

# CLIMAP – MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BIOMA CAATINGA: SENSORIAMENTO REMOTO, MEIO AMBIENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS

**Equipe da Pesquisa:**

**Neison Cabral Ferreira Freire**

**Alexandrina Sobreira de Moura**

**Débora Coelho Moura**

**Débora Cavalcanti**

**Admilson da Penha Pacheco**

**Odair Barbosa de Moraes**



FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO  
Diretoria de Pesquisas Sociais – Dipes

**Série Relatórios de Pesquisa**  
VOLUME 9 NÚMERO 3 2020

CLIMAP - MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BIOMA  
CAATINGA: SENSORIAMENTO REMOTO,  
MEIO AMBIENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS



# **Série Relatórios de Pesquisa**

CLIMAP - MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BIOMA  
CAATINGA: SENSORIAMENTO REMOTO,  
MEIO AMBIENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS

© Fundação Joaquim Nabuco, 2020.

Reservados todos os direitos desta edição.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte.

Reproduções para fins comerciais são proibidas.

Os conteúdos do presente texto são de inteira responsabilidade dos autores e não necessariamente expressam o ponto de vista da Fundação Joaquim Nabuco.

Fundação Joaquim Nabuco | [www.gov.br/fundaj](http://www.gov.br/fundaj)  
Av. 17 de Agosto, 2187 - Ed. Paulo Guerra - Casa Forte  
Recife-PE | CEP 52061-540 | Telefone (81) 3073.6363  
Editora Massangana | Telefone (81) 3073.6321

PRESIDENTE DA REPÚBLICA  
Jair Messias Bolsonaro

MINISTRO DA EDUCAÇÃO  
Milton Ribeiro

PRESIDENTE DA FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO  
Antônio Ricardo Accioly Campos

DIRETOR DE MEMÓRIA, EDUCAÇÃO, CULTURA E ARTE (DIMECA)  
Mário Hélio Gomes de Lima

DIRETOR DE PESQUISAS SOCIAIS (DIPES)  
Luis Henrique Romani de Campos

COORDENADOR-GERAL DO CENTRO DE ESTUDOS DE CULTURA, MEMÓRIA E IDENTIDADE (CECIM)  
Morvan de Mello Moreira

COORDENADOR-GERAL DO CENTRO DE ESTUDOS EM DINÂMICAS SOCIAIS E TERRITORIAIS (CEDIST)  
Neison Cabral Ferreira Freire

COORDENADORA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS E PROCESSOS  
Elizabeth Mattos

PROJETO GRÁFICO DE CAPA E EDITORAÇÃO ELETRÔNICA  
Paolo Malorgio Studio Ltda-ME

REVISÃO  
Tikinet Edição Ltda-EPP

<http://www.gov.br/fundaj>

Fundação Joaquim Nabuco.

A Fundação Joaquim Nabuco (FUNDAJ), fundação pública, vinculada ao Ministério da Educação, instituída por meio de autorização contida na Lei nº 6.687, de 17 de setembro de 1979, tem sede e foro na cidade do Recife, Estado de Pernambuco. Sua área de atuação é constituída pelas regiões Norte e Nordeste do País, tendo por finalidade promover estudos e pesquisas no campo das ciências sociais.

Relatórios de Pesquisa

A série Relatórios de Pesquisa foi criada em 2012 e tem por objetivo difundir as pesquisas realizadas pela Fundação Joaquim Nabuco de forma sistemática.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Fundação Joaquim Nabuco – Biblioteca Blanche Knopf

Série Relatórios de Pesquisa / Fundação Joaquim Nabuco. -- vol. 1, no. 1 (2012). --  
Recife: Editora Massangana, 2012 - .

Irregular  
Em 2021, a Série Relatórios de Pesquisas recebeu o e-ISSN.  
ISSN: 2316-5332 / e-ISSN:

1. Ciências Sociais. 2. Meio Ambiente. I. Fundação Joaquim Nabuco.  
II. Diretoria de Pesquisas Sociais. III. Série.

CDU 3:061.6:047.3

### **Equipe da Pesquisa**

Neison Cabral Ferreira Freire, pesquisador e coordenador da pesquisa, Fundaj  
Alexandrina Saldanha Sobreira de Moura, pesquisadora, Fundaj  
Débora Coelho Moura, professora, UFCG  
Débora Cavalcanti, professora, UFAL  
Admilson da Penha Pacheco, professor, UFPE  
Odair Barbosa de Moraes, professor, UFAL

### **Outras participações**

Vinicius D'Lucas Bezerra e Queiroz, estagiário  
Lucas Barros Valença, estagiário  
Guilherme Oliveira, estagiário e bolsista CNPq/Fundaj/Pibic  
Débora Nathalia Oliveira de Almeida, estagiária  
Thiago Breno de Medeiros Carmo, bolsista CNPq/Fundaj/Pibic



# RESUMO

Um bioma é constituído pelo conjunto de seres vivos de uma região geográfica onde a vegetação tem significativa similaridade, associada a fatores abióticos específicos, tais como o tipo de solo, o regime hídrico, a geomorfologia e o clima, dentre outros. O Brasil possui seis biomas caracteristicamente distintos, a saber: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal e Caatinga, sendo este último o único exclusivamente brasileiro e, ainda hoje, o menos estudado. A Caatinga vem sofrendo um contínuo e sistemático processo de degradação ambiental. O objetivo desta pesquisa é investigar os possíveis efeitos das mudanças climáticas (MCs) em áreas selecionadas no Bioma Caatinga, considerando dois aspectos fundamentais: por um lado, o registro espectro-temporal das mudanças no uso e na ocupação do solo em unidades de conservação de proteção integral e áreas agropastoris e, por outro, a dinâmica dos corpos hídricos superficiais que têm múltiplos usos de suas respectivas águas no semiárido. Para tanto, foram utilizados dados de Sensoriamento Remoto obtidos por satélites que têm o potencial de fornecer informações detalhadas sobre as propriedades da superfície da terra e os parâmetros a nível local ou em escala regional. Isto permitiu imagear porções do espectro eletromagnético além da região do visível. Tal característica permite aprofundar a extração de informações sobre os alvos na superfície terrestre, especialmente aqueles de maior sensibilidade à região do infravermelho, como é o caso de estudos que envolvam a cobertura de vegetação, sendo fundamental no monitoramento dos impactos das mudanças climáticas, especialmente em regiões semiáridas, como é o caso do bioma Caatinga. Nesse sentido, imagens multiespectrais e multitemporais de satélites, em conjunto com bases de dados locais e mapas, foram utilizadas para examinar a natureza, a tendência e a quantificação do processo de monitoramento ambiental das novas unidades de conservação previamente selecionadas. A delinearção e o mapeamento da caatinga são realizados para estabelecer uma base confiável para o seu monitoramento espaço-temporal. Foi, ainda, observada e mapeada a dinâmica dos principais corpos hídricos superficiais nos últimos 28 anos na região de caatinga em Alagoas a partir dessas séries temporais de imagens satelitais, revelando um quadro preocupante numa região onde as médias pluviométricas anuais raramente ultrapassam os 500m, podendo variar de 300 a 800mm/ano. A pesquisa mostrou que a crise hídrica é mais impactante nas populações de alta vulnerabilidade social nessa região, onde o acesso à água se tornou mais difícil com as mudanças climáticas com

a privatização de lagoas, desaparecimento e diminuição de açudes públicos e ausência de políticas públicas de mitigação às MCs. Em outra área selecionada, o registro da variação de albedo mostrou que a mudança no uso do solo de caatinga para agricultura irrigada para exportação, embora tenha proporcionado altos rendimentos ao agronegócio, trouxe maiores contribuições ao aquecimento global por meio do aumento das emissões de energia refletida à atmosfera do planeta, além da perda de extensas áreas naturais e suas consequências à biodiversidade do bioma.

**Palavras-chave:** Caatinga, Mudanças Climáticas, Unidades de Conservação, Meio Ambiente, Sensoriamento Remoto.

# ABSTRACT

A biome is made up of a group of living beings from a geographical region where vegetation has significant similarity, associated with specific abiotic factors, such as soil type, water regime, geomorphology and climate, among others. Brazil has six characteristically distinct biomes, namely: Amazon, Cerrado, Atlantic Forest, Pampa, Pantanal and Caatinga, the latter being the only exclusively Brazilian and, even today, the least studied. The Caatinga has been undergoing a continuous and systematic process of environmental degradation. The objective of this research is to investigate the possible effects of climate changes (CCs) in selected areas in the Caatinga Biome, considering two fundamental aspects: on the one hand, the spectro-temporal record of changes in land use and occupation in protected areas integral and agropastoral areas and, on the other hand, the dynamics of superficial water bodies that have multiple uses of their respective waters in the semi-arid. For this purpose, Remote Sensing data obtained by satellites were used, which have the potential to provide detailed information on the properties of the earth's surface and parameters at local or regional scale. This allowed imaging portions of the electromagnetic spectrum beyond the visible region. This characteristic allows to deepen the extraction of information about the targets on the terrestrial surface, especially those of greater sensitivity to the infrared region, as is the case of studies involving vegetation cover, being essential in monitoring the impacts of climate change, especially in semi-arid regions, such as the Caatinga biome. In this sense, multispectral and multitemporal images from satellites, together with local databases and maps, were used to examine the nature, trend and quantification of the environmental monitoring process of the new conservation units previously selected. The delineation and mapping of the caatinga is carried out to establish a reliable basis for its temporal space monitoring. The dynamics of the main surface water bodies that remained in the last 28 years in the caatinga region in Alagoas were also observed and mapped from these time series of satellite images, revealing a worrying picture in a region where annual rainfall averages rarely exceed 500m, ranging from 300 to 800mm / year. Research has shown that the water crisis is more impacting on populations of high social vulnerability in this region, where access to water has become more difficult with climate change with the privatization of lagoons, the disappearance and reduction of public dams and the absence of public policies for mitigation to CCs. In another selected area, the record of albedo variations showed that the change in

the use of caatinga soil for irrigated agriculture for export, although it has provided high yields to agribusiness, has brought greater contributions to global warming through the increase in reflected energy emissions to the planet's atmosphere, in addition to the loss of extensive natural areas and their consequences for the biome's biodiversity.

**Keywords:** Caatinga, Climate Changes, protected areas, Environment, Remote Sensing.

# SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1. O domínio da Caatinga .....	18
1.2. Contexto internacional da pesquisa .....	20
Referências .....	22
<b>2. MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA CAATINGA: DESAFIOS</b>	
<b>E PERSPECTIVAS .....</b>	<b>23</b>
2.1. A escala global .....	23
2.2. Política, atores e narrativas .....	26
2.3. Mudanças climáticas e governança internacional .....	29
2.4. Desafios e inovações metodológicas .....	30
2.5. Governança Global e a Agenda 2030 .....	35
Referências .....	37
<b>3. AS NOVAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO</b>	
<b>INTEGRAL DA CAATINGA NA PERSPECTIVA DAS MUDANÇAS</b>	
<b>CLIMÁTICAS: ARARINHA AZUL BOQUEIRÃO DA ONÇA .....</b>	<b>47</b>
3.1. Aspectos gerais .....	47
3.2. Caracterização geoambiental do Revis Ararinha Azul .....	50
3.3. Análise da Vegetação e Fitofisionomias das Unidades	
de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção	
Ambiental da Ararinha-Azul .....	55
3.4. Mapeamento temático do Revis Ararinha Azul .....	57
3.5. Conclusões .....	61
Referências .....	62
<b>4. AS LAGOAS DE ALAGOAS NO BIOMA CAATINGA: DETECCÃO,</b>	
<b>ANÁLISE E MAPEAMENTO TEMPORAL DOS PRINCIPAIS ESPELHOS</b>	
<b>D'ÁGUA NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS .....</b>	<b>67</b>
Resumo .....	67
Abstract .....	69
4.1. Introdução .....	70

4.2. Aspectos da área de estudo .....	72
4.3. Metodologia, materiais e métodos em Sensoriamento Remoto .....	75
4.4. Resultados e Discussão .....	79
4.5. Conclusões .....	91
Referências .....	93
<b>5. VARIAÇÃO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE NA REGIÃO GEOGRÁFICA IMEDIATA DE PETROLINA E SUA RELAÇÃO COM AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS .....</b>	<b>95</b>
Resumo .....	95
5.1. Introdução .....	96
5.2. Sensoriamento Remoto e albedo da superfície .....	97
5.3. Metodologia para o cálculo do albedo da superfície .....	99
5.4. Resultados e discussão .....	102
5.5. Conclusões .....	109
Referências .....	111
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>117</b>
a) Artigo publicado .....	119
b) Artigo submetido .....	123
c) Cartas-imagens municipais .....	153
i. Carta-imagem de Delmiro Gouveia .....	153
ii. Carta-imagem de Pão de Açúcar .....	154
iii. Carta-imagem de Belo Monte .....	155
iv. Carta-imagem de Jaramataia .....	156
v. Carta-imagem de Craíbas .....	157
d) Resumo expandido e Relatório de Pesquisa de Iniciação Científica (CNPq/Fundaj/Pibic) .....	159

# 1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa é parte integrante do Programa de Desenvolvimento Institucional da Fundaj (PDI) em cooperação técnica com as Universidades Federais de Alagoas (UFAL), de Pernambuco (UFPE) e de Campina Grande (UFCG), sendo uma das atividades de pesquisa previstas no Programa Institucional Nº 5: Educação, Governança e Sustentabilidade, compreendendo o período de 2017 a 2019.

A pesquisa CLIMAP teve como **objetivo principal** investigar os possíveis efeitos das mudanças climáticas (MCs) em áreas selecionadas no Bioma Caatinga, considerando dois aspectos fundamentais: por um lado, o registro espectro-temporal das mudanças no uso e na ocupação do solo em unidades de conservação de proteção integral e áreas agropastoris; e, por outro, a dinâmica dos corpos hídricos superficiais que têm múltiplos usos de suas respectivas águas no semiárido.

