas pelos valores de (P) com os valores de (ETP) correspondendo à 1.050mm, 1.100mm, 1.150mm e 1.200mm. Conseqüentemente, os demais dados são referentes a estas áreas para que fosse efetuado o cálculo e analisar os dados; poder-se-ia realizar o cálculo para qualquer ponto da área, no entanto, as três áreas representam bem as diferenças dos dados de acordo com posição geográfica.

Com relação aos indicadores antrópicos, como o extrativismo vegetal, a produção de lenha, a pecuária, relacionando o superpastoreio com a bovinocultura e a caprinocultura, foram feitas tabelas com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para o cálculo do índice de aridez (Ia) foram utilizados os

dados de Precipitação (P) e Evapotranspiração potencial (ETP) do projeto Banco de Dados Climáticos do Brasil (SENTELHAS et al., 1999) do site da Embrapa, onde constam informações sobre clima coletados da rede de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os valores da ETP foram retirados do balanço hídrico calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) e, de acordo com o projeto da Embrapa, a capacidade de água disponível (CAD) utilizada foi o valor de 100 mm e a evapotranspiração potencial estimada pelo método de Thornthwaite (1948). Esta base metodológica se apresenta como parte importante do trabalho, pois a partir dela pode-se definir, não só como se caracteriza a área, como também o nível de risco a desertificação que a área apresenta (tabela 1).

Tabela 1 – Índice de aridez e níveis de risco à desertificação

Índice de aridez	Nível de risco para desertificação
0,05 – 0,20	Muito alto
0,21 – 0,50	Alto
0,51 – 0,65	Moderado

Fonte: CONAMA (1997).

Para os demais indicadores, as análises foram feitas com base em mapas de Precipitação, Evapotranspiração, Temperatura, Altimetria e de NDVI, além da resultante do cálculo de P/ETP, para análise do Índice de Aridez. Para análise do NDVI, quatro mapas foram confeccionados, tomando por base o sistema de sensoriamento remoto, utilizando as bandas 3 e 4 do satélite Landsat 5, analisando a situação da vegetação nos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018.

Para confecção dos mapas, utilizou-se o software Quantun Gis (Qgis) versão 2.18, onde foi feito o tratamento de imagens de satélites e shapefiles, objetivando uma maior precisão nas informações atribuídas ao município. O NDVI é um modelo matemático obtido pela divisão de duas ou mais bandas espectrais da imagem de satélite e a resultante

consiste na descrição da atividade fotossintética de determinada área. O cálculo para obtenção dos valores de NDVI é feito através de uma ferramenta do programa Qgis chamada calculadora raster. A fórmula para constatação dos resultados é:

$$\text{NDVI} = (\text{Infra Vermelho} - \text{Vermelho}) / (\text{Infra Vermelho} + \text{Vermelho})$$

Utilizou-se os registros históricos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para coletar as imagens de satélites referentes aos últimos 30 anos (1988 – 2018) para que se pudesse diagnosticar as alterações que ocorreram na vegetação durante esse período, podendo identificar, através do conceito de Mainguet (1995), se as terras se recuperaram ou mantiveram-se degradadas.

Com auxílio do aplicativo do *Google Earth*, foram trabalhadas quatro imagens de satélites, correspondendo aos mesmos anos em que foram analisados os dados de NDVI (1988, 1998, 2008 e 2018), com destaque para o maior reservatório do município, o Boqueirão do Cais, ou Açude do Cais, para verificar como a configuração do Açude se comportou nesse período histórico.

Para confirmação da análise das imagens de satélite do Açude do Cais, foram utilizados os dados referentes a capacidade total e a parcial em m³, comparando os níveis pluviométricos e a relação entre estes níveis e o volume do Açude. A partir dos dados de NDVI, foi possível relacionar também as alterações na vegetação com as alterações hídricas do reservatório. Estes dados foram obtidos no Banco de Dados da Agência Executiva de Gestão das Águas (AES-A-PB). A AESA também disponibilizou um gráfico contendo toda a evolução do volume do Açude para os últimos 10 anos (2008 – 2018), sendo esta uma informação muito importante para compreender como as alterações na vegetação impactam diretamente o dia a dia de uma sociedade, pois o abastecimento de água do município está ligado a estes fatores.

Para alcançar as resultantes esperadas, com níveis de confiança elevados, foi preciso estabelecer o ponto e a órbita do satélite que correspondem a imagem que abrange o município. Para que houvesse uma abrangência total da área de Cuité, foi necessária a utilização de duas imagens e, conseqüentemente, dois pontos em uma órbita, então as informações dos dois pontos foram baixadas e depois fusionadas. Os pontos foram o 64 e o 65 e a órbita, a 215, o sensor TM e o satélite foi o Landsat 5, como dito anteriormente.

Os mapas de evapotranspiração e de precipitação também acompanharam o sistema de imagens de satélite do Landsat 5, e o tratamento das imagens também foi feito através do Qgis. Estas informações são muito importantes para o trabalho pois, a partir delas, foram estabelecidos os valores para o cálculo do índice de aridez e, também, para identificar em quais partes dos município encontravam-se os maiores e os menores índices, podendo, assim, compará-los com as resultantes do NDVI.

