



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 8, nº 1 (2022)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2022v8n1ID21732>



Susceptibilidade à desertificação em uma microrregião semiárida do Brasil

Susceptibility to desertification in a semiarid microregion of Brazil

Dráuzio Correia Gama¹; Favízia Freitas de Oliveira²; Janisson Batista de Jesus³; José Monteiro do Nascimento Júnior⁴

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/UESB, Vitória da Conquista/BA, Brasil. Email: drauziogama@hotmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6357-0698>

² Universidade Federal da Bahia/UFBA, Salvador/BA, Brasil. Email: favizia.freitas@ufba.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4366-5005>

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS, Porto Alegre/RS, Brasil. Email: janisson.eng@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8372-5557>

⁴ Universidade Federal de Sergipe/UFS, São Cristóvão/SE, Brasil. Email: juniormonteiro50@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8778-6557>

Resumo: A suscetibilidade à desertificação é uma preocupação real para a conservação ambiental e a sobrevivência humana em áreas semiáridas do Brasil. O presente trabalho teve como objetivo analisar a suscetibilidade à desertificação da microrregião de Ribeira do Pombal no estado da Bahia, Brasil. Dados sobre aspectos agrícolas, territoriais, econômicas, de cobertura vegetal, uso do solo, desmatamento e *Shapes* para a microrregião foram coletados em literatura específica e órgãos oficiais do governo e analisados em conjunto por sobreposição de imagens para confecção de mapas temáticos utilizando software Quantum GIS 1.7.4. Como resultado, a cobertura vegetal local compreende 35% de sua formação original, com os maiores remanescentes de Caatinga localizados nos municípios de Itapicuru e Ribeira do Amparo. Pelo Índice Geral de Degradação Ambiental, a microrregião encontra-se em um nível elevado de degradação, com o maior IGD em Adustina e Paripiranga ($0,21 < \text{IGD} < 0,30$), e Antas, Cipó e Nova Soure com menores ($\text{IGD} < 0,10$). Pelo Índice de Aridez e Índice de Incidência de Seca, pelos diferentes tipos e níveis de degradação ambiental, pela instabilidade térmica, pela baixa taxa e irregularidade das chuvas na microrregião de Ribeira do Pombal, mais de 90% da microrregião é susceptível a desertificação moderada com maior ocorrência nos municípios de Ribeira do Pombal, Banzaê, Cícero Dantas, Novo Triunfo e Antas.

Palavras-chave: Microrregião; Semiárido; Desertificação.

Abstract: The susceptibility to desertification is a real concern for environmental Conservation and human survival in semiarid areas of Brazil. The present work had as objective analyzing the susceptibility to desertification of the microregion of Ribeira do Pombal in Bahia State, Brazil. Data on agricultural, territorial, economics, vegetation cover, land use and deforestation aspects and shapes for the microregion were collected from specific literature and official government agencies and analyzed together by image overlay for confection of thematic maps using Shapes through the software Quantum GIS 1.7.4. As result, the local vegetative cover comprises 35% of its original formation with the largest remnants of Caatinga located in the municipalities of Itapicuru and Ribeira do Amparo. By the General Index of Environmental Degradation, the microregion is at a fairly high level of degradation, with the highest IGD in Adustina and Paripiranga ($0.21 < \text{IGD} < 0.30$), and Antas, Cipó and Nova Soure with the minors ($\text{IGD} < 0.10$). By the Aridity Index and Drought Incidence Index, the different types and levels of environmental degradation, the thermal instability, the low and irregular rainfall in the microregion of Ribeira do Pombal, more than 90% of the microregion is susceptible to moderate desertification, with the highest occurrence in the municipalities of Ribeira do Pombal, Banzaê, Cicero Dantas, Novo Triunfo and Antas.

Keywords: Microregion; Semiarid; Desertification.

Recebido: 14/07/2020; Aceito: 21/03/2022; Publicado: 14/04/2022.

1. Introdução

A suscetibilidade à desertificação é uma preocupação real para a conservação ambiental e sobrevivência humana nas áreas semiáridas do Brasil. A ocorrência de áreas degradadas no Brasil tem gerado problemas socioambientais em níveis alarmantes, com mudanças irreversíveis no meio ambiente e implicações socioeconômicas negativas, principalmente para as populações das áreas afetadas e circunvizinhas (BEZERRA, et al., 2006; CRUZ, et al., 2008).

A desertificação tem sido definida como o processo de degradação dos ecossistemas que envolve todas as alterações nas condições normais dos recursos naturais causadas pelas variações do clima, que levam a alterações nos solos, água, flora e fauna, comprometendo o equilíbrio e a manutenção dos serviços ecológicos, afetando também o uso dos recursos ambientais e, conseqüentemente, reduzindo a qualidade de vida humana (UNCCD, 1995; DIAS, 1998; CUNHA & GUERRA, 2012). Embora as interpretações da terminologia da desertificação possam variar, o consenso de preocupação tem sido a degradação da terra causada pelo homem em áreas com poucas chuvas ou variáveis (terras áridas, semiáridas e subúmidas) que podem iniciar ou intensificar o processo de desertificação.

De modo geral, a degradação ambiental inegavelmente compromete não só a conservação da biodiversidade local, mas de toda a humanidade, principalmente na produção de alimentos, onde os pequenos agricultores e comunidades tradicionais são os mais vulneráveis a sofrer os efeitos desse processo, como a escassez de água que restringe a produção agrícola.

Em algumas localidades os impactos causados pelas pressões antrópicas sobre os recursos naturais culminam ou intensificam os processos de desertificação em longo ou curto prazo dependendo de quais impactos e com que frequência eles atuam (CUNHA & GUERRA, 2012).

Em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, a desertificação é reconhecida como um problema global. Na América Latina, por exemplo, uma área superior a 516 milhões de hectares já foi afetada, causando uma perda de 24 bilhões de toneladas de solo superficial por ano, prejudicando o desenvolvimento socioeconômico e conservação ambiental (COSTA, et al., 2016).

No contexto de escalas, a determinação da suscetibilidade de uma área à desertificação pode ser classificada como muito alta, alta ou moderada, com base, principalmente, no seu Índice de Aridez (IA) de acordo com o Plano Nacional de Combate à Desertificação (BRASIL, 2005) e com o índice de incidência de seca (PAULA & BRITO, 2008; ANGELOTTI, et al., 2009; ISMAEL-FILHO, et al., 2015; RIBEIRO, et al., 2016; GOMES, 2017).

Na região Nordeste do Brasil, as áreas mais afetadas por processos de degradação e suscetíveis à desertificação estão no semiárido, devido em grande parte pela intensa exploração dos recursos naturais (COSTA, et al., 2016).

É importante ressaltar que o semiárido possui uma extensão territorial de 983.613.427 km², sendo 45,6% dele antropizado, classificado como o mais populoso entre todas as terras secas dos trópicos ou entre os trópicos, com uma população estimada em 23.846.982 habitantes que corresponde a 42,44% de toda a população da região Nordeste e 11,76% do Brasil. Dessa população no semiárido, 38% vive em áreas rurais sem infraestrutura ou saneamento básico. A maior parte dos municípios (93%) nessa região é considerada de pequeno porte (MEDEIROS, et al., 2012; INSA, 2014b).

O principal tipo de vegetação que cobre as regiões semiáridas do Nordeste do Brasil é Caatinga, que já sofreu perda de 45,6%, sendo que o maior desmatamento ocorreu nos estados da Bahia, Ceará e Piauí a uma taxa de 2,7% por ano, onde 80% de toda cobertura vegetal existente é considerada floresta secundária (PIMENTEL & GUERRA, 2009; BRASIL, 2009; 2016a).