Os **objetivos específicos** do CLIMAP foram:

1º) Mapear e compreender o processo de regeneração natural e/ou da sucessão ecológica da vegetação de Caatinga, referente às etapas iniciais de estabelecimento e desenvolvimento das espécies (pioneeras sucessionais, tardias e clímax), tomando como base as fitofisionomias da vegetação existente nas áreas do bioma Caatinga, as quais estas podem estar associadas à conservação e à preservação das Unidades de Conservação (UC) e seu entorno, em cooperação técnica com a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

2º) Mapear e avaliar a dinâmica espacial dos corpos hídricos superficiais continentais contínuos no Estado de Alagoas nos últimos 30 anos (1987 a 2017) na área de abrangência do bioma Caatinga e suas relações socioeconômicas com as mudanças no uso e na ocupação do solo do seu entorno, em cooperação técnica com a Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

3º) Detectar as mudanças no balanço energético dos alvos nos últimos 30 anos e sua relação com as mudanças climáticas, tomando como estudo de caso a variação do albedo na Região Geográfica Imediata de Petrolina, em cooperação técnica com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

4º) Disponibilizar os dados e resultados da pesquisa na Internet através do site da Fundação Joaquim Nabuco, no item Cieg, da Diretoria de Pesquisas Sociais.

Apresentados os objetivos da pesquisa, passamos a considerar aspectos norteadores quanto aos temas tratados, iniciando pelos conceitos e características do bioma Caatinga e suas inter-relações com as dimensões da vulnerabilidade social.

Nesta pesquisa, considerando um contexto internacional em que a gravidade das alterações climáticas e os seus impactos dependem de padrões de desenvolvimento globais, questionamos: como as mudanças climáticas, fenômeno típico da Era do Antropoceno, vêm afetando o Bioma Caatinga e as populações que habitam esta vasta região no Brasil? Como as novas tecnologias da geoinformação aplicadas às pesquisas e aos estudos sobre o meio ambiente no semiárido brasileiro podem contribuir com a formulação, a avaliação e o aprimoramento das políticas públicas que tratem das mudanças climáticas na região? Como essas mudanças afetam as populações tradicionais que dependem dos recursos naturais para sua sobrevivência? Como as políticas públicas são pensadas para ajustar as novas realidades ao binômio sociedade-natureza?

E, num sentido mais amplo: como a observação satelital de última geração e a modelização da superfície continental sob o domínio da vegetação remanescente de caatinga, por meio de métodos adequados à análise e ao tratamento de dados espectrais, validados por pesquisas de campo em áreas selecionadas e apoiado por literatura científica atualizada, podem contribuir para que o País possa ter êxito em relação aos compromissos assumidos em relação aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável<sup>1</sup> (ODS), aprovados pela Organização das Nações Unidas (ONU) em setembro de 2015 na cidade de Nova York, e o Acordo do Clima, aprovado em Paris em dezembro do mesmo ano?

Cabe ainda registrar, dentre outros aspectos importantes do Bioma Caatinga, seus altos indicadores de vulnerabilidade social, consequência direta dos baixos índices de desenvolvimento humano registrados na região em estudo que abrange quase 844.000 km<sup>2</sup> de extensão territorial.

De fato, nessa vasta região vivem, segundo dados do Censo 2010 (IBGE, 2019), cerca de 27 milhões de brasileiros, dos quais 38% habitam áreas rurais. Entretanto, apesar dos baixos indicadores de desenvolvimento socioeconômico em geral, atualmente observa-se nesse bioma a existência de um mosaico social diferenciado e heterogêneo, onde estruturas modernas convivem com áreas e segmentos econômicos tradicionais, contribuindo para tornar a realidade regional sertaneja muito mais complexa, onde provavelmente as MCs vêm afetando a dinâmica de seus distintos processos sociais, econômicos e ambientais.

A análise da caracterização do espaço agrário no bioma Caatinga e, em particular na bacia do São Francisco, comporta diversos ângulos de abordagem privilegiada, seja das transformações ocorridas na pecuária regional, seja daquelas que envolveram a pro-

<sup>1</sup> Resolução Nº 70/1 da Assembleia Geral das Nações Unidas, intitulada “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development”. Disponível em: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E) Acesso: 5 out. 2016.

dução e a produtividade agrícolas. Esta última transformação está associada, em linhas gerais, à irrigação para a expansão da fruticultura em áreas do semiárido ou ligada à expansão da lavoura modernizada de grãos nos Cerrados baianos e mineiros.

Na pesquisa, foram tratados aspectos teóricos-conceituais sobre as mudanças climáticas, tanto no Brasil como em outros países, buscando uma aproximação com seus efeitos sobre a formulação de políticas públicas setoriais, com destaque para o semiárido brasileiro – lócus principal do bioma Caatinga.

Esses estudos têm por base dados georreferenciados obtidos a partir de imagens satelitais, bem como outras fontes de dados secundários, tais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o MapBiomass, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), dentre outras fontes referenciadas.

A validação de campo para esses estudos foi realizada em momentos distintos no sentido de verificar a acuidade dos dados de imagens de satélites processadas no laboratório de Cartografia do Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social Mario Lacerda de Melo (CIEG), da Diretoria de Pesquisas Sociais (Dipes) da Fundação Joaquim Nabuco, contando com a participação de professores e bolsistas de iniciação científica da UFCG e UFAL nesse processo.

Desse modo, este Relatório Final de Pesquisa está estruturado em seis (6) capítulos e nove (9) anexos. A partir de uma visão sinótica proporcionada pelas imagens orbitais, aliada à pesquisa de campo, experimentação laboratorial e referências bibliográficas e fontes de dados atualizadas, a pesquisa dialogou com aspectos variados e multidisciplinares para o complexo e desafiador tema das mudanças climáticas.

Para essa vasta área sob o domínio da Caatinga (que, segundo o Ministério do Meio Ambiente, tem aproximadamente 844 mil km<sup>2</sup>), apresentamos três estudos de casos relacionados às mudanças climáticas na região em estudo, a partir de áreas piloto previamente selecionadas. Esses estudos têm abordagens distintas sobre a mesma questão norteadora da pesquisa: quais são os possíveis impactos das mudanças climáticas para o bioma Caatinga que podemos observar a partir dessas áreas piloto selecionadas? As três áreas selecionadas foram: a Região Geográfica Imediata de Petrolina (que abrange cinco municípios), as novas Unidades de Conservação de Proteção Integral do Bioma Caatinga (Refúgio da Vida Silvestre da Ararinha Azul e Parque Nacional do Boqueirão da Onça, ambas no Estado da Bahia) e a porção sob o domínio de Caatinga no Estado de Alagoas (com pesquisa de campo em cinco municípios).

Após a Introdução, o Capítulo 2 se dedica a fazer uma reflexão teórico-metodológica sobre os temas das mudanças climáticas, atualizando aspectos relacionados às agendas governamentais e aos desafios da sociedade contemporânea.

No Capítulo 3, um mapeamento temático multiespectral sobre as duas últimas unidades de conservação de proteção integral no bioma Caatinga sob a Administração Federal trás um recorte temporal de 27 anos a partir de imagens de satélites e extensa pesquisa de campo: o Parque Nacional do Boqueirão da Onça e o Refúgio de Vida Silvestre da Ararinha Azul, ambas unidades situadas no oeste baiano.

A dinâmica dos corpos hídricos superficiais na área do bioma Caatinga em Alagoas é abordada no Capítulo 4, validada por pesquisa de campo em municípios selecionados do sertão alagoano. Uma metodologia foi desenvolvida e aplicada, objetivando mapear e analisar os recentes 30 anos no semiárido daquele estado no que se refere às lagoas e aos açudes.

Um estudo sobre o balanço de energia radiante, conhecido por albedo de superfície, da Região Geográfica Imediata de Petrolina nos últimos 28 anos é apresentado no Capítulo 5. Utilizando dados extraídos de imagens de satélites, o mapeamento do albedo demonstrou que as mudanças no uso e na ocupação de solos rurais na região contribuiu para as mudanças climáticas globais, num cenário de prosperidade econômica proporcionado pelo agronegócio da fruticultura irrigada do Vale do São Francisco, porém com impactos para o meio ambiente sob o domínio do bioma Caatinga.

Por fim, o Capítulo 6 faz um balanço das conclusões apresentadas e discutidas ao longo da pesquisa, evidenciando os cenários encontrados e apontando possíveis mitigações aos impactos causados pelas mudanças climáticas na Caatinga – um desafio às atuais e futuras gerações.

## 1.1 O DOMÍNIO DA CAATINGA

Inicialmente, destaca-se que o Brasil, devido à sua grande extensão territorial, possui seis biomas com características geoambientais distintas, a saber: Caatinga, Cerrado, Amazônia, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa. O bioma Caatinga, entretanto, é o único totalmente inserido no território nacional.

A Caatinga, sendo o único bioma exclusivamente brasileiro e, ainda hoje, o menos estudado, passapor um contínuo e sistemático processo de degradação ambiental. O consumo de seus ativos ambientais ao longo do período da ocupação europeia e, mais recentemente, dos variados processos econômicos e sociais que se instalaram na região e que de alguma forma e intensidade vêm explorando de maneira não sustentável seus limitados recursos naturais, indicam que o Bioma Caatinga está sob forte ameaça quanto à conservação de sua biodiversidade. Esse fato vem ocasionando o aumento cada vez maior do risco de extinção de várias espécies endêmicas, tanto da fauna como da flora, além de impactos na produtividade agrícola e o aumento generalizado de riscos hídricos, tanto para o consumo humano como para a irrigação e a sedentação animal.

Conforme apontou a pesquisa “Mapeamento e Análise Espectro-Temporal das Unidades de Conservação de Proteção Integral da Administração Federal no Bioma Caatinga” (Freire et al., 2016), “os desmatamentos (que atingem 46% da área original do bioma), incêndios, caça predatória, corte ilegal e seletivo de madeira, mineração e crescimento urbano desordenado são algumas das principais ameaças que degradam o meio ambiente no bioma” (FREIRE et al., op. Cit.).

Além dessas ameaças crescentes e variadas, verifica-se a existência de ações de desmatamento da vegetação nativa para conquista de novas áreas de pastagens extensivas em solos que, sendo predominantemente rasos, novos, com fragmentos de rochas devido ao intemperismo físico oriundo do clima quente e seco, também apresentam baixos nutrientes orgânicos e têm baixa aptidão para a atividade de pastagem bovina (FREIRE & PACHECO, 2011). A situação é agravada pela associação com práticas agrícolas ultrapassadas e inadequadas às características típicas da vegetação de Caatinga.

O desmatamento, somado às prolongadas secas e estiagens que vêm sendo, provavelmente, intensificadas pelas mudanças climáticas globais, que registraram um aumento da temperatura média de 0,6°C para a região entre os anos de 1991 e 2004<sup>2</sup>, tem provocado o surgimento de núcleos de desertificação, como aqueles situados próximo à Estação Ecológica do Seridó, no estado do Rio Grande do Norte.

De fato, o longo processo histórico de ocupação alterou cerca de 80% da cobertura original das Caatingas, restando mais de 7,5% de sua área protegida, em 36 unidades de conservação, sendo que pouco mais de 1% dessas unidades estão sob o regime jurídico de proteção integral (FREIRE et al., 2016).

Na área desse bioma, a cobertura da vegetação apresenta uma flora nativa com espécies vegetais, que possuem caracteres anatômicos, morfológicos e funcionais especializados para a sobrevivência às condições adversas de clima e solo, típicos desta fisionomia. A vegetação é composta por espécies lenhosas e herbáceas, de pequeno porte, geralmente com espinhos e suculentas, havendo predominância das famílias botânicas Euphorbiaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Cactaceae e Bromeliaceae, (LINDOSO et al., 2012; MOREIRA, 2014).

Mas a vegetação da Caatinga passa por processo de desmatamento devido às atividades da agropecuária e da mineração, bem como o corte de lenha e carvão (ARAÚJO, et al., 2012; SOUZA et al., 2015). A eliminação da cobertura vegetal ocasiona graves problemas ambientais no semiárido nordestino, entre os quais se destacam a redução da biodiversidade, a degradação e a perda dos solos, o comprometimento dos sistemas produtivos e a desertificação (SANTANA & SOLTO, 2006). Desse modo, Leal et al.,

<sup>2</sup> A região Nordeste apresentou entre os anos de 1991 a 2004 um aumento da temperatura média de 0,6°C. Entretanto, a temperatura máxima apresentou um aumento de 0,6°C e para temperatura mínima os valores indicaram um aumento de 0,5°C. A precipitação pluviométrica para a região registrou uma diminuição de 153 mm, representando uma diminuição de 11,6% (SALATI et al, 2007, p. 25).

(2005) indicaram que entre 30,4% e 51,7% da área da Caatinga foi alterada por atividades antrópicas, considerando assim esta como um dos biomas mais degradado do Brasil (LINDOSO et al., 2012, SOUZA et al., 2015).

Nesse sentido, a exploração dos recursos naturais que mais degrada o bioma Caatinga é a extração de minérios, o desmatamento para carvão e lenha, além do processo de agricultura de subsistência e exportação. Assis et al. (2011) consideram a exploração mineral, como o polo gesseiro do Araripe-PE/CE, a extração de pedras ornamentais e bentonita na PB e a agricultura para exportação, seja fruticultura, como o caso do entorno de Petrolina (PE) e Mossoró (RN), uma das atividades mais destrutivas e ameaçadoras para as Unidades de Conservação do bioma Caatinga. Embora estas atividades proporcionem geração de emprego e renda, além da produção de bens sociais e industriais, essas atividades são geradoras de conflitos socioambientais, constituindo-se em fator impactante ao meio, pois afeta a cobertura vegetal, o solo, e dificulta a regeneração natural, que acelera o processo de desertificação.