Um ponto importante na análise dos mapas de NDVI, é no que diz respeito a representação cartográfica dos corpos d'água, pois podem causar uma certa impressão equivocada, devido a cor em que se apresenta. O satélite utilizado mede a cor e a umidade do terreno, então o que era um corpo d'água em um determinado período chuvoso, pode não ser em um período de estiagem. Algumas vezes, o Landsat 5, na representação do NDVI, apresentou uma área de cultivo irrigado como sendo um corpo d'água, dada a umidade presente na terra.

Outro fator que requer atenção, são as nuvens presentes nas imagens de satélites. Mesmo escolhendo as melhores imagens, em períodos onde o céu está menos nebuloso, é praticamente impossível que não haja pequenas distorções nos resultados de NDVI, porque a área do município de Cuité tem grande presença de nuvens na maior parte do ano. Cabe ressaltar que esta leve interferência não altera a interpretação dos mapas, bem como também, não interferem nas análises dos impactos ocorridos na vegetação nas quatro representações comparadas.

4. Resultados e Discussão

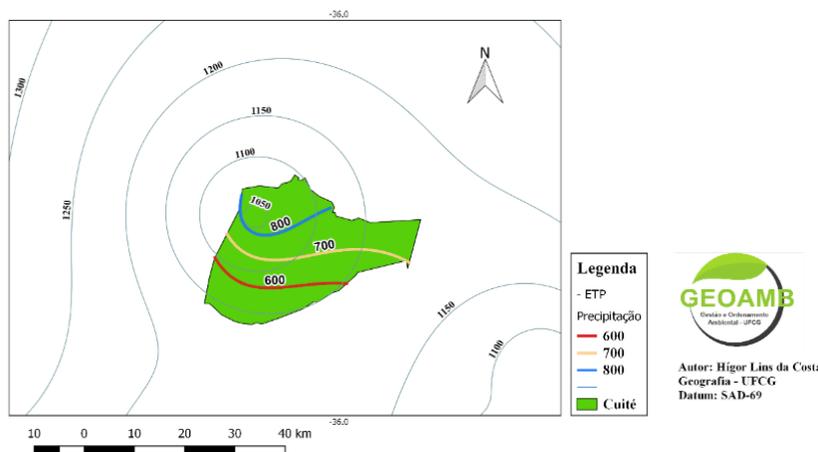
Na análise do Índice de Aridez, três resultantes foram encontradas, utilizando as quatro isolinhas de evapotranspiração (ETP), intervaladas de 50 em 50mm, e nas três isolinhas de precipitação (P), com intervalos de 100mm. Com base na definição de precipitação (mm), as áreas são cortadas por mais de uma linha de ETP, então foram estabelecidas médias de ETP, para cada uma das três variantes de P (figura 2) e (tabela 2).

Tabela 2 – Índice de Aridez para o município de Cuité-PB.

Área	Precipitação	Evapotranspiração média	Índice de aridez
Zona Urbana	800mm	1.050mm	0,76
1	800mm	1.100mm	0,69
2	700mm	1.150mm	0,60
3	600mm	1.150mm	0,52

Fonte: Embrapa (2018).

Figura 2 – Base para o Cálculo de Índice de Aridez no município de Cuité-PB.
Isolinhas de Precipitação e Evapotranspiração

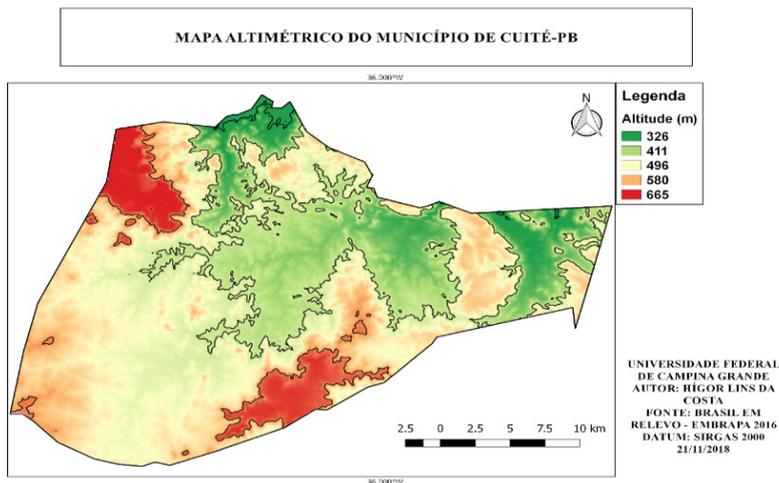


Fonte: Embrapa (2018).

Para corroborar com a análise do índice de aridez, o mapa hipsométrico (Figura 3) permitiu compreender a relação e a influência que a altitude tem nos valores de precipitação e de evapotranspiração e, conseqüentemente, na resultante dos índices de aridez. Sendo possível comprovar com maior eficácia e confiabilidade, os valores reais do índice de aridez para todo o município e não somente para a área de abrangência da estação meteorológica.