As áreas mais afetadas pelo desmatamento por práticas agrícolas inadequadas (o que contribui para a desertificação), são as faixas marginais dos cursos d'água naturais, o entorno das nascentes dos rios e as áreas de recargas, além dos topos de morros que constituem áreas de preservação permanente (APP). Essa perda de habitat já representa 1/3 da Caatinga, onde Ceará, Pernambuco e Paraíba são reconhecidos como os estados mais afetados, onde somente na Paraíba 71% de seu território sofre com efeitos da desertificação (BRASIL, 2009; PIMENTEL & GUERRA, 2009; RIBEIRO, 2015).

Além disso, o problema da escassez de água nos estados do semiárido tem sido entendido pelas políticas públicas como passível de ser resolvido por meio da construção de reservatórios de água como barragens, poços e cisternas para captação e armazenamento de águas pluviais (CURADO, et al., 2014). Assim, embora a proposta de medidas de convivência com a seca, pautada no paradigma da sustentabilidade, abarque noções de acesso à terra, água e trabalho, opondo-se à noção reducionista de combate à seca segundo Silva (2006), ela mesma não garante condições de vida digna para as populações locais caso os processos de degradação continuem sem políticas públicas comprometidas em contorná-los, uma vez que o semiárido é uma região de economia crítica, frágil, concentrando baixo Produto Interno

Bruto (PIB) per capita, sendo ela 67% inferior à média do PIB nacional e 32% da região Nordeste, além do baixo investimento e baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (INSA, 2014b; LIMA & LIMA, 2016).

Considerando o Estado da Bahia, mais da metade de seu território está localizado no semiárido (69,31%), apresentando também o maior contingente populacional daquele território, que representa 29,83% de toda a população do semiárido brasileiro (MEDEIROS, et al., 2012) e com mais de 54% de sua área composta por vegetação de Caatinga (GARÍGLIO, et al., 2010). Dentre as mesorregiões do Estado da Bahia, o Nordeste da Bahia é formado por seis microrregiões, dentre elas a microrregião de Ribeira do Pombal (BRASIL, 2016b).

Nesse sentido, considerando que a desertificação é um fenômeno que precisa ser entendido como resultado de processos ambientais, socioeconômicos e climáticos integrados (SANTOS, et al., 2016), o presente trabalho foi realizado com o objetivo de analisar aspectos da suscetibilidade à desertificação da microrregião de Ribeira do Pombal, localizada no semiárido do estado da Bahia.

2. Material e métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

Localizada na mesorregião nordeste do estado da Bahia, a microrregião de Ribeira do Pombal ocupa uma extensão territorial de 8.299,7 km² (GAMA & JESUS, 2018) e uma população estimada em 312.602 habitantes (BRASIL, 2017), com Produto Interno Bruto (PIB) calculado em torno de R\$ 592.254.751,00 (BRASIL, 2013).

A área antropizada da microrregião corresponde a 68%, considerando as diferentes formas de ocupação como redes viárias, aglomerações urbanas e estabelecimentos rurais produtivos (GAMA & JESUS, 2018).

Situada na ecorregião do Raso da Catarina, no Domínio Morfoclimático da Caatinga, predomina nesta microrregião semiárida principalmente uma vegetação arbustiva-arbórea aberta. Os Latossolos, Argissolos e areias quartzosas distróficas correspondem a 78% dos solos da microrregião (VELLOSO, et al., 2002; BRASIL, 2014; GAMA & JESUS, 2018). A topografia é relativamente plana, predominando os Domínios Hidrogeológicos das bacias sedimentares com a presença dos grupos Barreiras (aquífero granular) e Cristalinos (aquífero fissural) (GAMA & JESUS, 2018).

O clima tropical é do tipo Bsh, caracterizado como seco e quente, segundo a classificação climatológica de Köppen (ALVARES et al., 2013). As médias anuais de precipitação e temperatura estão em torno de 769,3 mm e 23,7 °C, respectivamente. Amplitude térmica média de 4,4 °C e altitude média de 271 (±114,45) (CLIMATE-DATA.ORG, 2012; GAMA & JESUS, 2018). A pluviosidade na microrregião de Ribeira do Pombal é instável e mal distribuída, com concentrações pluviométricas de maio a agosto (chuvas de inverno) e principalmente de novembro a março (chuvas de verão) (CLIMATE-DATA.ORG, 2012).

O comércio e a atividade agropecuária, especialmente na pecuária, apicultura e produção familiar de milho e feijão, tem sido a base econômica da microrregião de Ribeira do Pombal, que compreende quatorze municípios: Adustina, Antas, Banzaê, Cícero Dantas, Cipó, Fátima, Heliópolis, Itapicuru, Nova Soure, Novo Triunfo, Olindina, Paripiranga, Ribeira do Amparo e Ribeira do Pombal (BRASIL, 2006; 2016b) conforme a Figura 1.

2.2. Obteção e procesamento de dados

Para o presente estudo, os dados referentes à microrregião de Ribeira do Pombal foram coletados com base em informações disponíveis na literatura específica, com acréscimo de dados oficiais dos órgãos governamentais disponíveis nos sites dos mesmos órgãos como:

- ✓ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - dados sobre aspectos agropecuários, territoriais, econômicos e ambientais da microrregião;
- ✓ Ministério do Meio Ambiente (MMA) - dados sobre cobertura vegetal, uso da terra e desmatamento do bioma Caatinga;
- ✓ Instituto Nacional do Semiárido (INSA) - tabela de atributos ambientais e dados censitários para a microrregião.

Os dados foram organizados em planilhas excel para análise e os mapas temáticos foram elaborados no software Quantum GIS versão 1.7.4, com *shapes* obtidos do banco de dados disponível no SIGSAB (INSA, 2014a) analisados em conjunto com outros dados dos órgãos supracitados por sobreposição de imagens.

O Índice de Aridez que é considerado como correspondente à razão entre precipitação (mm) e evapotranspiração potencial (mm) (THORNTHWAITE, 1948; UNCCD e UNEP, 1997) e o Índice de Incidência de Secas que relaciona a precipitação pluvial com temperatura com base no método anual de Índice de Chuva Lang (FERNANDES, et al., 2009), foram obtidos diretamente da tabela de atributos de Shapes disponível no SIGSAB (INSA, 2014a).