## 1.2 CONTEXTO INTERNACIONAL DA PESQUISA

No contexto internacional, a pesquisa também buscou contribuir com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), intitulados de “Agenda 2030”. Esses objetivos nortearão as políticas de desenvolvimento e financiamento dos países durante os próximos 15 anos, começando com uma promessa histórica de erradicar a pobreza extrema, em todas as partes e para sempre. De fato, os ODS visam aperfeiçoar os bons resultados obtidos pelos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), que foram traçados para o período 2000-2015, bem como superar os desafios das metas não atingidas anteriormente.

Dentre os 17 objetivos, destacamos 4 que estão diretamente relacionados à pesquisa:

1º) Objetivo 2 - Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável;

2º) Objetivo 3 - Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;

3º) Objetivo 13 - Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos (reconhecendo que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] é o fórum internacional intergovernamental primário para negociar a resposta global à mudança do clima);

4º) Objetivo 15 - Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso: 5 out. 2016.

Com efeito, em muitos lugares do mundo, os impactos das MCs são observados por meio do surgimento ou do recrudescimento de diversos problemas ambientais, enfrentados tanto pelos produtores rurais como pela população urbana. Esses problemas estão relacionados à disponibilidade e à qualidade da água, secas, mudanças de temperatura e desmatamento (OBRIEN et al., 2007; LIPPER et al., 2014), além de modificações em relação à disponibilidade de recursos naturais e prováveis alterações em ciclos de reprodução e disseminação de doenças endêmicas. Há, ainda, estudos que mostram a relação das MCs com uma maior severidade dos eventos climáticos extremos, que disparam as armadilhas construídas pelo homem, especialmente em áreas de alta vulnerabilidade social, e que ocasionam os desastres naturais cada vez mais intensos e recorrentes.

A integração da dimensão das MCs nas áreas remanescentes de Caatinga e nas políticas agrícolas é agora um verdadeiro desafio, tanto para os pequenos agricultores como para o agronegócio empresarial, mas em formas e modalidades muito diferentes. Certamente, por exemplo, as MCs não afetam e nem ensejam reações iguais na forma, no conteúdo e no *timing* de resposta entre as atividades tradicionais da pequena agricultura de subsistência do semiárido e a vitivinicultura de larga escala em Petrolina da mesma maneira e intensidade.

Essas e outras discussões foram aprofundadas nos capítulos a seguir, onde apresentamos uma correlação entre fatores sociais e ambientais, tendo como base as evidências científicas das mudanças climáticas no bioma Caatinga a partir de dados extraídos de séries temporais de satélites, combinados com outras fontes de dados. Os autores optaram por elaborar alguns capítulos em formato de artigo científico para facilitar a submissão posterior em revistas indexadas Qualis-Capes. Como há contribuições diversas, fruto de cooperação entre instituições federais, os capítulos são apresentados com seus respectivos autores.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, K. D. *et al.* Estrutura fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo em áreas contíguas de Caatinga no Cariri Paraibano. **BrazilianGeographical Journal: Geosciences and Humanitiesresearchmedium**. v. 3, n. 1 Uberlândia: UFC, p. 155-169, 2012.
- ASSIS, H. F. S. de; BARBOSA, J. A. A.; MOTA, T. de S. Avaliação dos impactos ambientais provocados pela atividade mineradora no município de Pedra Lavrada-PB. **Revista Âmbito Jurídico: Ambiental**, Rio Grande do Norte, v. 14, n. 90, jul. 2011.
- FREIRE, N. C. F. (coord.); MOURA, D. C. M.; SILVA, J. B. da S.; MOURA, A. S. S. de (pesq.). **Mapeamento e Análise Espectro-Temporal das Unidades de Conservação de Proteção Integral da Administração Federal no Bioma Caatinga**. [Pesquisa]. Recife: Fundaj, 2016.
- FREIRE, N. C. F.; PACHECO, A. da P. **Desertificação**: Mapeamento e Análise. Recife: Editora da UFPE, 2011.
- LEAL, I. R. *et al.* Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga da Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1., n.1. p. 139-143, 2005.
- LINDOSO, D. P. *et al.* Integrated assessment of smallholder farming'svulnerability to drought in the BrazilianSemi-arid: a case study in Ceará. **Climaticchange**, v. 127, n. 1, p. 93-105, 2014.
- LIPPER, L. *et al.* Climate-smart agriculture for food security. **NatureClimateChange**, v. 4, n. 12, p. 1068-1072, 2014.
- MOREIRA, F. T. de A. **Florística, Fitossociologia e corte seletivo pelo Método Bdq em uma área de Caatinga, no Município de São José de Espinharas – PB**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2014.
- O'BRIEN, K. *et al.* Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. **Climatepolicy**, v. 7, n. 1, p. 73-88, 2007.
- SANTANA, J. da S.; SOUTO, J. S. Diversidade e estrutura fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2006.
- SOUZA, B. I. *et al.* Caatinga e Desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

## 2. IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ESCALAS E PROCESSOS

**Neison Cabral Ferreira Freire<sup>1</sup>**

**Alexandrina Saldanha Sobreira de Moura<sup>2</sup>**

### 2.1 A ESCALA GLOBAL

Segundo o Relatório 2016 (Nairobi, Kenya) do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2016) das Organizações das Nações Unidas (ONU), os ecossistemas das terras secas e semiáridas da América Latina estão seriamente ameaçadas por processos de desertificação que têm consequências negativas nas atividades sociais, econômicas, ecológicas, culturais e políticas (DE BENEDETTI, 1997). A desertificação é definida como a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e sub-húmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas (conforme a conclusão da Cúpula da Terra do Rio de Janeiro, em 1992, UNCED, 1992). Mas a grande variabilidade na distribuição temporal e espacial da precipitação complica a determinação da extensão árida e semiárida e, consequentemente, a análise da degradação da terra (WILLIAMS; BALLING, 1996). O bioma Caatinga está inserido na região semiárida brasileira com médias de precipitação pluviométricas que oscilam entre 300 a 700mm/ano.

Em uma escala global, os principais processos de desertificação são a degradação da vegetação, erosão hídrica e eólica, a salinização e a saturação dos solos (DREGNE; CHOU, 1992). As principais atividades de uso do solo em regiões áridas, como a irrigação, a agricultura de sequeiro e a pecuária em pastagens extensivas, também são descritas como fatores comuns na degradação da terra em vários países da América Latina.

Em terras irrigadas, a salinização e a saturação hídrica podem causar, principalmente, a desertificação. Em terras de cultivo de sequeiro, os processos dominantes de desertificação são as erosões hídrica e eólica. A desertificação dos pastos é causada pelo

<sup>1</sup> Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj), Diretoria de Pesquisas Sociais (Dipes), Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social Mario Lacerda de Melo (Cieg); Pesquisador Titular; neison.freire@fundaj.gov.br

<sup>2</sup> Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj), Diretoria de Pesquisas Sociais (Dipes), Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social Mario Lacerda de Melo (Cieg); Pesquisadora Titular; alexandrina.sobreira@gmail.com

sobrepastoreio que resulta na degradação da vegetação nativa, bem como o desmatamento de espécies lenhosas para a forragem, combustível, produção de carvão vegetal e materiais de construção.

Por outro lado, de acordo com a Avaliação Global de Degradação do Solo induzida pelo homem (GLASOD) publicada por Middleton e Rowley (1997), o desmatamento e a retirada da cobertura vegetal natural é a principal causa de degradação do solo na América do Sul, afetando 41,7% dos a 79,1 milhões de hectares de terras áridas. As regiões mais afetadas são no nordeste do Brasil, ao longo das costas do Caribe de Venezuela e Colômbia, e no norte da Argentina (semiárido do Chaco). As causas secundárias da degradação do solo são o sobrepastoreio (26,2%) e as atividades agrícolas (11,6%) (<100 mm de precipitação anual).

Conforme menciona Greco (1994), as mudanças de precipitação projetadas sob vários cenários de mudanças climáticas não são susceptíveis de produzir grandes mudanças nos ecossistemas das regiões de clima semiárido. No entanto, as variações normais nos padrões de precipitação que são características destas regiões podem induzir mudanças cíclicas na fisionomia da vegetação. Entretanto, os autores afirmam que estas variações são, provavelmente, mais importantes do que a quantidade total de precipitação. Portanto, os anos úmidos podem afetar significativamente a vegetação da região. Exemplo disso foi a presença do fenômeno *El Niño* em 1997-1998 nas zonas áridas costeiras do norte do Peru que gerou mudanças temporais drásticas nos ecossistemas florestais secos. Essa área, onde a média histórica de precipitação anual é de apenas 20-150 mm, recebeu 1.000-3.000 mm de chuvas entre dezembro de 1997 e maio de 1998. Esta precipitação teve efeitos positivos e negativos na região: a Produtividade Primária Líquida (NPP, *Net Primary Productivity* em inglês) aumentou em todas as comunidades vegetais (TORRES GUEVARA, 1992), reativando atividades de agricultura de sequeiro; no entanto, houve um surto de pragas de insetos que reduziram a NPP.

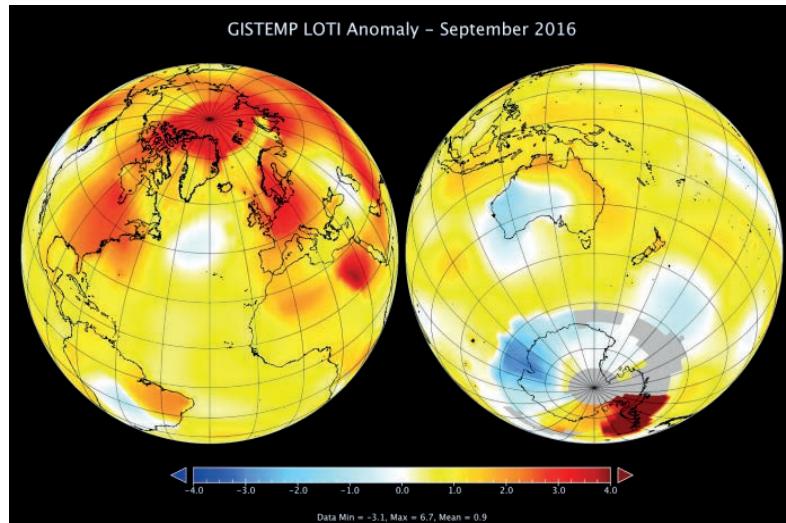
Estudos mais recentes mostram o aumento das temperaturas médias no planeta nos cenários das MCs. Segundo o site *NASA Climate Change*<sup>3</sup>, apenas os seis primeiros meses de 2016 foram o semestre mais quente já registrado e que remontam ao ano de 1880, com um aumento da temperatura média global de 1,3 graus Celsius quando comparada com a média do século XIX. Ainda segundo o site, o mês de setembro de 2016 (Figura 1) foi o setembro mais quente em 136 anos de registros modernos de dados climáticos, de acordo com uma análise mensal das temperaturas globais realizada por cientistas do Instituto Goddard da NASA para Estudos Espaciais (GISS), em Nova York (Figura 2). Segundo a agência espacial norte-americana, a temperatura em setembro de 2016 representou um incremento de 0.004 graus Celsius mais quente do que o setembro anterior mais quente já registrado, em 2014.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.facebook.com/NASAClimateChange/posts/>. Acesso: 26 out. 2016.

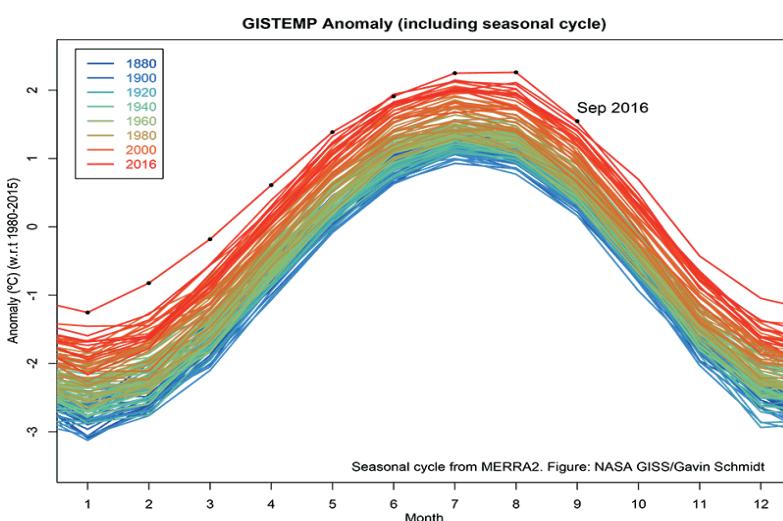
A margem é tão estreita entre esses dois meses que se torna praticamente um empate estatístico. No entanto, esse setembro de 2016 foi 0,91 graus Celsius mais quente do que a temperatura média para a média dos meses de setembro entre 1951-1980. Ou seja, mesmo em cenários climáticos curtos como este, há um registro constante do aumento da temperatura global.

**Figura 1 – Mapa global da anomalia do mês de setembro de 2016  
(baseado no land-ocean temperature index).**



Fonte: NASA/GISS (2016).

**Figura 2 – Gráfico das anomalias de temperatura com base no período 1880-2016, superpostas com o ciclo sazonal das médias entre 1980-2015.**



Fonte: NASA/GISS/Schmidt (2016).

Já no campo das políticas públicas ligadas às mudanças climáticas, assim como em outras abordagens, a integração de novos problemas é um desafio importante para a sua formulação, implementação e avaliação. As formas, modalidades e vetores de questões de integração têm sido analisados principalmente em relação a novas questões transetoriais, como em relação ao meio ambiente (NUNAN *et al.*, 2012; RAYNER; HOWLETT, 2009). A necessidade de emissão de MCs convencional tem sido amplamente reconhecida na literatura (GUARIGUATA *et al.*, 2008; MERTZ *et al.*, 2009).