A partir dos valores de altitude, percebe-se que na parte norte do município, que corresponde também à zona urbana, é onde são encontrados os maiores valores altimétricos, atingindo quase 700m de altitude. É nesta parte que os valores de precipitação se apresentam com maiores índices até 800mm e a evapotranspiração chega à 1.050 mm, caracterizando um índice de aridez de 0,76 (Zona Urbana). Valor este que coloca esta área fora da propensão à desertificação, de acordo com a Resolução CONAMA 238/1997 que classifica os níveis de risco à desertificação com base nos valores de índice de aridez.

Figura 3 – Mapa Hipsométrico do município de Cuité-PB



Desenvolvido por: Hígor Lins da Costa (2018).

Expandindo a análise para todo o território do município, a divisão das áreas se deu através dos valores de precipitação, e para cada um dos três recortes (800 mm, 700 mm e 600 mm), foram anexadas as médias de evapotranspiração. Partindo da parte norte para a parte sul, a primeira área estudada é a que corresponde à 800 mm de P. Nesta delimitação, a altitude é mais elevada e a média de ETP resultou em 1.100 mm. Aplicando a fórmula para o cálculo de índice de aridez, obtêm-se o valor de 0,69. Para esta área constatou-se, por este método, a ausência da propensão à desertificação. Ainda que esta área tenha sido uma das mais degradadas nos últimos 30 anos, como será apresentado nos resultados de NDVI.

O segundo recorte, referente à abrangência dos 700 mm de P, apresenta uma altitude mais baixa em relação ao primeiro recorte, em média 400m, e a média de ETP foi de 1.150mm. Para esta área o índice de aridez foi de 0,60, sendo constatado um nível moderado de risco de desertificação, na escala moderada que vai de 0,51 até 0,65. Esta área ainda é bem habitada, a única indústria ceramista da cidade localiza-se neste local, e desde a instalação da mesma os impactos ambientais se amplificaram pelas atividades de extrativismo vegetal e da areia do leito dos rios próximos, que se tornaram muito recorrentes, tornando visíveis as mudanças ocorridas nesta área, principalmente nas imediações da cerâmica.

O último recorte, com as mais baixas médias de altitude, caracterizada por apresentar o menor volume anual de precipitação de 600mm e taxa média de ETP igual à do segundo recorte, sendo de 1.150mm. De posse desses dados, calculou-se o índice de aridez do terceiro recorte com valor de 0,52, bem próximo de estar em um alto risco à desertificação, pois na escala alta, os valores oscilam entre 0,21 e 0,50, mas ainda dentro da escala moderada. Esta última área de análise é a mais afastada da zona urbana do município, é bem menos habitada que a segunda área, mas é nesta porção que se encontram as áreas mais degradadas, parte dela correspondendo a parte limítrofe entre Cuité e Picuí-PB. Segundo Bezerra (2017),

este último município apresenta um dos menores valores de índice de aridez do estado, estando em um grau muito alto de risco de desertificação. Picuí está localizado na microrregião do Seridó Paraibano, região correspondente a um dos núcleos de desertificação definidos, em 2002, por Vasconcelos Sobrinho. Com a influência desta região, o terceiro recorte do município de Cuité, se apresenta como sendo o com maior risco de sofrer os impactos do fenômeno da desertificação e, conseqüentemente, o que carece de maior atenção no desenvolvimento de iniciativas de combate à desertificação.

Tendo em vista que foram obtidos três resultados de índice de aridez e que estes valores abrangem toda a área territorial de Cuité, foi estabelecida uma média, para assim termos um valor mais preciso do real índice de aridez do município. Isto se faz importante porque os dados acessados no banco de dados climáticos do Brasil - Embrapa (BDclima) trazem apenas informações da estação meteorológica, que tem seus sensores em um único ponto do município. Através das técnicas de sensoriamento remoto que foram utilizadas para estabelecer os três índices de aridez, possibilitou-se o desenvolvimento de um novo valor, mais abrangente e de grande confiabilidade. O valor de índice de Aridez disponibilizado pelo BDclima é de 0,69, estando fora do risco de desertificação. Não por coincidência, este valor corresponde ao mesmo valor do primeiro recorte analisado no presente trabalho, dada a localização da estação que aferiu os dados. Partindo para a média estabelecida através dos três recortes elencados por este trabalho, obteve-se o valor de 0,60. Este resultado move o município de uma escala com ausência de risco de desertificação (0,69), para uma escala moderada do risco ao fenômeno (0,60).