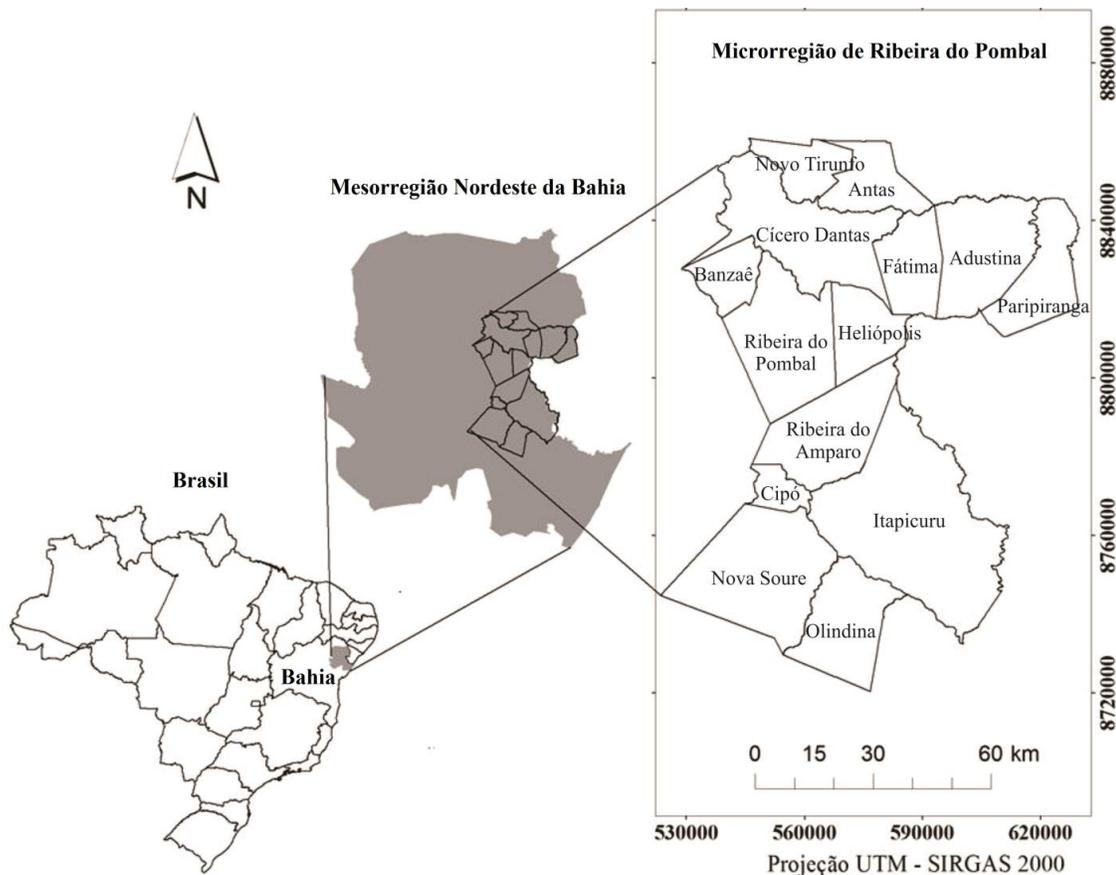


Figura 1 – Localização geográfica dos municípios pertencentes à microrregião de Ribeira do Pombal no Nordeste da Bahia, Brasil.

Fonte: Dos autores, 2020.

O Índice Geral de Degradação Ambiental (IGD) utilizado para a microrregião de Ribeira do Pombal foi obtido a partir do estudo publicado por Pais et al. (2012) realizado para todo o estado da Bahia, onde o IGD considerou as ações que causam impactos, como a existência ou não de áreas queimadas ou pastagens; áreas com uso de fertilizantes e agroquímicos; fontes naturais de água não protegidas por florestas; tipo e quantidade de equipamentos utilizados (colheitadeiras, tratores, etc.), uso intensivo do solo, sobrecarga dos animais em relação às pastagens, entre outros (PAIS, et al., 2012).

Também foi realizada incursão em alguns municípios (Ribeira do Pombal, Ribeira do Amparo, Cícero Dantas, Banzaê, Heliópolis, Fátima e Novo Triunfo) da microrregião entre os períodos de agosto de 2012 e julho de 2016, para validação dos dados apresentados na literatura especializada e observadas nas imagens. Imagens locais (fotografias) foram obtidas para registrar novas informações.

3. Resultados e discussões

Com base nos dados processados disponíveis, a vegetação de Caatinga da microrregião de Ribeira do Pombal corresponde a pouco menos de 35% de sua formação original. Os municípios de Itapicuru e Ribeira do Amparo

apresentam as maiores áreas remanescentes de Caatinga, em torno de 18.723 ha e 14.987 ha respectivamente, ao contrário do que tem sido observado para os municípios de Olindina (1.232 ha), Fátima (1.247 ha), Antas (1.936 ha) e Heliópolis (2.876 ha), que estão praticamente desnudadas de sua vegetação natural de Caatinga, segundo dados de BRASIL (2006b) e imagens obtidas do INSA (2014a) (Figura 2).

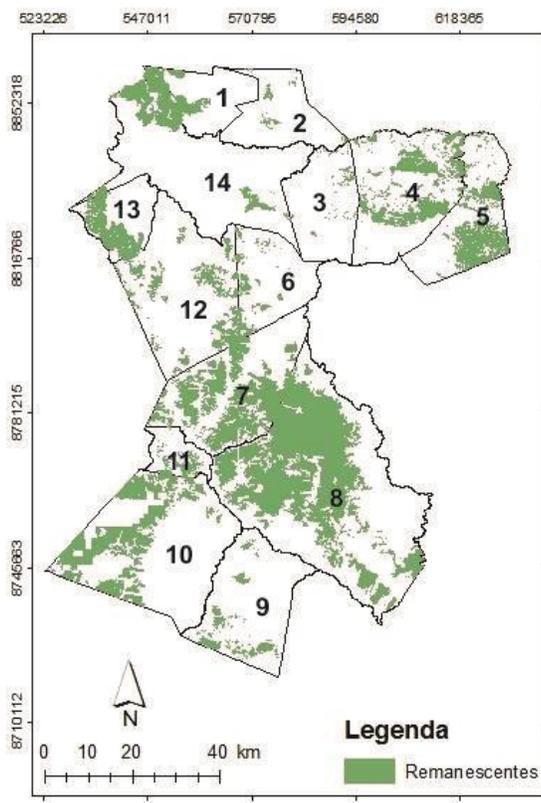


Figura 2 – Remanescentes de Caatinga nos municípios da microrregião de Ribeira do Pombal no Nordeste da Bahia, Brasil, segundo dados obtidos pelo Instituto Nacional do Semiárido (INSA, 2014a): 1 – Novo Triunfo; 2 – Antas; 3 – Fátima; 4 – Adustina; 5 – Paripiranga; 6 – Heliópolis; 7 – Ribeira do Amparo; 8 – Itapicuru; 9 – Olindina; 10 – Nova Soure; 11 – Cipó; 12 – Ribeira do Pombal; 13 – Banzaê e 14 – Cícero Dantas.

Fonte: Dos autores, 2020.

O desmatamento indiscriminado da vegetação de Caatinga observado na microrregião de Ribeira do Pombal se deve principalmente ao impacto antrópico para formação de pastagens e agricultura, com extração anual de lenha de cerca de 157.460 m³ para uma produção anual de 66 toneladas de carvão vegetal, com os municípios de Itapicuru (51.000 m³ por ano) e Olindina (31.000 m³ por ano) sendo os maiores produtores de lenha. E Nova Soure (14 t/ano) e Itapicuru (11 t/ano) os maiores produtores de carvão, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2015).

Na microrregião de Ribeira do Pombal, a principal alternativa de uso do solo, resultando na redução da cobertura florestal, é a formação de pastagens (56%), seguida pela agricultura (18,6%), formando uma extensão de 614.535 ha de estabelecimento agropecuário que corresponde a 74,6% da extensão territorial da microrregião com destaque para o município de Itapicuru com área superior a 90.000 ha de suas terras convertidas em estabelecimentos agropecuários, seguido de Nova Soure com área de 79.089 ha (Tabela 1).

Tabela 1 – Volumes de material vegetal retirados da Caatinga e extensão de áreas de Caatinga convertidas em estabelecimentos agropecuários na microrregião de Ribeira do Pombal no Nordeste da Bahia, Brasil.

Municípios	*Extração da vegetação		**Estabelecimentos agropecuários	
	Lenha m ³ /ano	Carvão ton/ano	Quantidade (N)	Extensão (ha)
Adustina	440	03	3.698	49.324
Antas	2.170	02	2.531	34.511
Banzaê	1.430	03	1.599	17551
CíceroDantas	2.500	04	4.707	63.708
Cipó	21.000	07	1.173	12.286
Fátima	2.500	03	3.487	32.324
Heliópolis	600	01	2.857	29.832
Itapicuru	51.000	11	3.792	90.617
Nova Soure	20.000	14	4.370	79.089
Novo Triunfo	2.500	01	1.848	19.066
Olindina	31.000	05	2.595	33.690
Paripiranga	830	03	7.220	36.027
R. do Amparo	21.000	06	2.602	47.395
R. do Pombal	490	03	4.983	69.115
Total	157.460	66	47.462	614.535

*BRASIL (2015); **BRASIL (2006a).