Embora a maioria dos países latino-americanos promoveu planos nacionais de MCs ou estratégias nacionais de MCs (SABOURIN, 2015), diferentes questões permanecem sobre a integração da política de MCs e geram debates na literatura.

A primeira questão é explicar a diversidade de grau de integração relacionada às MCs na política setorial (rural). Com efeito, embora todos os países sejam afetados pela variabilidade climática, uma grande diversidade de formas de integrar a questão das MCs na mudança política ainda carece de observação (DUGUMA *et al.*, 2014). Diferentes fatores têm sido propostos para explicar as diferenças ao integrar a agenda de mitigação ou de adaptação: o nível de desenvolvimento econômico (SANDVIK, 2008) e do nível relacionado aos valores “verdes” na sociedade (PUGLIESE; RAY, 2009) ou o nível de vulnerabilidade às MCs (DUGUMA *et al.*, 2014).

No entanto, as variáveis sociais e políticas, bem como os atores envolvidos com a interação no processo político, têm sido ainda mal mobilizados para entender a diversidade da integração da agenda das MCs nas políticas setoriais. De fato, exceto em países de alta renda (LITFIN, 2000), a abordagem sobre o processo de política e a literatura atual sobre a mudança política que fornece a hipótese causal não foram totalmente mobilizados para compreender o processo de integração.

## 2.2 POLÍTICA, ATORES E NARRATIVAS

A pesquisa também ajudou a compreender as decisões de política onde diferentes visões são conflitantes, onde a percepção e o valor material das coisas são contrastados por diferentes interesses que estão presentes em variados processos sociais. Além disso, como discursos e histórias seguidas pelas partes interessadas e tomadores de decisão também podem influenciar as práticas desenvolvidas por eles ao responder a uma mudança em um domínio de política (ALDUNCE *et al.*, 2014), a pesquisa colocou uma atenção específica à percepção dos atores e “narrativas” sobre MCs.

A segunda questão relacionada com a integração de políticas de MCs é o seu processo de concepção e implementação, incluindo três dimensões:

1<sup>a</sup>) a sua coordenação e coerência: i) a coordenação entre as normas internacionais e políticas nacionais; ii) entre os planos nacionais e iniciativas territoriais; iii) entre as políticas e as políticas dos setores institucionalizados como a energia ou os transportes (BULKELEY; NEWELL, 2015), envolvendo os setores rurais e ambientais no que se refere às MCs;

2<sup>a</sup>) a escolha de uma combinação de instrumentos de política para abordar a complexidade do problema das MCs;

3<sup>a</sup>) a participação dos interessados no processo de concepção e implementação. Relativamente à coordenação e coerência, diferentes abordagens para a integração das MCs na política foram identificadas (abordagem vertical conduzido por uma agência global, ou uma abordagem horizontal, incluindo uma grande comunidade de peritos e partes interessadas). No entanto, os autores ainda discordam sobre a(s) melhor(es) maneira(s) para garantir a melhor integração. Enquanto Nunan *et al.* (2012) afirmam para uma combinação das duas abordagens, Klein *et al.* (2005; 2008) defendem uma integração de MCs nas políticas setoriais.

Outros autores (BULKELEY; NEWELL, 2015) insistem na obrigação ardente para exceder as mudanças climáticas do governo a partir de cima, devolvendo a outros níveis de ação, territoriais em particular, uma verdadeira capacidade de contribuir para o processo político, a implementação da política ou da inovação. Em relação à escolha de instrumentos políticos para resolver o problema das MCs, uma diversidade de instrumentos políticos (a cooperação, incentivo, direitos) foi proposta em diferentes níveis (HENSTRA, 2016).

No entanto, para além da escolha de instrumentos individuais, a questão é conceber e implementar combinação de políticas adaptadas ao contexto específico (HOWLETT, 2004; RAYNER; HOWLETT, 2009). Interações em particular entre regulamentos e inovações de medição técnica, diálogos entre os setores de desenvolvimento agrícola, ambiental e rural (ERIKSEN *et al.*, 2011) e na coordenação de implementação da política climática em escalas territoriais (BURSZTYN, 2015) podem ser considerados como possíveis caminhos para alcançar políticas coerentes (RAYNER; HOWLETT, 2009). Além disso, para além da coordenação e da política de mistura transeitorial, a coordenação em vários níveis é também normalmente um gargalo crucial para a implementação (ALDUNCE *et al.*, 2008).

Em relação à dimensão da participação na formulação de políticas, uma distinção entre dois padrões, de cima para baixo versus de baixo para cima, é geralmente feita (SHEA, 2014). Na América Latina, várias perguntas surgem: como essas políticas públicas de MCs são formuladas? Quem é consultado ou associado? E quem não o é? Quais são as características de participação da sociedade civil? (BLANCO; FUENZALIDA,

2013). Por exemplo, na cidade de São Paulo, o ICLEI (Comitê Cidades Internacionais) tem promovido um comitê local participativo sobre as alterações climáticas.

Em termos de ações de mudanças climáticas, se/quando houver consulta pública, é muitas vezes reduzida para uma página na web. Nesta forma de participação “cosmética” e sem partilha de informação real, existe o risco de legitimar as propostas que interessam aos *lobbies* mais organizados e poderosos. No Brasil, por exemplo, para o gado bovino, o setor privado desempenha um papel importante na formulação de padrões da indústria para reduzir as emissões de gases e de rastreabilidade. Mas resta ver se é realmente a expressão da sociedade civil ou o ponto de vista de um *hall* de entrada corporativista (SABOURIN, 2015).

A terceira questão diz respeito ao efeito de políticas para as MCs e os caminhos para a adaptação e a mitigação às mudanças climáticas. Como a política de MCs aborda a situação em um futuro distante, as abordagens de cenários e de prospectiva são muitas vezes utilizadas como insumo essencial para o desenvolvimento dos caminhos estratégicos rumo a uma maior sustentabilidade no setor energético (ROBINSON, 1982) em diferentes escala, de parques industriais ou áreas de escritório a regiões (GIURCO *et al.*, 2011).

Além disso, capturando o efeito da política de MCs, uma questão complexa como as decisões dos atores locais são dirigidas não apenas por sua percepção sobre MCs, mas também por múltiplos fatores de estresse socioeconômicos e biofísicos. Assim, pede tanto a compreensão da percepção das MCs pelos atores locais e como o contexto global em que eles estão agindo. Em relação aos caminhos para a adaptação e a mitigação às mudanças climáticas (DENTON *et al.*, 2014), duas questões emergem: 1<sup>a</sup>) o papel das vias de longo prazo para apoiar mudanças nos sistemas sóciotécnicos; 2<sup>a</sup>) a necessidade de avaliar as decisões de curto prazo em relação às suas consequências a longo termo e a irreversibilidade potencial da via em que se envolvem o sistema sóciotécnico considerado, as opções políticas e de instrumentos e o desenho institucional para a resiliência da sociedade.

No entanto, enquanto estas questões foram analisadas para o setor de energia em resposta à questão das MCs (LOORBACH, 2010; MEADOWCROFT, 2009), ainda persistem lacunas a serem exploradas para os setores rurais, tais como a agricultura, silvicultura e áreas naturais.

Em nenhum outro período anterior da história humana houve tantos debates sobre a necessidade de ação coletiva e formulação de políticas globais em relação à mudança climática como verificamos atualmente (FIELD; BARROS, 2014). Esta dinâmica de debates nas mudanças de políticas públicas acarreta uma oportunidade para que se investiguem as interações entre a formulação de políticas públicas, a identificação do problema, o processo político, e os diversos níveis de coordenação intersetorial das políticas de mudanças climáticas.

## 2.3 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E GOVERNANÇA INTERNACIONAL

A governança internacional das mudanças climáticas (MCs) está mudando desde o Acordo do Clima celebrado em dezembro de 2015 em Paris, fazendo com que o compromisso voluntário das partes (incluindo aqueles países não industrializados) seja o alicerce fundamental da estratégia internacional para lidar com as MCs (TREYER, 2015). Este acordo deverá, então, criar condições para um processo de desenvolvimento que não afete os chamados “Gases de Efeito Estufa” ou, em inglês, “Green House Gases”<sup>4</sup> (GEE), por meio das chamadas “vias de descarbonização”.

Ao mesmo tempo, a integração das MCs nas políticas nacionais torna-se uma questão-chave para os países que até agora não tinham definido oficialmente objetivos de mitigação a nível nacional, a fim de desenvolver vias de descarbonização.

Como a agricultura e outros usos da terra rural representam cerca de 20% das emissões globais de GEE, a importância deste setor é cada vez mais reconhecido como um ponto de entrada chave para resolver o problema das MCs (DASGUPTA *et al.*, 2014). Nos países tropicais, este setor também é afetado pelas MCs com algumas consequências importantes para o aumento da pobreza e da degradação dos recursos naturais (O'BRIEN *et al.*, 2007), levando à necessidade estrita para o desenvolvimento de uma agenda de adaptação.

A inclusão de questões relativas às MCs nas políticas rurais da maioria dos países tropicais é recente e a implementação é ainda limitada. Na América Latina, as estratégias nacionais de MCs têm aparecido apenas no início da década de 2000 (LAMPIS, 2013). A análise da vulnerabilidade ((exposição + sensibilidade) – capacidade adaptativa) de setores da sociedade deve ser prioridade na agenda da pesquisa visando instrumentalizar a elaboração de políticas públicas.

Assim, a compreensão da modalidade e da condição para a integração das MCs nas políticas rurais é uma questão crucial a mais nos problemas referentes às MCs nos níveis nacionais, internacionais e territoriais (FAO, 2010).

---

<sup>4</sup> Um gás com efeito de estufa é um gás que absorve a radiação infravermelha (IR) e irradia calor em todas as direções. Gases de efeito estufa na atmosfera terrestre absorvem IR do Sol e o libera. Uma parte do calor libertado atinge a Terra, juntamente com o calor do Sol que penetrou a atmosfera. Tanto o calor solar, como o calor irradiado são absorvidos pela Terra, que o libera; assim, o calor liberado também é reabsorvido pelos gases de efeito estufa para perpetuar o ciclo. Quanto mais desses gases existam, mais calor é impedido de escapar para o espaço e, consequentemente, mais aquece a superfície terrestre. Este aumento de calor é chamado de efeito estufa. Exemplos comuns de gases de efeito estufa, listados em ordem de abundância, incluem: vapor de água, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, ozônio, e quaisquer fluorocarbonetos. Embora o vapor de água seja o gás de efeito estufa mais abundante, ele é relativamente ineficaz. Entretanto, algum grau de gases de efeito estufa em nosso ambiente é natural – sem o efeito estufa nosso ecossistema não seria possível. Disponível em: <http://whatis.techtarget.com/definition/greenhouse-gas> Acesso em: 10 out. 2016. [Tradução livre dos autores].

## 2.4 DESAFIOS E INOVAÇÕES METODOLÓGICAS

A pesquisa abordou três principais desafios metodológicos e científicos:

O primeiro lidou com as novas abordagens metodológicas necessárias para a extração de informações de imagens de satélite de alta/média resolução espacial, como é o caso do satélite francês Sentinel-2B. Os mosaicos de bandas espectrais de cenas orbitais de diferentes satélites (LandSAT 5, 7 e 8, Sentinel-2B) ao longo dos últimos 30 anos, bem como os dados de calibração e validação de classes temáticas em escala adequada à extensão territorial do bioma, foram processados no CIEG.

O segundo desafio consistiu na elaboração de metodologia adequada à percepção das visões e dos cenários de transformação mobilizados pelos diferentes intervenientes no debate político. Nestes debates, os processos de abordagens políticas e a literatura sobre a mudança política que fornece a hipótese causal não foram totalmente mobilizados para compreender o processo de integração. Para remover esse bloqueio, integrar as MCs na agenda governamental pode ser interpretada como uma questão de renovação na defesa de políticas públicas que podem ser explicadas à luz das mudanças nas alianças de interesses (SABATIER; JENKINS-SMITH, 1993) e, mais precisamente, uma abordagem política de coligação multinível (MASSARDIER et al., 2014).

Subjacente à abordagem sobre as coligações de advocacia e sobre a questão das MCs (O'BRIEN et al., 2007), a importância da “narrativa”, no sentido de uma maneira específica para enquadrar o problema no sentido de analisar as opções viáveis para responder ao problema e alguns juízos normativos sobre o que é uma boa solução, é crucial para se entender o processo de integração (ROE, 1994). Tornou-se necessário, assim, maior atenção na caracterização das percepções dos atores e suas visões de cenários de transformação na fase de análise de um debate político.

O terceiro desafio está relacionado à avaliação das políticas implementadas para combater as alterações climáticas nos setores aqui propostos: estas políticas recentes muitas vezes produzem efeitos no médio ou longo prazo (os ciclos biológicos e agrícolas), tornando a sua avaliação problemática. Além disso, a incerteza permanece muitas vezes sobre a responsabilidade ou causalidade direta da política implementada sobre as mudanças observadas. Para remover este obstáculo, a pesquisa propôs uma abordagem de avaliação *ex ante* parcial e especializada, envolvendo as partes interessadas, reconhecendo que as percepções das mudanças dos atores são potenciais e importantes indicadores empíricos das MCs.

Por um lado, a pesquisa mapeou e analisou a narrativa e o cenário desses atores sobre o futuro da emissão de MCs e de políticas de respostas. Por outro lado, a análise de ferramentas, grupos de interesse e coalizões políticas que os promovem também revela seus instrumentos preferenciais e tipo de ação: mitigação, adaptação, manutenção,

desenvolvimento econômico etc. A análise dos cenários existentes e como eles são debatidos pelas partes interessadas complementou esta avaliação *ex ante* de políticas de MCs, especialmente quando debatida a nível de iniciação científica (ver “Anexos”).