De acordo com a análise anterior, a vegetação se apresentou como importante agente na verificação da capacidade hídrica do Açude do Cais. Para obter uma comprovação mais clara de como o comportamento da vegetação influencia no processo de desertificação, os mapas de NDVI serão apresentados neste tópico,

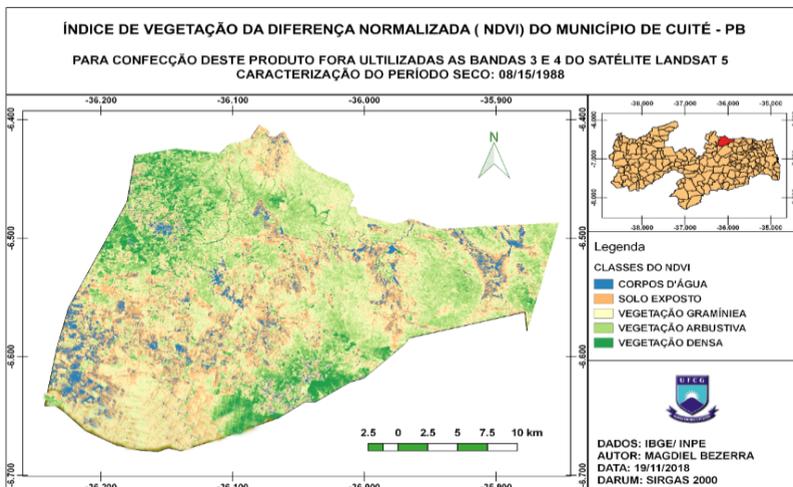
acompanhados de tabelas com os percentuais e a área correspondente de cada classe de vegetação: Densa, Arbustiva, Gramínea (Herbácea), Solo Exposto e Corpos D'água. Estas informações serão analisadas individualmente e relacionadas entre si. A percepção de alteração pode ser diagnosticada na observação dos quatro mapas e na análise de dados das quatro tabelas correspondentes.

Ficou bastante claro que, ainda que com pluviometrias diferentes, a exploração dos recursos naturais, principalmente o extrativismo vegetal, seguiu um aumento gradativo no transcorrer dos 30 anos, sendo constatados, através da ampliação percentual da área correspondente a classe de solo exposto e a diminuição da vegetação densa. Para 1988, a área de solo exposto é de 12,9%, correspondendo a 141 Km² e em 2018 esse valor atinge 163 Km², resultando em 22% da área. Um aumento de quase 10% em apenas 30 anos.

De posse dos dados de NDVI, é possível comparar as condições climáticas do ano, com o estado e preservação do ambiente e estabelecer relações com os dados dos anos subsequentes. No ano de 1988, não por coincidência, têm-se a maior porcentagem de vegetação densa (32,5%), do período analisado. Isto pelo fato de que a exploração era menor, mesmo tendo sido um período de extrema estiagem. Os corpos d'água somavam 7,5% da área total, tendo um acréscimo considerável nos últimos 3 anos, pois a construção do Açude do Cais, em 1985, amplificou a capacidade e a área de armazenamento de água do município.

Os dados de vegetação gramínea (20%) e arbustiva (26,3%), são variáveis consideráveis, isto porquê, com a diminuição dos volumes de água dos rios, a vegetação começa a se desenvolver nos leitos dos reservatórios e, como já havia um certo período com baixa pluviometria, desde 1984, a vegetação já chegava ao porte arbustivo, aumentando consideravelmente os índices dessas classes de vegetação.

Figura 4 – NDVI – Cuité para o ano de 1988



Fonte: IBGE/INPE (2018).

Tabela 3 – Classes de cobertura, NDVI 1988

CLASSES	PERCENTUAL	ÁREA EM KM ²
Vegetação densa	32.5 %	241.08
Vegetação arbustiva	26.3 %	195.09
Vegetação gramínea	20 %	148.36
Solo Exposto	13.7 %	101.62
Corpos d'água	7.5 %	55.65
Total	100 %	741,8 km²

Fonte: INPE/IBGE (2018).

O grau de degradação neste ano (1988) é o menor dentre os quatro anos analisados. De acordo com dados do IBGE, os índices de extração de madeira para produção de carvão e lenha são maiores em anos chuvosos e despencam em anos de estiagem, no entanto, esses dados só estão disponíveis para o período de 2004 até 2017, além de alguns poucos registros do início dos anos 1980, elencados por Sousa (1987).

Nesta época, a produção do sisal atingia sua maior produção. Segundo Sousa (1987), a área de cultivo ultrapassava os 100 Km², mais de 10% da área total do município, chegando a realizar exportações, da cooperativa em Cuité, para a Europa. Mas o declínio econômico da cultura, devido ao grande impacto causado pela utilização da fibra sintética em substituição a fibra do sisal, nos anos 1990, resultou em áreas de cultivo abandonadas, que podem ser constatadas até os dias atuais.