Onde: m³ = metro cúbico; ton = tonelada; N = número de estabelecimentos; ha = hectare.

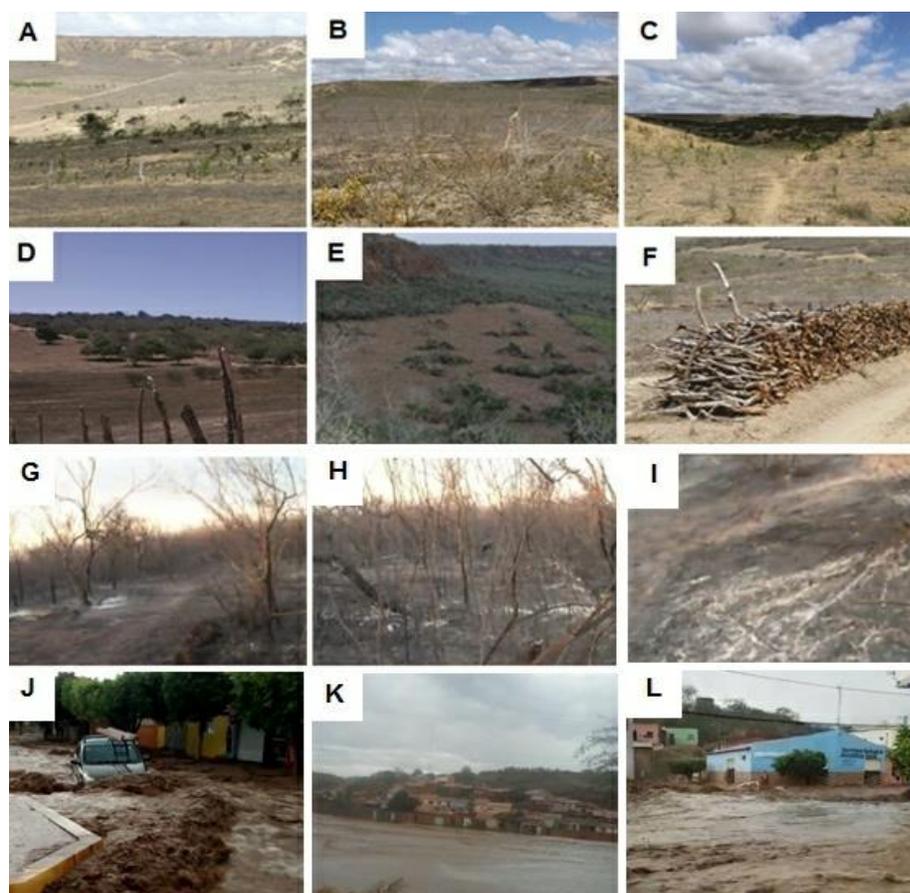
Fonte: Dos autores, 2020.

A paisagem da microrregião estudada apresentou redução significativa de cobertura florestal o que pode causar sérias implicações ambientais aos municípios afetados, tais como: comprometimento das áreas de recarga dos aquíferos; redução da capacidade de infiltração de águas pluviais; aumento do escoamento superficial com alto risco de erosão do solo; baixa produção e qualidade da água das nascentes, entre outros (TUCCI & CLARKE, 1997; GIGLIO & KOBAYAMA, 2013; TORRES, 2016; SANTOS-JÚNIOR, et al., 2016). Comparativamente, no estado da Paraíba, Brasil, na Bacia do Rio Taperoá, também inserida no semiárido, Xavier et al. (2016) encontraram uma redução significativa na produção de água, assoreamento de rios e erosão do solo causada pelo desmatamento.

Tem-se observado nos municípios de Nova Soure e Olindina estabelecimentos silviculturais de eucalipto que a médio prazo pode-se tornar, provavelmente, uma alternativa energética em substituição à atual supressão da fitomassa nativa dessa região da Caatinga.

O uso inadequado dos ecossistemas tem promovido mudanças ambientais e no clima local em várias regiões do Estado da Bahia, a exemplo da devastação histórica ocorrida entre os anos de 1950 e 1960 no sul da Bahia que causou a extinção do Jacarandás [*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth], com destaque também para as queimadas na região da Chapada Diamantina na década de 1980, bem como as mudanças no microclima no oeste baiano causadas pelo desmatamento do Cerrado para expansão da agricultura, sendo o município de Barreiras considerado o mais degradado de todo o estado da Bahia (CARVALHO-JÚNIOR, 1999; PAIS, et al., 2012).

Nesse aspecto, a microrregião semiárida da Ribeira do Pombal encontra-se altamente degradada com o efeito de diversos impactos ambientais, como desmatamento, incêndios florestais, pastagens sobrecarregadas e em grande parte abandonadas (Figura 3).



*Figura 3 – Caatinga degradada após conversão da vegetação original em pastagens secas e abandonadas (A, B, C e D) e práticas de desmatamento de remanescentes de Caatingas (E), com produção de lenha (F), queimadas (G, H e I) inundações (J, K e L), registradas entre 2012 e 2016 na microrregião da Ribeira do Pombal, região Nordeste do Estado da Bahia, Brasil: A, B, C e D - ocorrência no município de Ribeira do Pombal; E, F, G, H e I - ocorrência no município de Banzaê; J, K e L - ocorrência no município de Novo Triunfo.
Fonte: Dos autores, 2020.*

A maior parte da extensão do semiárido nordestino é formada por ecossistemas frágeis, particularmente sensíveis à variabilidade das chuvas (SANTOS, *et al.*, 2012; LIMA & GIRÃO, 2020). Na microrregião de Ribeira do Pombal os solos são problemáticos, em grande parte arenosos, bastante distróficos, com alguns mosaicos rochosos impermeáveis (GAMA & JESUS, 2018), o que, somado ao aumento da temperatura e às alterações da precipitação, torna a região suscetível à aridez (SOUZA, *et al.*, 2015; NÓBREGA, *et al.*, 2016).

Grandes extensões de todos os municípios da microrregião formam paisagens típicas de pastagens secas em épocas de estiagem, muitas delas correspondendo a pastagens abandonadas com solo totalmente exposto. Além disso, mesmo pastagens resistentes à seca, quando submetidas a altas temperaturas e baixa pluviosidade, apresentam baixa produtividade devido às más condições de manutenção e conservação, sendo forrageadas apenas durante os poucos meses de chuvas de inverno entre maio e setembro (ARAÚJO, *et al.*, 2012). A fragmentação da cobertura vegetal existente no município de Ribeira do Pombal, apresentada por Jesus *et al.* (2019), demonstra a fragilidade do ecossistema da região à degradação.

Nos períodos de estiagem, muitos pecuaristas e pequenos agricultores garantem a sobrevivência de seu rebanho utilizando as áreas de pastagens denominadas de “fundos de pastos”, que constituem em áreas remanescentes de Caatinga de uso comum pelos agricultores (FERRARO-JÚNIOR, 2010). O uso dessas áreas reforça ainda mais a importância da conservação dos remanescentes de Caatinga, mostrando também seu valor socioeconômico para a

população local, aliado ao seu valor como áreas de refúgio para proteção da biodiversidade e dos recursos hídricos existentes.

Além do desmatamento indiscriminado, os incêndios florestais também têm sido um grande causador da degradação ambiental, principalmente com a perda imediata da biodiversidade (SOARES & BATISTA, 2007). Como exemplo disso pode-se considerar o incêndio ocorrido em novembro de 2012 em um remanescente de Caatinga localizado entre os municípios de Cícero Dantas e Banzaê, onde uma área em torno de 2.300 ha foi totalmente devastada pelo fogo, provavelmente causado por queimadas descontroladas, onde, segundo relatos de moradores locais, o incêndio durou três dias e três noites, ininterruptamente, conforme registrado nas Figuras 3G, 3H e 3I.