Em termos de inovação da produção e difusão do conhecimento, a ambição da proposta CLIMAP foi trazer *insights* claros e evidências de base fundamentada para as modalidades específicas de setores transversais e coordenação multinível das políticas de alterações climáticas nas zonas rurais e tornar essas informações disponíveis para decisores e intervenientes políticos regionais nacionais, no âmbito dos acordos internacionais, incorporando, também, novas abordagens metodológicas para a extração de dados de imagens de novos satélites recentemente disponibilizados para a comunidade científica mundial através de site específico da pesquisa disponível em <http://www.fundaj.gov.br/cieg>.

A pesquisa está centrada em medidas políticas climáticas dos setores em que essas políticas ainda não estão muito desenvolvidas, em uma região onde isso está se tornando fundamental (densidade populacional, crise ambiental, o acesso aos mercados flutuantes, desestabilização do estado), como é o caso do bioma Caatinga, situado na Região Nordeste do Brasil.

Em segundo lugar, convém ressaltar que esta pesquisa não esteve à procura de uma forma restritiva apenas com instrumentos formalmente rotulados como “política climática”, direcionando-se mais no sentido de uma proposição de uma “política climática multissetorial”, que inclui mudanças políticas na agricultura, florestas e desenvolvimento rural para lidar com o problema das mudanças climáticas.

Em terceiro lugar, a pesquisa propôs considerar toda a sequência do processo político que liga a elaboração de políticas (*design*), implementação de políticas e os efeitos políticos sobre os caminhos alternativos para compreender a mudança política e a capacidade de abordar as MCs.

Desse modo, a estratégia metodológica da pesquisa CLIMAP foi composta por 4 fases:

1. elaboração de um quadro integrado de análise multidisciplinar em ciências exatas, sociais e humanas;
2. abordagem histórica e dinâmica das políticas, das ferramentas, dos atores e do contexto;
3. métodos de análise e de modelização sobre o funcionamento da dinâmica da superfície da biosfera da caatinga e seus respectivos fluxos de energia radiante, utilizando dados obtidos nas imagens de satélite e validados através de outras fontes, tanto qualitativas como quantitativas, e;
4. verificação de casos de estudo locais e setores econômicos específicos selecionados.

A pesquisa desenvolveu uma matriz de análise comum, combinando abordagens sociopolíticas, geográficas e econômicas para capturar coalizões políticas e mecanismos de coordenação e caracterização multidisciplinar, para compreender e comparar a dinâmica temporal em contextos políticos e ambientais (utilização de recursos naturais), o processo de formulação, a implementação e a avaliação de resultados obtidos.

A pesquisa realizou estudos de caso em três situações emblemáticas dos efeitos das MCs no Bioma Caatinga e com impactos diretos sobre as atividades humanas: o Submédio do Rio Francisco (Petrolina-PE), as duas novas unidades de conservação de proteção integral que estão sob pressão da mineração e geração de energia eólica no oeste baiano e a porção do bioma em Alagoas, abrangendo cerca de 46% da área total daquele estado, onde vivem populações com alguns dos maiores índices de vulnerabilidade social do País.

O Bioma Caatinga foi mapeado e analisado correlacionando-se os dados oriundos das imagens de satélites com os parâmetros físicos de temperatura e pluviosidade registrados. A partir desse processamento multiespectral, foram detectadas, quantificadas e qualificadas as áreas que sofreram maior impacto no processo de simplificação ecológica e sua possível relação com as MCs. A identificação e a localização dessas áreas foram validadas através de expedições de campo pela equipe de pesquisadores das três instituições, que permitiram uma melhor compreensão do fenômeno, seja ele de causas naturais ou antrópicas, seja ele de causalidade local ou global.

Nestes locais, diversos mapas e cartas foram elaboradas a partir dos *insights* investigados pelos pesquisadores em suas diversas áreas de atuação, bem como foram investigadas com maior profundidade as questões anteriormente formuladas para o tema proposto das transformações nas políticas públicas relacionadas às MCs.

Esses estudos são compostos por: cartas-imagem, mapas temáticos, dados físicos referentes ao clima e fluxos de energia (albedo), censos agropecuários e populacionais, fotografias terrestres, gráficos, tabelas, quadros e textos explicativos sobre cada área estudada. Os estudos contaram com o apoio técnico e científico da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), por meio de Acordos de Cooperação Técnica específicos que foram celebrados entre as partes.

A equipe da pesquisa reuniu abordagens do Sensoriamento Remoto, Geotecnologias, e ciências políticas e sociais. Abordagens disciplinares em diálogo com um quadro integrador, incluindo o *continuum* da formulação de políticas e sequências de políticas, também foram utilizadas tanto na elaboração como na implementação e na avaliação.

Nas atividades desta pesquisa referentes ao Sensoriamento Remoto, as imagens utilizadas e que cobrirão a totalidade das áreas de estudo do bioma foram obtidas de dois sites na Internet. O primeiro deles é o *United State Geological Survey (USGS) do National Aeronautics and Space Administration (NASA)* do Governo dos EUA, para aquelas imagens orbitais disponibilizadas pelos sensores 5 TM, 7 +ETM e 8 OLI da família LandSAT,

cujo número de bandas espectrais varia de 6 a 8 e que cobre a região do espectro eletromagnético (REM) que vai do visível (áreas antropizadas) ao infravermelho próximo (vegetação e corpos d'água); estas imagens possuem resolução espacial de 30m (multiespectral) e 15m na banda pancromática.

O segundo site é o do *Centre National d'Etudes Spatiales* (CNES) do Governo da França, para as imagens mais recentes e disponibilizadas pelos imageadores multiespectrais MSI a bordo dos satélites Sentinel-2A (lançado em 23/06/2015) e Sentinel-2B (lançado em dezembro de 2016); os sensores cobrem 13 bandas espectrais que registram dados de reflectância do REM da região que vai do visível ao infravermelho médio, apresentando a vantagem de terem resolução espacial que varia de 10 a 60m. Estes satélites franceses permitiram a obtenção de dados de alta resolução da vegetação de caatinga, da ocupação do solo e dos impactos do aquecimento climático na região de estudo com uma alta frequência de observação, uma vez que disponibilizam imagens da mesma área imageada a cada cinco dias (alta resolução temporal), enquanto a família LandSAT tem resolução temporal de 16 dias.

Para a geração das cartas de uso e ocupação do solo, bem como para a detecção dos padrões de mudanças ocorridas entre as diversas classes temáticas (vegetação, corpos hídricos, solo exposto, áreas urbano-industriais, pastagem, dentre outras) nos últimos 30 anos (1986 a 2017), foi adotada a estratégia metodológica e operacional de dividir o processamento do expressivo volume de dados digitais espectrais das imagens de satélite em etapas distintas, facilitando o processamento dos dados.

No CIEG, Fundação Joaquim Nabuco, foram realizadas as seguintes atividades nessa etapa metodológica:

1. obtenção, georreferenciamento e correção atmosférica das imagens, sendo utilizada pelo menos 1 (uma) cena orbital para cada ano de pesquisa;
2. realização de mosaicos das bandas multiespectrais: para cobrir o bioma são necessárias várias cenas (cada cena LandSAT, por exemplo, representa na superfície terrestre uma área de 180 x 180km); cada cena tem 6 a 8 bandas espectrais; o processamento resulta, portanto, em grandes arquivos no formato GEOTIFF das bandas espectrais que cobrem o bioma por inteiro, variando de 6 a 8 bandas por ano, que, multiplicando por 30 anos, temos, no mínimo, 240 mosaicos espectrais;
3. compactação, armazenamento e *backup* dos arquivos georreferenciados;
4. análise posterior detalhada dos resultados obtidos após o processamento, validados por expedições de campo nas áreas previamente definidas (3), ou outras que foram do interesse da pesquisa; integração com os outros temas abordados na pesquisa;
5. *layout* para impressão e plotagem dos mapas (foram produzidas, plotadas e enviadas cinco cartas-imagens multiespectrais dos municípios objetos de pesquisa

de campo em Alagoas; as cartas foram plotadas em papel fotográfico de alto brilho e entregues pessoalmente junto com os respectivos arquivos digitais aos secretários municipais de meio ambiente entrevistados pelos pesquisadores em agosto de 2019).

No tema referente às Políticas Públicas, parceiros deste projeto de cooperação técnica desenvolveram métodos e ferramentas específicas no âmbito de outros projetos, permitindo o desenvolvimento de variados expertises e conhecimentos transdisciplinares sobre o tema das MCs, como aqueles já publicados sobre o processo de política pública (SABOURIN *et al.*, 2015; LE COQ *et al.*, 2015), a coligação política (MASSARDIER *et al.*, 2014), o quadro SES (FALLOT *et al.*, 2014), a utilidade da análise de práticas de adaptação (ALDUNCE *et al.*, 2008), os atores e suas percepções (BLANCO; FUENZALIDA, 2013), os caminhos locais de vulnerabilidade (MAGNAN *et al.*, 2012) ou a avaliação integrada dos vulnerabilidade atores local (LINDOSO *et al.*, 2014; FREIRE; NATENZON, 2016). A pesquisa CLIMAP permitiu, enfim, um melhor refinamento e conciliação rumo a uma abordagem abrangente.

A escolha das três áreas de estudo no País corresponde a três regiões emergentes importantes que estão sob diferentes arcabouços legais de políticas públicas estaduais de MCs, porém sob o mesmo marco legal nacional que defendeu uma estratégia nacional voluntária e política, baseada em medidas de agricultura na última COP 21.

Enquanto essas regiões compartilham alguma característica comum em relação ao desenvolvimento socioeconômico e ao regime político que permita a comparabilidade, a sua diferença, em relação ao arranjo institucional e político local, é associada aos movimentos sociais e lideranças setoriais que orientarão a política local e permitirão testar hipóteses sobre os fatores explicativos em matéria de integração de MCs e mudança de política.

A escolha dos estudos de caso locais é impulsionada pela capacidade de tratar da questão da coordenação intersetorial e de vários níveis para permitir a comparabilidade e a diversidade real para testar a relação entre condição sociotécnica e variável de política. Assim, os casos no bioma Caatinga permitirão analisar a questão da interação entre as diversas políticas públicas e/ou entre os planos nacionais e regionais de MCs em Pernambuco (Região Geográfica Imediata de Petrolina), Bahia (Unidades de Conservação Ararinha Azul e Boqueirão da Onça) e Alagoas (municípios do bioma Caatinga).

A abordagem comparativa entre as áreas selecionadas foi agendada graças a um quadro analítico geral comum. Este quadro comum contém: 1) aspectos relativos ao mapeamento espectro-temporal das mudanças no uso e na ocupação do solo no bioma Caatinga, sua relação com a modelagem dos fluxos de energia e emissão de MCs; 2) a questão da coordenação e interações de ferramentas dentro do conjunto das políticas que afetam a resposta da sociedade a questão das MCs no setor rural; 3) os efeitos locais

e percepções de políticas atuais a fim de abordar/explorar as opções de ajuste de política para promover a adaptação às alterações climáticas.

## 2.5 GOVERNANÇA GLOBAL E A AGENDA 2030

Há muito tempo que são discutidas estratégias de desenvolvimento que integrem direitos humanos, civis, políticos, sociais e culturais como base ética para formular políticas em escala global que conciliem proteção ambiental, equidade social e eficiência econômica. A Agenda 21 pactuada na Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU), na Rio 92, por 179 países, foi um marco para um consenso interdisciplinar. As questões ambientais são interdependentes da pobreza, saúde, comércio, consumo e população. Não haveria desenvolvimento sustentável sem conservação dos recursos naturais e sem fortalecimento dos grupos sociais vulneráveis. Vinte anos mais tarde, a ONU aprova a Declaração do Milênio, com oito metas que reforçavam princípios da sustentabilidade, destacando a erradicação da extrema pobreza e da fome, a universalização da educação primária, melhoria da saúde materna e garantia de proteção ambiental. Apesar de alguns êxitos alcançados, os objetivos do milênio abrem espaço para ampliar a governança ambiental global, partindo para um nível de desenvolvimento onde a exclusão não atingisse patamares de décadas anteriores. Assim, o ano de 2015 foi considerado o Ano do Desenvolvimento, em que tiveram lugar a Conferência da ONU sobre Redução de Risco de Desastres (Sendai, Japão), Financiamento para o Desenvolvimento (Etiópia), Cúpula da ONU sobre o Desenvolvimento Sustentável 2015 e a Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas, em Paris.

Em meio a inúmeros entendimentos da comunidade internacional, com acordos, aditivos e protocolos, tornou-se imperativo criar indicadores que avaliassem o rumo de estratégias para o desenvolvimento. Para além das regras da diplomacia, a sociedade civil, governos nacionais e muitas organizações passaram a buscar uma base mais sólida e legítima para garantir as bases da sustentabilidade. Nessa linha, a ONU aprovou, em setembro de 2015, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável para traçar um “plano de ação em favor das pessoas, do planeta e da prosperidade”, reconhecendo que “erradicar a pobreza em todas as formas e dimensões, incluindo a extrema pobreza, consiste no maior desafio global e requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável”. Foram definidos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas que fossem além do realizado pela Declaração do Milênio.

Em 2018, o Fórum Político de Alto Nível para Desenvolvimento Sustentável contou com a apresentação de 47 países sobre 6 objetivos relativos a sociedades sustentáveis e resilientes. Para 2019, a Agenda 2030 teve mais de 40 países apresentando, no Fórum Político, cinco dos 17 ODS definidos no ano passado: educação de qualidade, trabalho

decente e crescimento econômico, redução das desigualdades, ação contra mudança global do clima e paz, justiça e instituições eficazes. O governo do Brasil foi um dos 47 países a apresentar o seu Relatório Nacional Voluntário na ONU, em julho, Nova Iorque, com dados sobre as políticas públicas brasileiras. Por parte da sociedade civil, o Relatório LUZ divulga, desde 2017, a avaliação dos ODS no Brasil e estará no Fórum Político de Alto Nível 2019. Fica garantida, portanto, a participação do setor não governamental do Brasil no processo global da Agenda 2030.