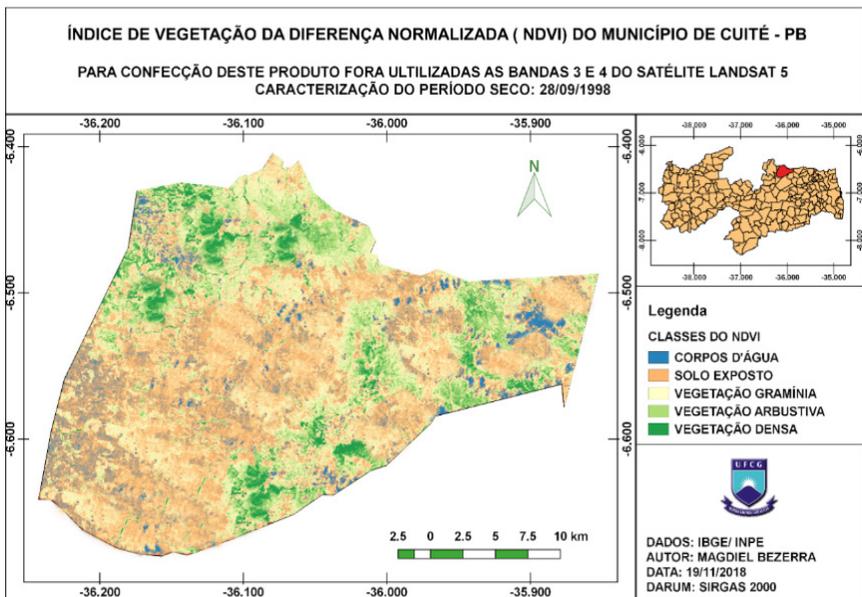
Dez anos depois, em 1998, a estiagem advinda desde 1997, e a pluviometria deste ano resultando em pouco mais de 200 mm, apresentam um cenário mais degradado no índice de vegetação. A área degradada se torna mais perceptível pela análise do mapa (figura 5), e comprovados pelos dados da tabela com as classes e seus respectivos percentuais (tabela 4).

A tabela apresenta uma leve diminuição no percentual de vegetação densa em relação ao que predominava em 1988, passando de 32,5 para 30,6, comprovando uma atividade antrópica maior neste período. A classe gramínea apresenta uma diminuição de 5%, passando de 20% para 15%, nesses dez anos. Isso se deve ao fato de que a estiagem promoveu uma grande degradação para este tipo de vegetação, que se concentra, principalmente, nas áreas mais úmidas, transferindo-as de classe gramínea para solo exposto, que, em 1988, correspondia a 13,7%, e em 1998, atingiu uma área equivalente a 19,7 % do território de Cuité. Esse número não é absoluto, pois existem outras variáveis de classes, por exemplo, parte da vegetação gramínea deu lugar a vegetação arbustiva, que, neste ano, cresceu 3,9%, abrangendo 30,4% do município.

Em relação a classe de Corpos D'água, houve uma diminuição, tendo em vista que o satélite mede a umidade, e em 1998 os índices pluviométricos foram muito baixos, resultando em uma diminuição de 2,5%, correspondendo a 5%, trazendo parte desse percentual também para a categoria de solo exposto, dada a intensidade da ausência de chuvas.

Os anos subsequentes foram de índices pluviométricos altos, mas a extração vegetal aumenta, de acordo com os dados do IBGE, para a série histórica de 2004 até 2017. Existe uma perceptível ausência de confiabilidade nestes dados, pois a exploração indevida de áreas de preservação, e a comercialização ilegal de lenha e carvão não adentram a estes índices, tornando-os um tanto defasados, mascarando resultados bem superiores. No entanto, estes dados servem para analisar o períodos onde a exploração foi maior, e o que ocasiona aumentos e decréscimos na exploração, com base na predominância pluviométrica para o ano analisado.

Figura 5 – NDVI – Cuité para o ano de 1998



Fonte: IBGE/INPE (2018).

Tabela 4 – Classes de cobertura, NDVI 1998

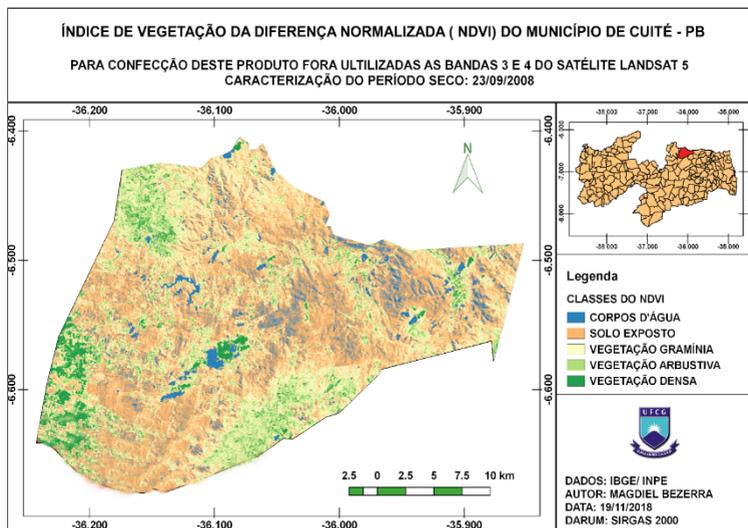
Classes	Percentual	Área em km²
Vegetação densa	30.6 %	226.91
Vegetação arbustiva	30.4%	225.50
Vegetação gramínea	15 %	111.27
Solo Exposto	19.7 %	141.13
Corpos d'água	5 %	37.09
Total	100 %	741,8 km²

Fonte: INPE/IBGE (2018).