Além disso, incluem-se a esses problemas, os escoamentos superficiais causados por chuvas intensas em poucas semanas durante a estação chuvosa de verão de ocorrência comum em alguns municípios da microrregião, a exemplo do ocorrido no município de Novo Triunfo em 2016, onde parte da cidade foi completamente inundado (Figuras 3J, 3K e 3L). Este tipo de situação de inundação foi reconhecida por Nóbrega *et al.* (2016) como causado pelos efeitos das mudanças espaço-temporais nos padrões pluviométricos com tendência de aumento do volume de chuvas (com exceção da costa leste) e uma distribuição sazonal mais concentrada. Soma-se a isso o efeito do desmatamento, que tende a facilitar e potencializar o escoamento superficial das águas pluviais em função dos índices pluviométricos (principalmente a intensidade) e da inclinação e elevação do terreno (TUCCI & CLARKE, 1997).

De acordo com o IGD apresentado por Pais *et al.* (2012), a maioria dos municípios da microrregião de Ribeira do Pombal encontra-se em um nível bastante elevado de degradação ambiental, sendo os municípios de Adustina e Paripiranga os mais impactados ($0,21 < \text{IGD} < 0,30$). Diferentemente desses dois municípios, tem-se os municípios de Antas, Cípó e Nova Soure apresentando-se baixo ($\text{IGD} < 0,10$), como mostra a Figura 4.

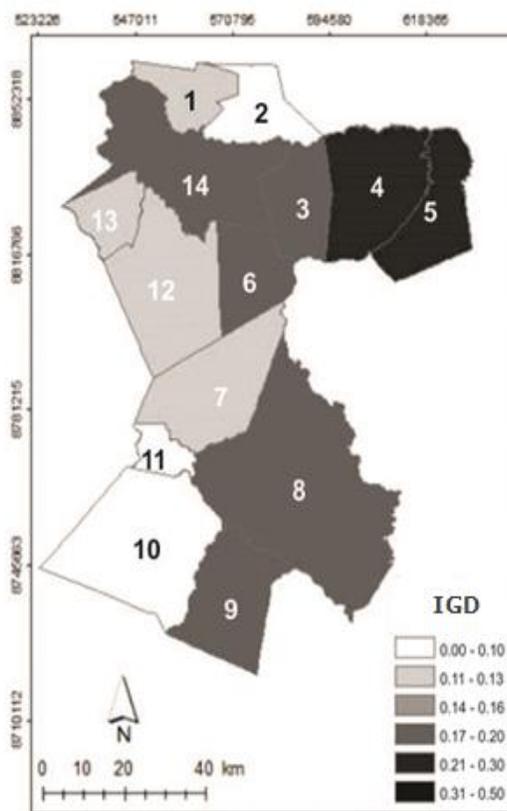


Figura 4 – Nível de degradação ambiental dos municípios da microrregião de Ribeira do Pombal no Nordeste da Bahia, Brasil, segundo o Índice Geral de Degradação Ambiental (IGD) classificados para a microrregião: 1 - Novo Triunfo; 2 - Antas; 3 - Fátima; 4 - Adustina; 5 - Paripiranga; 6 - Heliópolis; 7 - Ribeira do Amparo; 8 - Itapicuru; 9 - Olindina; 10 - Nova Soure; 11 - Cípó; 12 - Ribeira do Pombal; 13 - Banzaê e 14 - Cícero Dantas.

Fonte: Dos autores, 2020.

Observa-se que para os municípios com maior IGD (Adustina e Paripiranga), a atividade agropecuária foi provavelmente a variável de maior valor expressivo, uma vez que a produção de milho em larga escala nesta região e proximidades é uma atividade muito comum, onde o uso de tecnologias é frequente, como defensivos agrícolas e máquinas agrícolas pesadas. Por outro lado, o baixo IGD para Antas, provavelmente foi registrado devido à possível influência de maior presença de variáveis de baixo impacto, embora o município tenha uma cobertura florestal muito limitada. O contrário disso pode ser observado no município de Ribeira do Amparo que, com grande impacto pela alta tecnologia empregada na produção em larga escala do melão (*Cucumis melo* L.), é o segundo município em extensão de cobertura florestal conservada superado apenas pelo município de Itapicuru.

Vale ressaltar, no entanto, que as conversões de extensões territoriais em empreendimentos agropecuários (pastagens e agricultura, principalmente), são realizadas, em sua maioria, sem o uso correto de técnicas e tecnologias adequadas, onde além de implicar em baixa produtividade dessas propriedades, deixam as mesmas terras suscetíveis aos processos de erosão, salinização e perda de solo, além do alto impacto sobre a biodiversidade atual (CAVALCANTI, *et al.*, 1996; CAVALCANTI, *et al.*, 2001; SOUZA, *et al.*, 2001; IVO, 2007; RODRIGUES, 2008; LEAL, *et al.*, 2008).

Curado *et al.* (2014) destacam que a modernização da agricultura, feita sem base sustentável, baseada apenas na intensificação tecnológica dos sistemas de produção, ao mesmo tempo em que promove o aumento produtivo e de renda de alguns produtores, tende a ter impactos ambientais negativos profundos sobre o solo, a biodiversidade e a nascentes de água observáveis a curto e médio prazo.

Além disso, a expansão das fronteiras agrícolas no semiárido brasileiro tem sido feita sem estudos prévios como o zoneamento econômico-ecológico (ZEE), reduzindo a cobertura florestal de áreas impróprias para atividades agrícolas e contribuindo para o aumento da temperatura média do ar, redução da disponibilidade hídrica e aumento do potencial de evapotranspiração (ISMAEL-FILHO, *et al.*, 2015), que somado ao uso indiscriminado dos recursos naturais, torna esses ambientes ecologicamente instáveis e extremamente vulneráveis à desertificação (XAVIER, *et al.*, 2016).

Nota-se que pouco mais de 65% da microrregião está delimitada como área subúmida seca (Figura 5A), com índice de aridez (IA) pouco acima de 0,5. Por outro lado, os municípios de Ribeira do Pombal, Banzaê, Cícero Dantas, Novo Triunfo, Antas e parte da região sul de Paripiranga estão delimitadas como áreas semiáridas (IA < 0,5). E conforme o índice de incidência de seca, os indicadores mais intensos (41% a 60%) apontam para a fronteira noroeste da microrregião, com abrangência total aos territórios dos municípios de Banzaê e Nova Triunfo e a parte centro-norte de Cícero Dantas. O município de Antas apresentou pouco menos de 50% de sua área afetada, enquanto o município de Ribeira do Pombal apresentou 15% (Figura 5B).

Vale destacar que, embora os indicadores mais intensos classificados como mais crítico de probabilidade de ocorrência de seca ocorram apenas em menos de 15% da microrregião, os mais de 85% restantes não podem ser considerados imunes a processos de desertificação, pois alguns fenômenos climáticos presentes na microrregião, como mencionado anteriormente, são bastante recorrentes e propensos à seca (ARAÚJO & BRITO, 2011; ARAÚJO, *et al.*, 2012).

Além disso, observa-se que as secas se prolongam ciclicamente, estando também relacionadas à posição geográfica dos municípios, bem como sob as influências das massas de ar e da intensidade da radiação solar (LETTENMAIER, 1995), onde todos esses fatores associados à ausência de cobertura florestal contribui para uma maior incidência de secas.

Mudanças no regime de chuvas na microrregião de Ribeira do Pombal são observadas há décadas, como curta duração e diferentes ocorrências. Segundo Nóbrega *et al.* (2016), a distribuição irregular das chuvas e secas prolongadas, observadas em diversos estudos, são condições que implicam não apenas em mudanças climáticas, mas também fitogeográficas e alterando aspectos socioeconômicos. Segundo Ribeiro *et al.* (2016), a maior variabilidade das chuvas e o aumento da frequência de eventos extremos como secas e inundações no semiárido evidenciam as mudanças climáticas intensificadoras dos processos de desertificação, expandindo-se em um número maior de áreas suscetíveis.