## REFERÊNCIAS

- ALDUNCE, P., BEILIN, R., HANDMER, J.; HOWDEN, M. Resilience for disaster risk management in a changing climate: Practitioners' frames and practices. *Global Environmental Change*, v. 30, p. 1-11, 2015.
- ALDUNCE, P., NERI, C. ; SZLAFSZTEIN, C. (Ed.). **Hacia la Evaluación de Prácticas de Adaptación ante la Variabilidad y el Cambio Climático**. Editorial NUMA/UFPA, Belém, Brasil, 2008.
- ALLEN, R.G., TASUMI, M.; TREZZA, R.; BASTIAANSSEN, W.G.M. - **Surface Energy Balance Algorithms for Land. Advanced Training and User's Manual**, Version 1.0.[S.l.]: Waters Consulting; University of Idaho; WaterWatch. 2002.
- ARAÚJO, K. D. ; SILVA, É. É. ; PARENTE, H. N. ; RAMALHO, C. I.; DANTAS, R. T. ; ANDRADE, A. P. DE. ; SILVA. D. S. Estrutura fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo em áreas contíguas de Caatinga no Cariri Paraibano. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**. v. 3, n. 1 Uberlândia: UFC, p. 155-169, 2012.
- ASSIS, H. F. S. de; BARBOSA, J. A. A.; MOTA, T. de S. Avaliação dos impactos ambientais provocados pela atividade mineradora no município de Pedra Lavrada-PB. Rio Grande do Norte: **Revista Âmbito Jurídico: Ambiental**, XIV, n. 90, jul 2011.
- BAILEY, R. G. **Ecoclimatic Zones of the Earth**. Springer: 2009. Disponível em: [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-0-387-89516-1\\_6](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-0-387-89516-1_6) Acesso: 24/10/2016.
- BAMLER, R.; EINEDER, M. The pyramids of Gizeh seen by TerraSAR-X—A prime example for unexpected scattering mechanisms in SAR. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v. 5, n. 3, p. 468-470, 2008.
- BASTIAANSSEN, W. G. M.; MENENTI, M.; FEDDES, R. A. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). 1. Formulation. **Journal of hydrology**, v. 212, p. 198-212, 1998.
- BEZERRA, M. V. C.; SILVA, B. B.; BEZERRA, B. B. Avaliação dos efeitos atmosféricos no albedo e NDVI obtidos com imagens de satélite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.709-717, 2011.
- BLANCO, G., FUENZALIDA, I. La construcción de agendas científicas sobre cambio climático y su influencia en la territorialización de políticas públicas: reflexiones a partir del caso chileno. En: POSTIGO, Julio C. et al. Cambio climático, movimientos sociales y políticas públicas. Una vinculación necesaria. **Santiago: CLACSO/ICAL**, 2013.

BULKELEY, H., NEWELL, P. **Governing climate change**, London: Routledge, 2015.

BURSZTYN, M. Políticas de clima como vetor estruturante da integração de políticas setoriais, **Anais do Encontro da ANPPAS 2015**, Brasília, Interações entre políticas públicas e a agenda das mudanças climáticas na América Latina, 2015.

CASHORE, B.; HOWLETT, M. Punctuating which equilibrium? Understanding thermostatic policy dynamics in Pacific Northwest forestry. **American Journal of Political Science**, v. 51, n. 3, p. 532-551, 2007.

CHAVES, I. de B.; LOPES, V. L.; FOLLIOTT, P. F.; PAES-SILVA, A. P. Uma classificação morfo-estrutural para descrição e avaliação da biomassa da vegetação da caatinga. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 204-213, 2008.

COMPAORÉ, H., HENDRICKX, J. M., HONG, S., FRIESEN, J., VAN DE GIESEN, N. C.; RODGERS, C. Evaporation mapping at two scales using optical imagery in the White Volta Basin, Upper East Ghana. **Physics and Chemistry of the Earth**, Parts A/B/C, v. 33, n. 1, p. 127-140, 2008.

COSTA, T. C. E. C.; ACCIOLY, L. J. O.; OLIVEIRA, M. A. J.; BURGOS, N.; SILVA, F. H. B. Phytomass mapping of the Seridó Caatinga vegetation by the plant área and the normalized difference vegetation indeces. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 707-715, 2002.

DA SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; DE AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens LANDSAT 5-TM. **Rev. Bras. Agrometeorologia**, v. 13, n. 2, p. 11-21, 2005.

DANTAS F. R. C.; BRAGA C. C.; SOUZA E. P.; SILVA S. T. A. Determinação do albedo da superfície a partir de dados AVHRR/NOAA e TM/LANDSAT-5. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n.1, p. 24-31, 2010.

DASGUPTA, P. S.; MORTON, J. F.; DODMAN, D.; KARAPINAR, B.; MEZA, F.; RIVERA-FERRE, M. G.; TOURE SARR, A. Rural areas. In: FIELD, C.; BARROS, V. (eds.) **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2014. p. 613-657. ISBN 978-1-107-64165-5.

DE BENEDETTI, Fabrizio et al. Interleukin 6 causes growth impairment in transgenic mice through a decrease in insulin-like growth factor-I. A model for stunted growth in children with chronic inflammation. **Journal of Clinical Investigation**, v. 99, n. 4, p. 643, 1997.

DENTON, F.; WILBANKS, T.; ABEYSINGHE, A.C.; BURTON I.; GAO, Q.; LEMOS, M.C.; MASUI, T.; O'BRIEN, K; WARNER, K. Climate-resilient pathways: adaptation, mitigation, and sustainable development. In: FIELD, C.; BARROS, V. (eds.) **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2014. p. 1101-1131. ISBN 978-1-107-64165-5.

DI PACE, F. T. Mapeamento do saldo de radiação com imagens Landsat 5 e modelo de elevação digital. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p.385- 392, 2008.

DREGNE, Harold E.; CHOU, Nan-Ting. Global desertification dimensions and costs. **Degradation and restoration of arid lands**, p. 73-92, 1992.

DUGUMA, L.A.; WAMBUGU, S.W.; MINANG, P.A.; VAN NOORDWIJK, M. A. systematic analysis of enabling conditions for synergy between climate change mitigation and adaptation measures in developing countries. **Environmental Science & Policy**, v. 42, p. 138-148, 2014.

EPIPHANIO, J. C. N.; GLERIANI, J. M.; FORMAGGIO, A. R.; RUDORFF, B. F. T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 31, n. 6, p. 445-454, 1996.

ERIKSEN, S.; ALDUNCE, P.; BAHINIPATI, C.; D'ALMEIDA, R.; MOLEFE, J.; NHEMACHENA, C.; O'BRIEN, K.; OLORUNFEMI, F.; PARK, J.; SYGNA, L.; ULSRUD, K. When not every response to climate change is a good one: Identifying principles for sustainable adaptation. **Climate and Development**, v. 3, n. 1, p. 7-20, 2011.

FALLOT, A.; LE COQ, J. F. Sistemas socio-ecológicos: un enfoque integral para comprender las interacciones de los seres humanos y la naturaleza. Experiencia de modelación participativa en tres territorios de América Latina. **Revista Virtual REDESMA**, v. 7, p. 86, 2014.

FAO. **“Climate-Smart” Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2010. Disponível em: <[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/newsroom/docs/the-hague-conference-fao-paper.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/newsroom/docs/the-hague-conference-fao-paper.pdf)>. Acesso em 15 de novembro de 2015.

FERNANDES, Afrânio. **Fitogeografia brasileira**: províncias florísticas. Realce Editora e Indústria Gráfica, Fortaleza, 2007.

FERREIRA, Laerte Guimarães; FERREIRA, Nilson Clementino; FERREIRA, Manuel Eduardo. Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 30, n. 4, p. 379-390, 2008.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. Oficina de textos, 2002.

FIELD, C.; BARROS, V. (eds.) **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2014. p. 1101-1131. ISBN 978-1-107-64165-5.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; LIMA, E. R. V.; BANDEIRA, M. M.; SILVA, B. B. Mapeamento da Caatinga com uso de geotecnologia e análise da umidade antecedente em bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 5, n. 3, p. 676-693, 2012.

FREIRE, N. C. F. (Coord.); MOURA, D. C. M.; SILVA, J. B. da S.; MOURA, A. S. S. de (Pesq.). **Mapeamento e Análise Espectro-Temporal das Unidades de Conservação de Proteção Integral da Administração Federal no Bioma Caatinga**. [Pesquisa]. Fundaj: Recife, 2016. (no prelo). Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/images/stories/cieg/CAPITULOS/parnadocatimbaucieg.pdf>

\_\_\_\_\_ ; PACHECO, A. **Desertificação: Mapeamento e Análise**. Recife: Editora da UFPE, 2009.

GIURCO, D., COHEN, B., LANGHAMA, E., WARNKEN, M. Backcasting energy futures using industrial ecology. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 78, n. 5, p. 797-818, 2011.

GRECO, Milton. **Interdisciplinaridade e revolução do cérebro**. São Paulo: Pancast Editora, 1994.

GUARIGUATA, M.R.; CORNELIUS, J.P.; LOCATELLI, B.; FORNER, C.; SANCHEZ-AZOFELA, G.A. Mitigation needs adaptation: Tropical forestry and climate change. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 13, n. 8, p. 793-808, 2008.

HENSTRA, D. The tools of climate adaptation policy: analysing instruments and instrument selection. **Climate Policy**, v. 16, n. 4, p. 496-521, 2016.

HOWLETT, M. Beyond good and evil in policy implementation: Instrument mixes, implementation styles, and second generation theories of policy instrument choice. **Policy and Society**, v. 23, n. 2, p. 1-17, 2004.

\_\_\_\_\_ ; RAYNER, J. Design principles for policy mixes: cohesion and coherence in 'new governance arrangements'. **Policy and Society**, v. 26, n. 4, p. 1-18, 2007.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2011. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2011/estimativa.shtm>. acesso em 16/10/2016.

IPCC - Intergovernmental Panel On Climate Change. **Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. Gestão 2016. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/sr2/> Acesso: 24/10/2016.

JACÓBSEN, L. O; FONTANA, D. C; SHIMABUKURO, Y. E. Efeitos associados a El nino e La nina na vegetação do Estado do Rio Grande do Sul, observados através do IVDN/NOAA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.19, n.2, p.129-140, 2004.

JULIEN, Y.; SOBRINO, J. A. The Yearly Land Cover Dynamics (YLCD) method: An analysis of global vegetation from NDVI and LST parameters. **Remote Sensing of Environment**, v. 113, n. 2, p. 329-334, 2009.

KJELLSTROM, T.; BUTLER, A. J.; LUCAS, R. M.; BONITA, R. Public health impact of global heating due to climate change: potential effects on chronic non-communicable diseases. **International journal of public health**, v. 55, n. 2, p. 97-103, 2010.

KLEIN, R. J. T. SCHIPPER, E. L. F.; DESSAI, S. Integrating mitigation and adaptation into climate and development policy: three research questions. **Environmental science & policy**, v. 8, n. 6, p. 579-588, 2005.

---

. **Mainstreaming climate adaptation into development policies and programmes: a European Perspective**. 2008.

LABONTÉ, R.; MOHINDRA, K.; SCHRECKER, T. The growing impact of globalization for health and public health practice. **Annual review of public health**, v. 32, p. 263-283, 2011.

LAMPIS, A. La adaptación al cambio climático: el reto de las dobles agendas. In: POSTIGO, J. (ed) **Cambio climático, movimientos sociales y políticas públicas. Una vinculación necesaria**. Santiago de Chile: CLACSO/ICAL, 2013. p. 29-49.

LE COQ, J. F.; FALLOT, A.; BOURONCLE, C. Policy instruments for Climate Smart Agriculture: Toward a specific integrated analytical framework.. In: **Building tomorrow's research agenda and bridging the science-policy gap**. Montpellier: CIRAD, INRA. Climate Smart Agriculture 2015: Global Science Conference. 3, Montpellier, France, 16 March 2015/18 March 2015. P188, p. 292.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C. DA.; TABARELLI, M.; JÚNIOR, T. E. L. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga da Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1.n.1. p. 139-143, 2005.

LINDOSO, D. P.; ROCHA, J. D.; DEBORTOLI, N.; PARENTE, I. I.; EIRÓ, F.; BURSZTYN, M.; RODRIGUES-FILHO, S. Integrated assessment of smallholder farming's vulnerability to drought in the Brazilian Semi-arid: a case study in Ceará. **Climatic change**, v. 127, n. 1, p. 93-105, 2014.

LIPPER, L.; THORNTON, B. M.; CAMPBELL, T.; BAEDEKER, A. Braimoh, M. Bwalya, P. Caron, Climate-smart agriculture for food security. **Nature Climate Change**, v. 4, n. 12, p. 1068-1072, 2014.

LITFIN, K. T. Advocacy Coalitions Along the Domestic Foreign Frontier: Globalization and Canadian Climate Change Policy. **Policy Studies Journal**, v. 28, n. 1, p. 236-252, 2000.

LOORBACH, Derk. Transition management for sustainable development: a prescriptive, complexity based governance framework. **Governance**, v. 23, n. 1, p. 161-183, 2010.

LOPES, H. L.; CANDEIAS, A. L. B.; ACCIOLY, L. J. O.; SOBRAL, M. DO C. M.; PACHECO, A. P. Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1210-1219, 2010.

\_\_\_\_\_ ; DA SILVA, Bernardo Barbosa; DA PENHA PACHECO, Admilson. Distribuição espacial do saldo de radiação e do fluxo de calor no solo no território de Itaparica, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 1, n. 66/2, 2014.

MAGNAN, A.; DUVAT, V.; GARNIER, E. Reconstituer les «trajectoires de vulnérabilité» pour penser différemment l'adaptation au changement climatique. **Natures Sciences Sociétés**, v. 20, n. 1, p. 82-91, 2012.