Em 2008, a tendência que acompanhava os índices de vegetação dos anos de 1988 e 1998, permanece, porém com mais instabilidade. A vegetação densa cai pouco mais de 3%, resultando em 27,2%, mas o valor que apresenta maior diferença é o da classe arbustiva, que passa de 30,4% para 23,4%, corresponde a um aumento na área desmatada, que se refletiu na maior produção de lenha da série histórica, em 2008, e na maior produção de carvão, quase 30 toneladas, em 2006.

A quantidade de corpos d'água aumenta de 1998 até 2008, de 5% para 10%, após um período com índices pluviométricos altos. Nos anos de 2000 e 2004, Cuité tem suas maiores precipitações dos anos analisados, superando os 1000mm, resultando em uma construção em massa de barreiros para armazenar água. Em 2004, o Açude do Cais atinge sua maior capacidade e sangra pela última vez. A umidade nesse período é alta, por isso o aumento considerável no percentual de Corpos D'água.

Figura 6 – NDVI – Cuité para o ano de 2008



Fonte: IBGE/INPE (2018).

Tabela 5 – Classes de cobertura, NDVI 2008

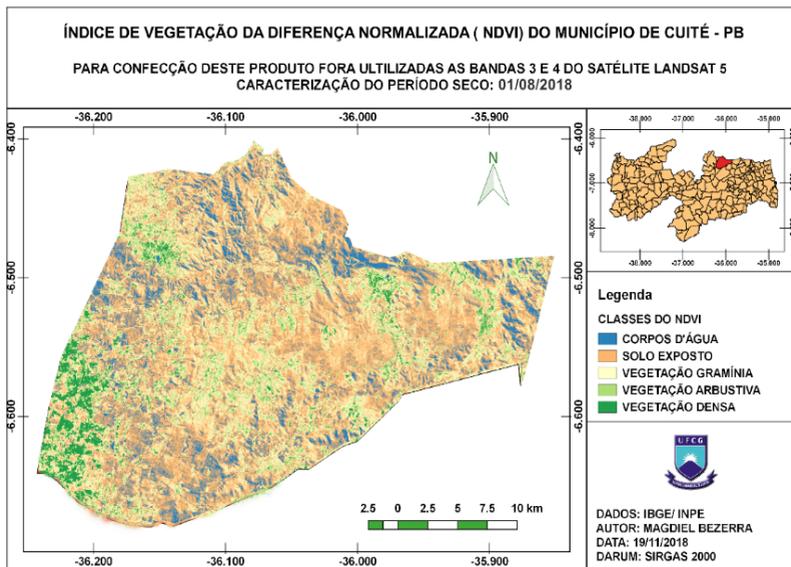
Classes	Percentual	Área em km ²
Vegetação densa	27.2 %	201.76
Vegetação arbustiva	23.4 %	173.58
Vegetação gramínea	20 %	148.36
Solo Exposto	19.4 %	143.90
Corpos d'água	10 %	74.18
Total	100 %	741,8 km²

Fonte: INPE/IBGE (2018).

O que marca a última década analisada é a grande exploração dos recursos naturais se caracterizando pela grande diminuição dos percentuais de vegetação e o grande aumento da área de solo exposto. Nesta época o Açude do Cais seca completamente, após 3

anos de estiagem (2012 – 2015) e a construção de barreiros cresce desenfreadamente, impedindo que o Rio Campo Comprido abasteça o reservatório. Além disso, a extração vegetal promove a perda da captação de água e o aumento na evaporação, por isso a rapidez com que o reservatório secou. A instalação de uma indústria ceramista, no ano de 2014, nas imediações do Açude, resultou em um aumento no desmatamento e na extração de areia do leito do rio. O período de seca que perdura desde 2012 e já alcança 6 anos ininterruptos causou diversos problemas no município, principalmente uma grave crise hídrica, alterando o modo de vida da população, que passa a ser abastecida por poços artesianos.

Figura 7 – NDVI – Cuité para o ano de 2018.



Fonte: IBGE/INPE (2018).

Tabela 6 – Classes de cobertura, NDVI 2018

Classes	Percentual	Área em km²
Vegetação densa	24 %	178.03
Vegetação arbustiva	21.1 %	156.51
Vegetação gramínea	20 %	148.36
Solo Exposto	22 %	163.19
Corpos d'água	12.9 %	95.69
Total	100 %	741,8 km²

Fonte: INPE/IBGE (2018).

O recuo na vegetação se torna bastante evidente quando se é feita a comparação entre os percentuais somados de vegetação. Em 1988 a soma dos valores das classes vegetação densa, arbustiva e gramínea era de quase 80%, enquanto que, em 2018, corresponde a 65% do território e o valor referente a solo exposto que era de 7,5%, em trinta anos, chega a 22%. Um resultado alarmante que indica a amplificação dos impactos ambientais identificando um regime de degradação que se acentua a cada período analisado.