Desse modo, a soma desses atributos aos diferentes tipos e níveis de degradação ambiental, a instabilidade térmica e a chuvas irregulares, alertam que mais de 90% da microrregião de Ribeira do Pombal é susceptível à desertificação moderada (Figura 5C).

Na maior parte do território semiárido do Nordeste brasileiro, os processos de desertificação estão presentes em graus moderados e irreversíveis (ANGELOTTI, *et al.*, 2009). Alguns estudos realizados em regiões semiáridas de diferentes estados do Nordeste do Brasil têm indicado preocupantes graus de desertificação, como observado por Queiroz & Santos (2016), que estudaram os processos de desertificação na microrregião do Vale do Piancó no estado da Paraíba, Brasil observando que 60% dessa região encontra-se em avançado processo de desertificação, causado principalmente pelo

desmatamento contínuo, além de períodos prolongados de estiagem. Dentre os municípios estudados por esses autores, Aguiar foi considerado o mais crítico, classificado como hiperárido e apresentando grande extensão de solos expostos.

No caso do estado da Bahia, conforme observado por Santos & Pacheco (2017), algumas regiões do município de Juazeiro já apresentam alto risco de desertificação, principalmente relacionado à grande perda de cobertura florestal e intensificação da erosão do solo, o que também foi confirmado pelos estudos realizados por Santos *et al.* (2016), que indicaram que os municípios de Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá, todos localizados no norte da Bahia, são regiões altamente suscetíveis à desertificação.

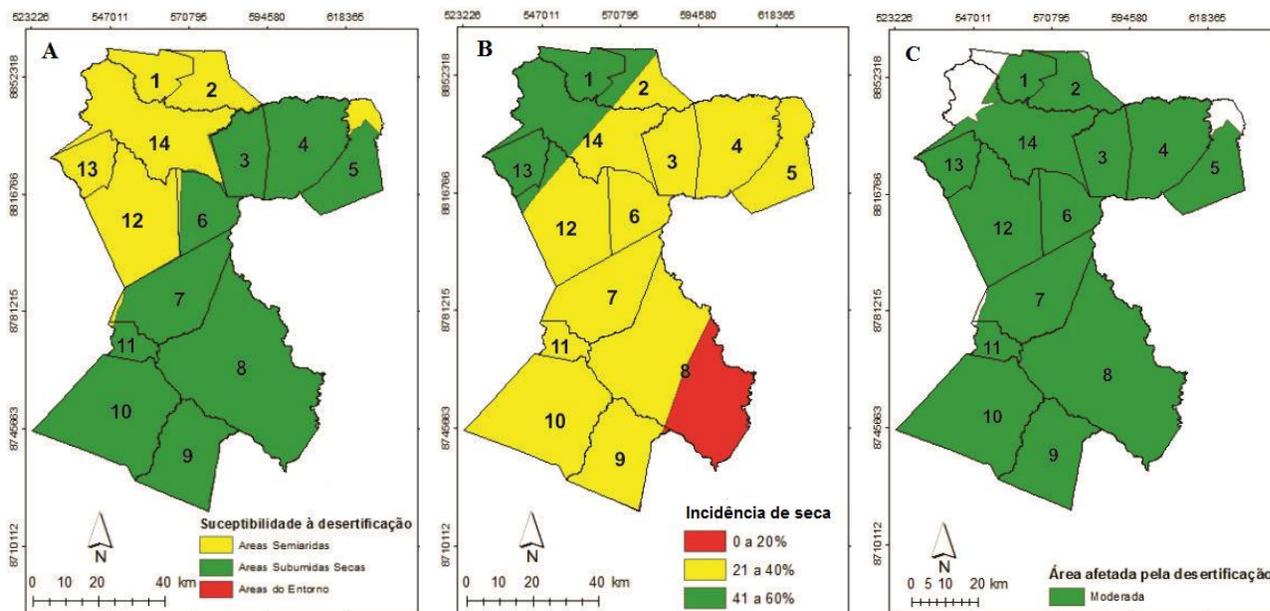


Figura 5 – Representação das extensões territoriais suscetíveis à desertificação (A) e índice de incidência de secas - (B) e nível moderado de áreas afetadas pela desertificação (C) nas microrregiões semiáridas da Ribeira do Pombal, Nordeste da Bahia, Brasil, segundo dados do Instituto Nacional do Semiárido (INSA, 2012): 1 - Novo Triunfo; 2 - Antas; 3 - Fátima; 4 - Adustina; 5 - Paripiranga; 6 - Heliópolis; 7 - Ribeira do Amparo; 8 - Itapicuru; 9 - Olindina; 10 - Nova Soure; 11 - Cipó; 12 - Ribeira do Pombal; 13 - Banzaê e 14 - Cícero Dantas.

Fonte: Dos autores, 2020.

Em estudo realizado na região do Seridó Potiguar, no Estado do Rio Grande do Norte, Rozendo (2015) constatou que a ocorrência de desertificação na região tem sido provocada pela retirada de argila, que provoca o assoreamento dos rios e a retirada de lenha da Caatinga demandada pela atividade cerâmica, que consome 69,7% do total de lenha extraída. Ainda segundo este mesmo autor, os impactos sociais gerados têm sido marcantes, culminando na diminuição da produção de alimentos, uma vez que as áreas de várzea, antes utilizadas para o cultivo de alimentos, tornaram-se inviáveis pela degradação causada pela atividade de cerâmica associada com a criação de gado.

Gomes (2017), em estudo realizado nas microrregiões do Sertão do Moxotó e Sertão do Pajeú no Estado de Pernambuco, constatou que mesmo havendo baixa suscetibilidade à desertificação nessas microrregiões, as populações locais já sofrem com a redução da qualidade da vida, observada por meio de indicadores socioeconômicos afetados pela degradação dos recursos naturais.

Os processos de desertificação observados em algumas regiões semiáridas do Nordeste, segundo estudos realizados por Sá & Sá (2008), indicam níveis irreversíveis, como o núcleo Seridó, entre os Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, com extensão de aproximadamente 2.341 km² de área afetada pela desertificação causada pela extração de lenha e argila.

Diferentes fatores estão associados ao processo de desertificação. Em Irauçuba, município localizado no Estado do Ceará, os intensos processos de desertificação se estendem por aproximadamente 4.000 km² dessa região, causados por queimadas e intenso desmatamento. Na região do Cabrobró, em Pernambuco, o desmatamento e a salinização dos solos

causaram desertificação de mais de 4.900 km². Em Gilbués, no Estado do Piauí, são mais de 6.000 km² de área sob desertificação causada pela pecuária extensiva e mineração (QUEIROZ & SANTOS, 2016).

4. Considerações finais

Mais de 90% da microrregião de Ribeira do Pombal é susceptível à desertificação moderada, causada principalmente por ações antrópicas e intensificado pelas condições climáticas locais.

As ações antrópicas responsáveis pela susceptibilidade à desertificação moderada na microrregião de Ribeira do Pombal estão relacionada principalmente ao desmatamento para formação de pastagens, agricultura, corte de lenha e produção de carvão.

Os municípios de Olindina, Fátima, Antas, Heliópolis, Cícero Dantas, Adustina, Paripiranga e Ribeira do Pombal são os mais afetados pela degradação ambiental devido à ocorrência de desmatamento e adoção de tecnologias agrícolas de alto impacto e baixa mitigação.

A degradação ambiental pode ser evitada por meios alternativos implementados por políticas públicas com redução imediata dos efeitos do processo de desertificação, garantindo espaços territoriais protegidos como na vigilância, recuperação e implantação de Áreas de Proteção Permanente, criação de corredores ecológicos e criação e gestão de Unidades de Conservação dos remanescentes de Caatinga ainda existentes nos municípios estudados da microrregião.