MASSARDIER, G.; POUPEAU, F.; MAYAUX, P. L.; MERCIER, D. ; ROBERT, J.; COEURDRAY, M.; CORTINAS, J. Les coalitions mutiniveaux d'action publique. Un modèle interprétatif des conflits pour l'eau dans les Amériques. **Cahiers des Ifre**, n. 1, p. 63-80, 2014.

MEADOWCROFT, J. What about the politics? Sustainable development, transition management, and long term energy transitions. **Policy sciences**, v. 42, n. 4, p. 323, 2009.

MELO, D. H. C. T. B. **Uso de dados Ikonos II na análise urbana: testes operacionais na zona leste de São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 2002.

MERTZ, O.; HALSNAES, K.; OLESEN, J.E.; RASMUSSEN, K. Adaptation to climate change in developing countries. **Environmental management**, v. 43, n. 5, p. 743-752, 2009.

MIDDLETON, Thomas; ROWLEY, William. The changeling. In: **Six Renaissance Tragedies**. Macmillan Education UK, 1997. p. 349-428.

MOREIRA, F. T. de A. **Florística, Fitossociologia e corte seletivo pelo Método Bdq em uma área de Caatinga, no Município de São José de Espinharas – PB.** Patos: Universidade Federal de Campina Grande, 2014. (Dissertação de mestrado)

NUNAN, F.; CAMPBELL, A.; FOSTER, E. Environmental mainstreaming: the organisational challenges of policy integration. **Public Administration and Development**, v. 32, n. 3, p. 262-277, 2012.

O'BRIEN, K.; ERIKSEN, S.; NYGAARD, L. P.; SCHJOLDEN, A. N. E. Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. **Climate policy**, v. 7, n. 1, p. 73-88, 2007.

OLESON, K. W.; NIU, G.-Y.; YANG, Z.-L.; LAWRENCE, D. M.; THORNTON, P. E.; LAWRENCE, P. J.; STÖCKLI, R.; DICKINSON, R. E.; BONAN, G. B.; LEVIS, S.; DAI, A.; QIAN, T. Improvements to the Community Land Model and their impact on the hydrological cycle. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, v. 113, n. G1, 2008.

OLIVEIRA, L. M. M. DE; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ANTONINO, A. C. D.; SILVA, B. B. DA; MACHADO, C. C. C.; GALVÍNCIO, J. D. Análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1209-1217, 2012.

PARKINSON, C. L. **Earth From Above: Using Color-Coded Satellite Images To Examine the Global Environment.** Sausalito, California: University Science Book, 1997.

PRADO. D. E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; DA SILVA, J.M. C. **Ecolologia e conservação da Caatinga.** Recife-PE: Editora Universitária UFPE, 2003.

PUGLIESE, A.; RAY, J. Top-emitting countries differ on climate change threat. **Gallup. Retrieved**, v. 22, 2009.

RAYNER, J.; HOWLETT, M. Introduction: Understanding integrated policy strategies and their evolution. **Policy and Society**, v. 28, n. 2, p. 99-109, 2009.

ROBINSON, J. B. Energy backcasting a proposed method of policy analysis. **Energy policy**, v. 10, n. 4, p. 337-344, 1982.

RODAL, M. J. Aspectos biogeográficos das florestas montanas interioranas do nordeste setentrional. **Anais do III CLAE e IX CEB**, v. 10, 2009.

ROE, E. **Narrative policy analysis: Theory and practice.** Duke University Press, 1994.

SABATIER, P.; JENKINS-SMITH, H. (Eds.). **Policy Change and Learning: An Advocacy Coalition Approach.** Boulder, CO: Westview Press. 1993

SABOURIN, E. **Informe del Taller “Políticas Públicas y Cambio Climático en América Latina”**, Brasilia, UnB-CDS, Cirad, Red PP-A, 2015.

SALATI, E. et al. Tendências de variações climáticas para o Brasil no século XX e balanços hídricos para cenários climáticos para o século XXI. **Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade**, 2007.

SANDVIK, H. Public concern over global warming correlates negatively with national wealth. **Climatic Change**, v. 90, n. 3, p. 333-341, 2008.

SANTANA, J. da S.; SOUTO, J. S. Diversidade e estrutura fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2006.

SHEA, N. Distinguishing Top-Down from Bottom-Up Effects. In: STOKES, D.; MATTHEN, M.; BIGGS, S. (Ed.). **Perception and its modalities**. Oxford University Press, USA, 2014.

SOUZA, B. I., ARTIGAS, R. C., LIMA, E. R. V. Caatinga e Desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

TASUMI, M.; ALLEN, R.G.; TREZZA, R. At-surface reflectance and albedo from satellite for operational calculation of land surface energy balance. **Journal of hydrologic engineering**, v. 13, n. 2, p. 51-63, 2008.

TEIXEIRA, A. H. DE C.; BASTIAANSSEN, W. G. M. AHMAD, M. D.; BOS, M. G. Reviewing SEBAL input parameters for assessing evapotranspiration and water productivity for the Low-Middle São Francisco River basin, Brazil: Part A: Calibration and validation. **agricultural and forest meteorology**, v. 149, n. 3, p. 462-476, 2009..

TREYER, S. Après 2015: tout reste à construire, enfin! **Nature Sciences Sociétés**, v. 23, n. 4, p. 329-330, 2015.

VIANA, H.; LOPES, D.; ARANHA, J. Predição de biomassa arbustiva lenhosa empregando dados de inventário e o índice de diferença normalizada extraído em imagens Landsat 5 TM. **Millenium**, 2009.

WANG, Z. X.; LIU, C.; HUETE, A. The progress of study on plants index: from AVHRR-NDVI to MODIS-EVI. **J. Acta Ecol. Sin**, v. 23, n. 5, p. 979-987, 2003.

WENG, Q.; QUATTROCHI, D. A. Thermal remote sensing of urban areas: An introduction to the special issue. **Remote Sensing of Environment**, v. 104, n. 2, p. 119-122, 2006.

WESSELS, K. J.; PRINCE, S. D.; FROST, P. E.; VAN ZYL, D. Assessing the effects of human-induced land degradation in the former homelands of northern South Africa with a 1 km AVHRR NDVI time-series. **Remote Sensing of Environment**, v. 91, n. 1, p. 47-67, 2004.

WILLIAMS, M. AJ; BALLING Jr, R. C. **Interactions of desertification and climate**. Edward Arnold, Hodder Headline, PLC, 1996.



# 3. AS NOVAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL DA CAATINGA NA PERSPECTIVA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ARARINHA AZUL E BOQUEIRÃO DA ONÇA

Débora Coelho Moura<sup>1</sup>

Neison Cabral Ferreira Freire<sup>2</sup>

## 3.1 ASPECTOS GERAIS

O Refúgio de Vida Silvestre da Ararinha Azul (Revis Ararinha Azul) e o Parque Nacional do Boqueirão da Onça (Parna Boqueirão da Onça), ambos situados próximos à margem direita do rio São Francisco, no noroeste do sertão baiano, são as mais recentes áreas de conservação de proteção integral criadas no bioma Caatinga sob a Administração Federal e gestão do Ministério do Meio Ambiente, por meio do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

O Revis Ararinha Azul foi criado pelo Decreto nº 9.402, de 5 de junho de 2018, que também criou sua respectiva área de proteção ambiental (APA). O refúgio tem uma área legal de 29.269 ha, enquanto a APA tem 90.661 ha, ambas localizadas nos municípios de Juazeiro e Curaçá, no Estado da Bahia (Figura 1), sob as coordenadas geográficas 9°07'00" – 9°14'00"S e 39°41' – 39°55'00"W.

Segundo o citado decreto, o Revis tem os objetivos de:

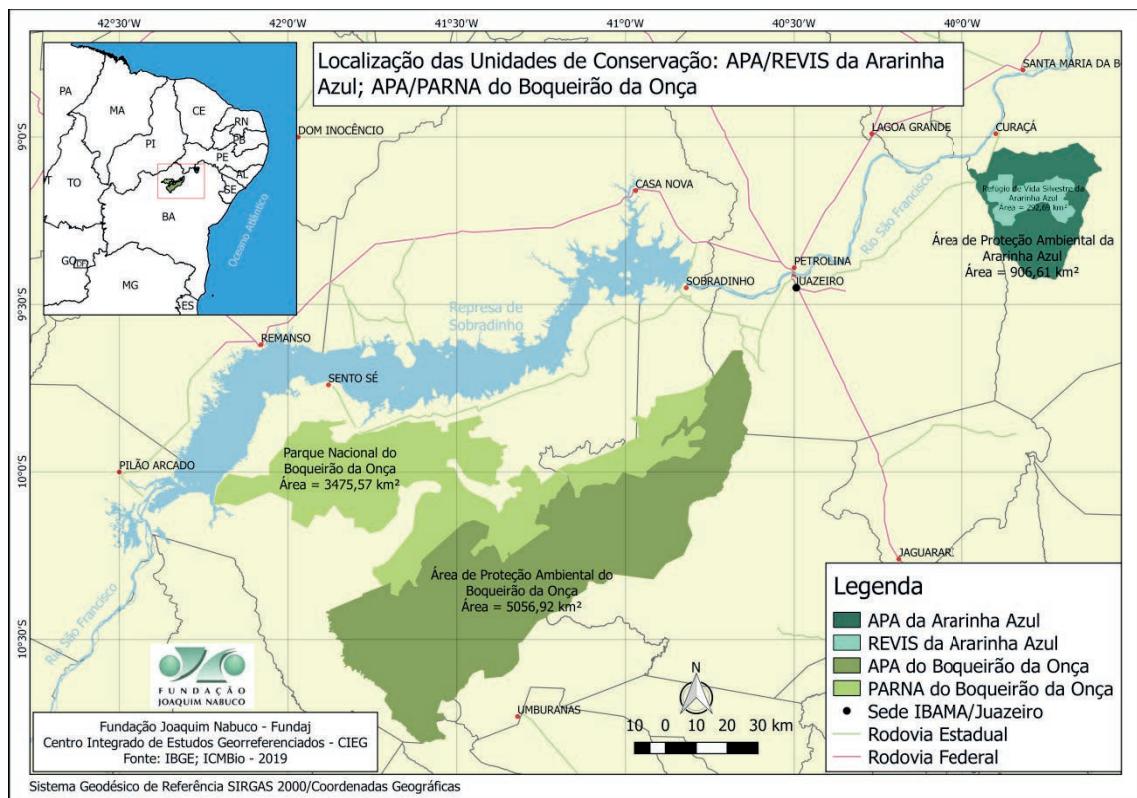
“I – proteger as amostras do bioma Caatinga, especialmente os fragmentos florestais de mata ciliar e de savana estépica relevantes para o ciclo de vida da Ararinha Azul – *Cyanopsisitta spixii*; e II – promover a adoção de práticas agrícolas compatíveis com a reintrodução e a manutenção da Ararinha Azul na natureza.” (BRASIL, 2018).

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Unidade Acadêmica de Geografia (UAG); Professora Adjunta; debora.coelho@ufcg.edu.br

<sup>2</sup> Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj), Diretoria de Pesquisas Sociais (Dipes), Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social Mario Lacerda de Melo (Cieg); Pesquisador Titular; neison.freire@fundaj.gov.br

Por outro lado, o Parna Boqueirão da Onça é um pouco anterior, tendo sido criado por meio do Decreto nº 9.336, de 5 de abril de 2018, localizado entre os municípios de Sento Sé, Juazeiro, Sobradinho e Campo Formoso, todos situado no Estado da Bahia. À criação do Parna foi-lhe acrescentada uma APA, configurando-se, assim, um dos maiores territórios de conservação da biodiversidade do bioma Caatinga com 347.557 ha (BRASIL, 2018).

**Figura 1: Mapa de Localização do Revis Ararinha Azul e Parna Boqueirão da Onça e APAs.**



**Fonte:** Autores, a partir de dados ICMBio (2018) e IBGE (2018).CIEG (2019).

Segundo o decreto citado, os objetivos com a criação desta unidade foram:

“I - proteger a diversidade biológica e os ambientes naturais, a flora e a fauna da Caatinga, incluídas as transições altitudinais; II - garantir a manutenção de populações viáveis de espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas, que ocorrem na região, tais como a onça-pintada (*Panthera onca*), a arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*) e o tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*); III - proteger as formações cársticas e os sítios paleontológicos e arqueológicos associados; IV - proteger e promover a recuperação das formações vegetacionais da área e preservar e valorizar as paisagens naturais e as belezas cênicas; e V - proporcionar o desenvolvimento de atividades de recreação em contato com a natureza e do turismo ecológico” (BRASIL, 2018).

Assim, embora geograficamente próximas, ambas as unidades têm distintos objetivos de conservação da biodiversidade no bioma Caatinga, mas representam a continuidade de políticas públicas de meio ambiente na região Nordeste do Brasil.

Considerando-se que essas áreas estão em bom estado de conservação pelo seu isolamento geográfico, associado às fitofisionomias e a outras características geoambientais presentes nessas áreas, questiona-se como a cobertura do solo variou nos últimos 30 anos, avaliando os possíveis impactos das mudanças climáticas em extensas áreas de preservação ambiental. Essa avaliação é possível a partir de extração de informações em séries temporais de imagens de satélites apoiada por pesquisas de campo, entrevistas e consultas bibliográficas. Desse modo, a metodologia adotada permitiu mapear a dinâmica da cobertura vegetal nos últimos 30 anos, bem como os conflitos socioambientais e econômicos associados à vegetação e à geomorfologia, que serão detalhadas a seguir.

A Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul estão localizadas entre os municípios de Juazeiro e Curaçá, enquanto o Parque Nacional do Boqueirão da Onça está localizado nos municípios de Sento Sé, Campo Formoso, Sobradinho, Juazeiro e Umburanas, todos localizados na porção norte da Bahia. Nestas localidades ocorrem a presença das espécies ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*), e no Boqueirão da Onça há 32 espécies de mamíferos, sendo 26 selvagens e seis domésticos, todas submetidas à pressão antrópica e à caça predatória (BRASIL, 2018; CAMPOS *et al.*, 2019).