Utilizando a conceituação de Mainguet (1994) pode-se constatar que, qualquer área que tenha permanecido com solo exposto nos quatro mapas de NDVI, está em processo de desertificação, pois a autora afirma que, se em um período de escala temporal humana, que corresponde a 25 anos, a área não se regenerar, logo estará impactada pelo fenômeno. Diante dos mapas, são perceptíveis diversas áreas, em porções menores, que permaneceram na classe de solo exposto, no entanto, a porção mais ao sul do município, na divisa com a cidade de Picuí, a mancha de solo exposto é bem mais visível, sendo constatada desde o primeiro mapeamento e mantendo-se degradada pelos 30 anos consecutivos. A proximidade da área mais degradada do município com Picuí não é por acaso. A cidade vizinha tem um dos mais baixos índices de aridez da Paraíba (0,28), e situa-se na microrregião do Seridó,

que foi definido por Vasconcelos Sobrinho (2002) como sendo um dos núcleos de desertificação do Semiárido brasileiro.

5. Conclusões

Diante do que foi exposto neste trabalho, pode-se concluir que, os impactos ambientais causados pelo homem amplificaram os efeitos advindos dos eventos climáticos extremos que marcam o Semiárido Brasileiro, com o diferencial dado pela altitude de Cuité, causando uma grande amplitude pluviométrica, variando de 200 mm até 1.100 mm, no período analisado.

O indicador atividade Pecuária mostrou-se importante, pois, da forma como é praticada no município, propicia o fenômeno da desertificação, por estar baseada na criação de bovinos, que pisoteiam e compactam o solo, criados na modalidade extensiva. A criação de caprinos, que, pelo formato de suas mandíbulas, não só removem a cobertura vegetal superficialmente, como revolvem as raízes, impossibilitando uma recuperação mais rápida do ambiente. Apesar destes agravantes, a população desses animais diminuiu consideravelmente no último período de análise, devido à estiagem que acometeu a região nos últimos 6 anos.

O índice de aridez, sendo resultante da metodologia aplicada nesta pesquisa, apresentou uma discrepância com o obtido mediante os dados da estação pluviométrica que mede as variáveis de precipitação e de evapotranspiração. Concluiu-se que o município estaria fora do risco à desertificação no cálculo com dados da estação, porém, com os dados obtidos pelas variáveis de satélites, estabelecendo as médias de evapotranspiração para cada uma das áreas delimitadas por isolinhas de precipitação, calculando o índice de aridez para estas delimitações e, por fim, calculando a média dos índices obtidos, pôde-se obter um índice mais abrangente e confiável, que inseriu o município em um grupo

propenso a desertificação em um risco moderado, diferentemente do que havia sido estabelecido com os dados anteriores. Esta conclusão requer uma atenção especial, pois, a partir de índices como o de aridez, os governos se baseiam para implementação de políticas públicas, investimentos, ações humanitárias, etc. E, após a análise deste trabalho, Cuité encontra-se em um estado de risco moderado a desertificação, o que pode incluir o município em políticas governamentais que tenham o índice de aridez e a tabela de risco a desertificação elaborada pelo CONAMA, como norteadores e definidores dos alvos a serem contemplados.

O índice de vegetação também foi um indicador que confirmou a presença da desertificação no município de Cuité, pois, a partir das análises dos mapas e das tabelas, foi possível identificar áreas degradadas, na condição de solo exposto, desde 1988, confirmando a ausência de recuperação/regeneração, em uma escala temporal humana, equivalente a 25 anos, e análise foi feita em uma escala de 30 anos (1988-2018). Este indicador comprovou a grande degradação existente em Cuité, onde foi possível diagnosticar um aumento de 14,5% nas áreas correspondentes ao solo exposto e uma diminuição no percentual de vegetação densa de mais de 8%. Estas alterações foram gradativas, sendo percebidas em todas as quatro análises do NDVI. Além destas, as variáveis arbustiva e gramínea oscilaram neste período, mas na relação 1988-2018, sofreram diminuições.

Todas estas conclusões confluem em uma premissa de que a degradação é um perigo real e vem promovendo a desertificação no município de Cuité. A extração vegetal desenfreada precisa ser fiscalizada e punida para que o fenômeno possa ser contido e a degradação revertida. Para isto, políticas de desenvolvimento sustentável devem ser inseridas nas comunidades que praticam o desmatamento, para que possam ter alternativas econômicas viáveis, e a preservação dos recursos naturais seja algo atrativo. A prefeitura

deve solicitar intervenções de órgãos que possuam ferramentas e ações concretas de combate à desertificação, como o Instituto Nacional do Semiárido (INSA), promovendo assembleias conjuntas, com representação de diversas searas, visando abranger temáticas como: preservação da biodiversidade, desenvolvimento sustentável, combate ao desmatamento, aproveitamento consciente dos recursos naturais, entre outras medidas.

6. Referências

ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de. O território brasileiro e as áreas degradadas. In: **Recuperação de Áreas Degradadas: Conceitos, Temas e Casos**. ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de; DANTAS NETO, José (orgs.). Curitiba-PR: CRV, 2016, p. 9-16.