Sugere-se também o monitoramento ambiental, a assistência técnica especializada e extensão rural contínua na microrregião; a adoção de plano de fomento e implantação de florestas plantadas em substituição à supressão da vegetação nativa da Caatinga. E a realização de Plano de Manejo Florestal Sustentável destinado aos remanescentes de Caatinga que apresentarem tal aptidão.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa ao segundo autor deste artigo (Processo: 316639/2021-4).

Referências

- ALVARES, C. A; STAPE, J. L; SENTELHAS, P. C; GONÇALVES, J. D. M; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *MeteorologischeZeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANGELOTTI, F; SÁ, I. B; MENEZES, E. A; PELLEGRINO, G. Q. *Mudanças Climáticas e Desertificação No Semiárido Brasileiro*. Embrapa: Petrolina, 2009, 296p.
- ARAÚJO, W. D. S; BRITO, J. I. B. D. *Índices de tendências de mudanças climáticas para os estados da Bahia e Sergipe por meio de índices pluviométricos diários e sua relação com TSM do Pacífico e Atlântico*. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 26, n. 4, p. 541-554, 2011.
- ARAÚJO, W. S; SOUSA, F. A. S; BRITO, J. I. B; LIMA, L. M. *Aplicação do modelo estocástico cadeia de markov a dados diários de precipitação dos Estados da Bahia e Sergipe*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 3, p509-523, 2012.
- BEZERRA, F. B; OLIVEIRA, M. A. C. L; PEREZ, D. V; ANDRADE, A. G; MENEGUILLI, N. D. A. *Lodo de esgoto em revegetação de área degradada*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.3, p.469-476, 2006.
- BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. *Sistema de classificação brasileiro de classificação de solos*. 3º Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2014. 306p.
- BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Produto Interno Bruto – Microrregião Geográfica – Ribeira do Pombal, 2013*. Disponível: <http://www.ngb.ibge.gov.br/Default.aspx?pagina=micro>. Acesso: agosto de 2017.

- BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. *Economia: Censo Agropecuário, 2006*. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006_segunda_apuracao/default.shtm. Acesso: setembro. 2017.
- BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. *Panorama: Território e Ambiente, 2016b*. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/panorama>. Acesso em: agosto de 2017.
- BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. *Extração Vegetal e Silvicultural, 2015*. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/pesquisa/16/12705?ano=2015>. Acesso: setembro de 2017.
- BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. *Estimativas Populacionais 2017*. Disponível: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-detalle-de-midia.html?view=mediaibge&catid=2103&id=1328>. Acesso: dezembro de 2017.
- BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. *Áreas de Matas e Florestas Disponíveis Destinadas a Preservação Permanente e Reserva Legal, 2006b*. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/pesquisa/24/27745>. Acesso:novembro de 2017.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – MMA. *Estratégia do Programa Nacional de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental - Departamento de Políticas de Combate ao Desmatamento*. Brasília: MMA, 2016a, 44p.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – MMA. *Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros: Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do Bioma Caatinga. PROBIO-DATADownload, 2008*. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>. Acesso: setembro de 2017.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – MMA. *Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação*. Brasília, 2005.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – MMA. *Relatório de Monitoramento de Desmatamento do Bioma Caatinga, 2009*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso: agosto de 2017.
- BRASIL, Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. *Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 2012*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso: outubro de 2017.
- CARVALHO-JÚNIOR, C. V; COUTO-FILHO, V. A; MACHADO. G. B. *Atualidades, perspectivas e desafios para o espaço rural baiano*. In: Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia; September 1999; Salvador. Bahia:SEI, p. 23-77, 1999.
- CAVALCANTI, N. D. B; BRITO, L. T. D. L; OLIVEIRA, C. A. V. *Tecnologia tradicional e tecnologia alternativa: qual resolverá o problema dos pequenos agricultores na região semiárida do Nordeste brasileiro: um estudo de caso*. In: XXXIV Congresso brasileiro de economia e sociologia rural; March 1996; Aracaju. Brasília: SOBE. p. 351-369, 1996.
- CAVALCANTI, N. D. B; RESENDE. G. M. D; OLIVEIRA, C. A. V. D; BRITO, L. D. L. *As tecnologias inovadoras e os pequenos agricultores do Nordeste semi-arido*. In: Congresso brasileiro de economia e sociologia rural; 16 august 2001; Recife. Pernambuco: SOBER/ESALQ/EMBRAPA/UFPE/URFPE, p. 1-6, 2001.
- CLIMATE-DATA.ORG - *Dados climáticos para cidades mundiais, 2012*. CLIMATE-DATA.ORG© Climate-Data.org / AM OP / OpenStreetMap - contributors. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/region/207/> Acesso: agosto de 2017.
- COSTA, A. R. S; FERREIRA, G. D. L; SOUZA, E. B. D; ROLIM NETO, F. C. *Desertification in semi-aridnortheastofBrazil*. Revista Geama, v. 7, n. 1, p. 57-65, 2016.

- CRUZ, C. E. B; LIMA, J. S; BRITO A. V. D. C. B. *Fatores de degradação ambiental nos Agro-pólos do Ceará*. Anais do XLVI Congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural, 2008.
- CUNHA, S. B. D; GUERRA, A. J. T. *Avaliação e Perícia Ambiental*. 12ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012, 284p.
- CURADO, F. F; SANTOS, A. D. S. D; OLIVEIRA, M. J. *Sistematização de experiências agroecológicas no Território Semiárido Nordeste II, Bahia*. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v.31, n.2, p349-380, 2014.
- DIAS, R. L. F. *Intervenções públicas e degradação ambiental no semiárido cearense (O caso de Irauçuba)*, 139p. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1998.
- FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L.; AMORIM, A. O.; CARDOSO, A. S. *Índices para a quantificação da seca*. Boletim Embrapa, documento 244, 48 p, 2009.
- FERRARO-JÚNIOR, L. A. *Entre a invenção da tradição e a imaginação da sociedade sustentável: estudo de caso dos fundos de pasto na Bahia*, 484p. (Tese) Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2010.
- GAMA, D. C; DE JESUS, J. B. Aspecto geomorfológico, hidroclimático e ambiental da microrregião de Ribeira do Pombal, Bahia, Brasil. *Geoambiente on-line*, n. 32, p. 57-73, 2018.
- GARÍGLIO, M. A; SAMPAIO, E. V. DE S. B; CESTARO, L. A; KAGEYAMA, P. Y. *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga*. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro-MMA, 2010, 367p.
- GIGLIO, J. N; KOBAYAMA, M. *Interceptação da Chuva: Uma Revisão com Ênfase no Monitoramento em Florestas Brasileiras*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.18, n. 2, p297-317, 2013.
- GOMES, D. D. F. *Socioeconomic indicators associated with the desertification process in "Microrregião do Sertão" of Pernambuco state, Brazil*. Revista Geama, v.9, n.1, p. 27-51, 2017.
- INSA/SIGSAB - Instituto Nacional do Semiárido - *Sistema de Gestão da Informação e do Conhecimento do Semiárido Brasileiro: Acervo Digital, 2014a*. Disponível em: <http://sigsab.insa.gov.br/acervoDigital>. Acesso: julho de 2017.
- INSA/SIGSAB - Instituto Nacional do Semiárido - *Sistema de Gestão da Informação e do Conhecimento do Semiárido Brasileiro: Estimativa da população do Semiárido Nordeste, 2014b*. Disponível em: <http://sigsab.insa.gov.br/static/themes/v1/lib/elfinder/Arquivos/Publica%C3%A7%C3%B5es/Popula%C3%A7%C3%A3o%20do%20Semi%C3%Arido%20Estimada%20para%202014%20S%C3%ADntese.pdf>. Acesso: novembro de 2017.
- ISMAEL-FILHO, A; BORGES, P. D. F; ARAÚJO, L. D. S; PEREIRA, A. R; LIMA, E. M. D; SILVA, L. D. S; SANTOS-JÚNIOR, C. V. D. *Influência das variáveis climáticas sobre a evapotranspiração*. GAIA SCIENTIA, v. 9, n. 1, p. 62-66, 2015.
- IVO, A. B. L. *A reespecialização da estrutura fundiária do estado da Bahia*. Caderno CRH, v. 1, n. 6, p.35-68, 2007.
- JESUS, J. B. DE; GAMA, D. C., DO NASCIMENTO-JÚNIOR, J. M.; MOURA-FERNANDES, M. R. DE; FERNANDES, M. M. *Fragmentação florestal em região semiárida no Nordeste do Brasil*. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 39, e2018001683, p. 1-10, 2019.
- LEAL, I. R; TABARELLI, M; SILVA, J. M. C D. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. 3ª ed. Recife: UFPE, 2008. 804p.
- LETTENMAIER, D. *Stochastic modeling of precipitation with applications to climate model downscaling*. In: VON STORCH, H.; NAVARRA, A. (Eds.) *Analysis of climate variability: Applications of statistical techniques*. Berlin: Springer. Cap. 11, p.197-212, 1995.

- LIMA, M. G. C. DE; GIRÃO, O. *Considerações Teóricas sobre a Dinâmica Superficial em Ambientes Tropicais Áridos e Semiáridos: Aplicação ao Semiárido do Nordeste Brasileiro*. Espaço Aberto, v. 10, n. 2, p. 9-26, 2020.
- LIMA, R. C. D. A; LIMA, J. P. R. *Distribuição do PIB per capita nas microrregiões brasileiras: uma análise exploratória espacial*. Planejamento e Políticas Públicas, v. 47, p. 305-329, 2016.
- LOPES, I; SANTOS, S. M. D; LEAL, B. G; MELO, J. M. M. D. *Variação do índice de aridez e tendência climática à desertificação para a região semiárida do nordeste brasileiro*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 10, n. 4, p. 1014-1026, 2017.
- MEDEIROS, S. D. S; CAVALCANTE, A. D. M. B; MARIN, A. M. P; TINÔCO, L. B. D. M; SALCEDO, I. H; PINTO, T. F. *Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro*. Campina Grande: INSA, 2012, 107p.
- NÓBREGA, R. S; SANTIAGO, G. A. C. F; SOARES, D. B. *Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no nordeste do Brasil*. Revista Brasileira de Climatologia, ano 12, v. 18, p. 276-292, 2016.
- PAIS, P. S. M; SILVA, F. D. F; FERREIRA, D. M. *Degradação ambiental no estado da Bahia: uma aplicação da análise multivariada*. Revista GeoNordeste, n. 1, p. 1-21, 2012.
- PAULA, R. K. D; BRITO, J. I. B. *Índices de Mudanças Climáticas, Vegetação da Superfície, Seca e desertificação: Um Estudo de Caso para o Estado de Pernambuco*. In: V Congresso de Iniciação Científica; 20-22 october, 2008. Campina Grande, Paraíba: UFCG; 2008. p. 105.
- PIMENTEL, J. V. F; GUERRA, H. O. C. *Semiárido, Caatinga e legislação ambiental*. Prima Facie, v. 8, n. 14, p. 105-126, 2009.
- QUEIROZ, S. A. D; SANTOS, J. O. D. *Uma abordagem sobre o processo de desertificação no Vale do Piancó*. REBAMES, v. 1, n. 2, p. 30-35, 2016
- RIBEIRO, E. P; MOREIRA, E. B. M; SOARES, D. B; BILAR, A. B. C; LIMA, M. S. D. *Climate change and desertification in the semi-arid region of northeastern Brazil*. Revista Geama, v. 2, n. 2, p. 93-105, 2016.
- RIBEIRO, M. *Desertificação atinge grandes áreas do Semiárido. Mudanças climáticas Recursos naturais-Notícias*. Petrolina: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/3240771/desertificacao-atinge-grandes-areas-do-semiarido>. Acesso: março de 2017.
- RODRIGUES, I. O. *Padrão de Ocupação do Território Nacional pela Agropecuária*. MMA: Brasília, 2008, 11p.
- ROZENDO, C. *Mudanças climáticas e convivência com o semiárido na agenda pública do Seridó Potiguar*. Revista Guaju, v. 1, n. 1, p. 90-105, 2015.
- SÁ, I. B; SÁ, I. I. S. *A cobertura vegetal do Bioma Caatinga: subsídios ao monitoramento de processos de desertificação*. In: Seminário de atualização em sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas aplicados à engenharia florestal; 13 february 2008; Curitiba. Curitiba: FUPEF, p. 677-687, 2008.
- SANTOS-JÚNIOR, J. B; CASTRO, L. M. S. P; ALVES, E. R; SALES, M. C. L. *Microclimas do município de Viçosa do Ceará: uso da temperatura efetiva na análise do conforto térmico*. REGNE, v. 2, p. 385-394, 2016.
- SANTOS, R. P. D; PACHECO, C. S. G. R. *A ação antrópica e suas implicações na cobertura vegetal da comunidade rural de Paredão/BA: estudo comparativo de áreas intactas e degradadas*. Revista Semiárido De Visu, v. 5, n. 1, p.45-51, 2017.
- SANTOS, S. DE A.; CORREIA, M. DE F.; ARAGÃO, M. R. DA S.; SILVA, P. K. DE O. *Aspectos da Variabilidade Sazonal da Radiação, Fluxos de Energia e CO2 em Área de Caatinga*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 5, n. 4, p. 761-773, 2012.

-
- SANTOS, S. M. D; LEAL, B. G; TAURA, T. A. *Determinação da suscetibilidade climática à desertificação para os municípios baianos de Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá*. Geografia em Debate, v. 10, n. 1, p. 171-184, 2016.
- SILVA, R. M. A. DA. *Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento*. Brasília, 298p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, 2006.
- SOARES, R. V; BATISTA, A. C. *Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo*. Curitiba: UFPR, 2007, 250p.
- SOUZA, B. I. D; ARTIGAS, R. C; LIMA, E. R. V. D. *Caatinga e desertificação*. Revista Mercator, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.
- SOUZA, C. L. A. D; PEIXOTO, S. E. A. A; OLIVEIRA, C. D; CARVALHO, B. C. L. D. *Sistemas agrícolas dos pequenos produtores do município de Ribeira do Amparo-BA*. EmbrapaSemiárido - Documentos, 2001, 63p.
- THORNTHWAITE, C. W. *An approach toward a rational classification of climate*. Geographical Review, v. 38, p. 55-94, 1948.
- TORRES, F. T. P. *Mapeamento e análise de impactos ambientais das nascentes do córrego Alfenas, Ubá (MG)*. Revista Ciências Agroambiental, v. 14, n. 1, p. 45-52, 2016.
- TUCCI, C. E. M; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. vol. 2, n. 1, p. 135-152, 1997.
- UNCCD - *Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação*. Portugal: Instituto de Promoção Ambiental, 1995. 55p.
- UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *World Atlas of Desertification*. 2nd ed. London: United Nations; 1997. 182 p.
- VELLOSO, A. L; SAMPAIO, E. V. S. B; PEREYRN, F. G. C. *Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga*. APN/The NatureConservancy do Brasil: Recife, 2002. 76 p.
- XAVIER, R. A; SANTOS, I. M. D; DAMASCENO, J; DORNELLAS, P. C; NETO, I. D. O. B. *Processos erosivos superficiais no município de Juazeirinho, Região Semiárida da Paraíba*. REGNE, v. 2, p.113-122, 2016.