BARROS, Kelly de Oliveira. **Índice de aridez como indicador da susceptibilidade à desertificação na mesorregião norte de Minas**. Viçosa, 2010, 89 fls. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

BEZERRA, Magdiel Ferreira. **Impactos das indústrias de cerâmica no processo de desertificação no município de Picuí - PB**. Campina Grande, 2018, 31 fls. Monografia (Graduação em Geografia) - Centro de Humanidades. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

CONTI, José Bueno. Desertificação como problema ambiental. In: **III Simpósio de geografia física aplicada**. Nova Friburgo: UFRJ, 1989, p.189-194.

EMBRAPA. **Banco de dados climáticos do Brasil**. 2003. Disponível em: <<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bdclima/>>. Acesso em: 29 set. 2017.

GOUDIE, Andrew S. **Techniques for desert reclamation**. Chichester: Wiley, 1990.

HARE, F. Kenneth et al. **Desertificação: Causas e conseqüências**. Tradução de Henrique de Barros e Ário Lobo de Azevedo. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **História**: Cuité Paraíba-PB. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cuite/historico>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

INSTITUTO DA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DAS FLORESTAS. **Lucinda - Land care in desertification affected areas**. Disponível em: <<http://www.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/ei/unccdPT/ond/lucinda/Lucinda>>. Acesso em: 05 maio 2017.

MAINGUET, Monique. **Desertification: Quels sont les vrais problèmes**. Paris: L'Information Géographique, 1994.

MAINGUET, MONIQUE. **L'homme et lasécheresse**. Paris: Masson, Collection Géographie, 1995.

MATALLO JÚNIOR, Heitor. **Indicadores de desertificação: Histórico e perspectivas**. Cadernos Unesco Brasil. v. 2. Série meio ambiente. Brasília: Unesco, 2001.

MELLO, Neli Aparecida de. **Desenvolvimento sustentável no Brasil: Dilemas e desafios**. In: NASCIMENTO, Eliomar Pinheiro do et al. (org.). **Economia, meio ambiente e comunicação**. 22. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção das Nações**

Unidas de combate à desertificação nos países aferrados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. S.d.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca: PAN-BRASIL.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.

NIMER, Edmon. Desertificação: Realidade ou mito? **Revista brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 07-39, jan./mar. 1988.

PARAÍBA. **Meteorologia-Chuvas:** Precipitação máxima dos municípios no ano 2018. Agência executiva de gestão das águas da Paraíba (AESÁ-PB). Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia_chuvas/?formdate=2018-11-28&produto=municipio&periodo=anual>. Acesso em: 28 nov. 2018.

PINHEIRO, R. A. B.; GOMES NETO, A. O.; GUERRA, M. D. F. Processo de degradação ambiental/desertificação e a pecuária no Distrito de Feiticeiro – Município de Jaguaribe/Ceará. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Viçosa, Brasil, 2009, p. 304.

RODRIGUES, Maria Ivonete Vital. Desertificação: Problemas e soluções. In: OLIVEIRA, T. S. et al. (eds). **Agricultura, Sustentabilidade e o Semi-Árido.** Fortaleza: UFC/SBCS, 2000, p. 137-164.

SAADI, A. Os sertões que viram deserto. **Boletim Informativo da**

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 10-17, 2000.

SALES, Marta Celina Linhares. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 11, p. 115-126, 2002.

SALES, Marta Celina Linhares. Evolução dos estudos de desertificação no nordeste brasileiro. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 14, p. 9-19, 2003.

SANTIAGO, Luiz. **Serra do Cuité**: Sua história, seus progressos, suas possibilidades. João Pessoa: Oficinas Graf. D' A Imprensa, 1936.
SENTELHAS, Paulo Cesar et al. **BHBRASIL: Balanços hídricos climatológicos de 500 localidades brasileiras**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1999.

SILVA, Gerizaldo Gomes da. **A problemática da desertificação no ecossistema da Caatinga do município de São João do Cariri-PB**. Teresina: UFPI, 1993.

SOUSA, Marta Lúcia. **A produção do sisal na Paraíba**: O município de Cuité um estudo de caso. Campina Grande, 1987, 115 fls. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Centro de Humanidades. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 1987.

SUERTEGARAY, Dirce Maria et al. Projeto Arenização no Rio Grande do Sul, Brasil: Gênese, dinâmica e espacialização. **Revista Bibliográfica de Geografia y Ciencias Sociales**, Barcelona, v. 6, n. 287, mar. 2001.

THORNTHWAITE, Charles Warren; MATHER, John Russell. **The**

water balance. Publication in *Climatology, Laboratory of Climatology, Centerton*, v. 8, n. 1, 1955.

THORNTWAITE, Charles Warren. An approach toward a rational classification of climate, **Geographical Review**, New York, n. 1, p. 55-94, 1948.

VERDUM, Roberto et al. Desertificação: Questionando as bases conceituais, escalas de análise e consequências. **GEOgraphia**, Niterói, v. 3, n. 6, p. 119-132, 2001.

DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E PARAIBANO
Abordagens conceituais, metodologias e indicadores



SABEH

sabeh.org.br

Entre em contato com os organizadores do livro:

sergiomurilosa.ufcg@gmail.com

eduvianalima@gmail.com