A espécie *Cyanopsitta spixii* é endêmica do bioma Caatinga, a qual só é possível de sobreviver nas áreas registradas dos municípios ao Norte da Bahia e foi descoberta no século XIX, por Johann Baptist von Spix, um naturalista alemão. As UNC's foram criadas e estão sob a administração federal do ICMBio, o Refúgio de Vida Silvestre, o qual possui 29,2 mil hectares, e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul, com 90,6 mil hectares.

A ave ararinha é avaliada como uma das espécies mais ameaçadas do mundo. Portanto, encontra-se classificada como Criticamente em Perigo (CR), possivelmente extinta na Natureza (EW), pois há apenas alguns de seus indivíduos vivendo em cativeiro.

No sentido de preservar essa espécie, o Governo Federal criou o “Plano de Ação Nacional a Conservação da Ararinha-azul (PAN Ararinha-azul)” (ICMBio, 2012), que visava proporcionar o crescimento da população dessa espécie, a qual vive em cativeiro, e a reestruturação da vegetação de mata ciliar, local de nicho ecológico da espécie para possível reintrodução na natureza.

Por meio de várias parcerias, o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres (Cemave/ICMBio), o PAN Ararinha-azul, além de fundações de fora do país, colabora para reintroduzir a espécie na Caatinga. Assim, entidades como a *Association for the Conservation of Threatened Parrots* (ACTP), na Alemanha; a *Al Wabra Wild life Preservation*, no Catar; os criadouros da Fazenda Cachoeira, Nest e a Fundação Lyming-

ton, no Brasil, Vale e organizações da sociedade civil sem fins lucrativos, como o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio) e a Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil (SAVE Brasil) financiaram este projeto (BRASIL, 2018).

Entretanto, na área do Parna de Boqueirão das Onças ocorrem conflitos ambientais entre a mineração ilegal de pedras semipreciosas (ametistas) e a gestão da unidade de conservação. A área propicia a utilização de energia eólica e solar, além da exploração mineral. Contudo, o mosaico vegetacional apresenta-se em conservação e exibe beleza cênica singular. Porquanto, o estado de conservação se deve ao trabalho dos gestores e dos centros de pesquisa, como a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UΝI-VASF – e as comunidades adjacentes.

Para avaliar as unidades de conservação Refúgio de Vida Silvestre, a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul e o Parna de Boqueirão das Onças, a pesquisa realizou uma análise geoambiental e fitofisionômica para diagnosticar os conflitos ambientais e suas alterações no mosaico vegetacional, no contexto do Semiárido.

### **3.2 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DO REVIS ARARINHA AZUL**

Na área registra-se uma cobertura florística típica de Caatinga hiperxerófila, que compreende uma diversidade vegetal, adaptada ao conjunto edáfico-climático localizado ao norte da Bahia. A região apresenta as atividades agrícolas ligadas ao agronegócio irrigado devido à proximidade do Lago de Sobradinho, além da pecuária extensiva tradicional do Sertão nordestino.

Nesta localidade, encontra-se o desmatamento da vegetação nativa para a implantação do perímetro irrigado de fruticulturas e áreas degradadas, com uma ocupação de espécies exóticas, como a Algoroba, *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., que é a mais comum na área. Portanto, com a criação das unidades de conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul, as áreas de mata ciliar e a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do entorno estão em bom estado de conservação. Por conseguinte, resguarda-se em seu interior uma Caatinga com fitofisionomia arbustiva arbórea à herbácea, devido às condições pedológicas (FERNANDES, 2007; LUCENA, 2016).

A geologia das unidades de conservação se caracteriza como parte integrante da Faixa Salvador-Curaçá (FSC), porção setentrional do Cráton de São Francisco (TEIXEIRA *et al.*, 2010). Esta entidade geotectônica foi consolidada no Ciclo Brasiliano, distinguindo-se em conjuntos de rochas pré-cambrianas, tais como as do Vale do Curaçá, localizadas na Suíte São José do Jacuípe e os Complexos Caraíba e Tanque Novo-Ipirá, constituídas por litotipos de granitoides, que apresentam compartimento de uma incisão paleoproterozóica (ca. 2,0 – 2,2 Ga). Estes compartimentos geológicos da parte oriental são representados pelos Blocos Serrinha, Jequié e Itabuna-Salvador-Curaçá, com rochas de idades arquea-

nas (3,2 – 2,6 Ga) a paleoproterozóicas (2,2 – 2,0 Ga) (BARBOSA; SABATÉ, 2004; CRUZ; LEITE; COCEIÇÃO, 2012; OLIVEIRA; CARVALHO; MCNAUGHTON, 2004).

Segundo Barbosa, Alexandre, Cavalcanti (2019) e Cruz, Leite e Conceição (2012) a área é resultado de um alinhamento de granitos peraluminosos paleoproterozóicos, com idades entre 2,15 e 1,88 Ga, o qual está representado por um conjunto de arcabouços tectônicos da evolução deformacional do evento orogênico paleoproterozóico, no Estado da Bahia.

Teixeira *et al.* (2010) e Cruz, Leite e Conceição (2012) discutem que associados a estes granitoides ocorrem rochas metassedimentares, as quais foram metamorfisadas nas fácies anfibolito/xisto verde e ortognaisses migmatizados, que são de idades paleoarqueanas (3,4 – 3,2 Ga) (Figura 2 A e B). O vale do rio Curaçá registra ocorrências de cobre, que resulta das unidades do Complexo Caraíba e Tanque Novo-Ipirá. Estes compreendem os corpos máfico-ultramáficos próprios de mineralizações de cobre, oriundos de distintas gerações de granitóides paleoproterozóicos intrusivos.

**Figura 2 A e B: Fáceis dos litotipos do ortognaissesmigmatizados do Embasamento Cristalino, localizados na Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul.**



Fotos: Moura, 2019.

No Vale do Rio Curaçá há mineralizações econômicas sulfetadas de cobre, na forma de bornita e calcopirita. Ao longo de 1700km<sup>2</sup> entre os municípios de Juazeiro, Jaguaraí e Curaçá ocorre o complexo de corpos mineralizados da Província Cuprífera do Vale do Rio Curaçá, (LOUREIRO, 1991; MELO, 1995; TEIXEIRA *et al.*, 2017), o que atrai o interesse de grandes grupos mineradores, causando conflitos socioambientais entre a gestão da unidade e a exploração de recursos naturais dessa commodity que tem alto valor comercial no mercado mundial de cobre.

Segundo Kosinet *et al.* (2003); Cruz *et al.*, (2012); Teixeira *et al.*, (2017) a ocorrência das mineralizações sulfetadas de cobre estão ligadas diretamente, com sedimentos carbonáticos, coligada à existência de sulfetos conexos a grafita, como ocorre na jazida de Caraíba. Estes compostos de sedimentos carbonáticos apresentam uma associação com o minério e fortes indicativos de absorção de enxofre na formação desses depósitos.

A geomorfologia da área comprehende uma particularidade ao ambiente morfológico da Depressão Periférica e Interplanáltica do norte da Bahia, ao longo da bacia do rio São Francisco, no Nordeste brasileiro. Estas unidades de conservação propiciam uma área típica dessa porção do Semiárido nordestino (Figura 3 A e B). Portanto, a área comprehende um compartimento regional de uma planície, com uma área de relevo suave-ondulado, apresentando compartimentos altimétricos regionais, com cota do terreno alternadas em média de 350 a 700 m.

**Figura 3 A e B: Feições do relevo do compartimento regional de uma planície, com uma área de relevo suave-ondulado, localizados Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul.**



**Fotos: Moura, 2019.**

O relevo residual de origem litotípica do complexo granitoide do vale do rio Curaçá está cotado nas localidades mais altas, o qual define as áreas dissecada e disseminada na paisagem regional. Estas áreas possuem cotas entre 321 e 643 m, podendo chegar 804 m nas porções a Nordeste e a Sudeste (Figura 4). Este relevo se apresenta como interflúvios e margeiam o vale fluvial do rio Curaçá, que apresenta as cotas mais baixas. Estes compartimentos de relevo residual apresentam cobertura de colúvio-tálus, propiciando um microclima, que favorece uma vegetação de Caatinga arbórea, enquanto nas áreas de afloramento rochoso permite o estabelecimento de espécies rupestres, (BARBOSA; ALEXANDRE; CAVALCANTI, 2019; LUCENA, *et al.*, 2016; VELOSSO, 2002;).

**Figura 4 A e B: O relevo residual de origem litotípica do complexo granítóide possui cotas entre 321 e 643 m, localizado nas Unidades de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul.**



**Fotos: Moura, 2019.**

No entanto, a superfície de pediplanação da depressão periférica do Vale do Rio Curaçá, na qual ocorrem afloramentos rochosos, não apresenta grandes altitudes. Nestas áreas, tais afloramentos ocorrem tanto na base como rampa colúvio (que são detritos e sedimentos carreados das encostas abaixo), pelo fluxo gravitacional atuante, provocado pelo escoamento superficial da drenagem dendrítica. Estas áreas de planície e terraços fluviais possuem composição sedimentar diversa, as quais apresentam grande heterogeneidade e variabilidade espacial de sua granulometria, com relação às características morfológicas, físico-químicas e mineralógicas. A paisagem fluvial do rio Curaçá está disposta em relevo suave com declividade de até 3° e altimetria que varia de 350 a 550 m (Figura 5 A e B) (BARBOSA; ALEXANDRE; CAVALCANTI, 2019; TEIXEIRA *et al.*, 2017).

**Figura 5 A e B: A - Superfície de pediplanação da depressão periférica do Vale do Rio Curaçá. B: Planície e terraços fluviais de composição sedimentar, localizados Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul.**



**Fotos: Moura, 2019.**

Em ambiente de planícies aluviais, o processo de sedimentação aluvionar ou colúvio-aluvionar é desenvolvido através da dinâmica de inundações periódicas, no qual se acumula sais, matéria orgânica e sedimentos mineralógicos diversos. Na área ocorre Planossolos B textural, com estrutura plismática, com horizontes e textura definidos (entre argila e areia fina), sendo estes profundos, oriundos de flutuações climáticas no processo da formação e evolução do ambiente (Figura 6 A e B) (LIMA *et al.*, 2016; SÁ *et al.*, 2015; SALOMÃO *et al.*, 2019).

Devido à sua localização, que está associada às características da bacia do médio curso do Rio São Francisco, o processo deposicional dos vales está agregado ao regime climático ou hidrológico da bacia de drenagem. O Curaçá é o rio principal e a bacia possui uma drenagem dendrítica densa, com regime de fluxo intermitente. O fluxo de sedimentos depositados ao longo do vale da planície de inundações depende do volume e da intensidade da precipitação caída na bacia (CORRÊA *et al.*, 2010; JATOBÁ, 2019; NEVES; PASSARELLI, 2020; WANDERLEY *et al.*, 2017).

A região Semiárida, na qual estão localizadas as unidades de conservação, compreende uma área de clima Tropical Quente e Seco, do tipo semiárido Bsw'. Esse regime pluviométrico apresenta chuvas esporádicas e mal distribuídas ao longo do ano (CAVALCANTI *et al.*, 2020; NOBREGA; FARIAS; SANTOS, 2015). As precipitações apresentam uma variabilidade sazonal, típica de regiões Semiáridas, no que os mecanismos de macro escala interferem, como as La Niña e El Niño, Zona de Convergência Intertropical – ZCIT. A variabilidade climática pode oscilar a nível decadal e anual, no qual determina que a estação chuvosa possa ocorrer no verão a outono, com média anual entre 500 a 730 mm (SÃO JOSÉ *et al.*, 2020). A temperatura média da área e do entorno das unidades de Conservação são de 29°C nos períodos de verão e outono, contudo ocorre ligeiro declínio da temperatura nos meses de maio a agosto (SANTOS; CUNHA; RIBEIRO-NETO, 2019; SÃO JOSÉ *et al.*, 2020, SOUZA; NASCIMENTO, 2020).

**Figura 6 A e B: A - ambiente de planícies aluviais, o processo de sedimentação do Vale do Rio Curaçá. B - Planossolos, com horizontes e textura definidos, (entre argila e areia fina), sendo estes profundos oriundos de flutuações climáticas, localizados Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul.**



**Fotos: Moura, 2019.**

### 3.3 ANÁLISE DA VEGETAÇÃO E FITOFISIONOMIAS DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE E A ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA ARARINHA-AZUL

Em decorrência dos fatores climáticos, a flora nativa da Caatinga apresenta espécies vegetais com caracteres anatômicos, morfológicos e funcionais especializados para sua sobrevivência. A caatinga compreende um mosaico vegetacional de Florestas Secas Intertropicais, para a América do Sul (; LEMOS;ZAPPI, 2012; SILVA *et al.*, 2020;PRA-DO, 2003). A vegetação é constituída por endemismos de espécies arbóreas, arbustivas de médio a pequeno porte, muitas dotadas de espinhos, com expressão de 80% de espécies suculentas e com herbáceas anuais (; BASTIN *et al.*, 2017; FERNADES; QUEIROZ, 2018;SILVA *et al.*, 2017).

As características da vegetação das Unidades de Conservação abrangem o bioma Caatinga, o qual possui uma diversidade florística heterogênea, e fitofisionomias adaptadas às variabilidades edafoclimáticas. O ambiente das Unidades de Conservação e o entorno reflete a paisagem seca do clima Semiárido, no qual as fitofisionomias registradas são arbustivas, com arbóreas isoladas (Figura 7 A e B) e herbáceas ruderais (Figura 7 C e D).

**Figuras 7:** Feições das características da vegetação A: fitofisionomias registradas são arbustivas. B: arbóreas isoladas, C: herbáceas ruderais e D: Meladinha (*Waltheria indica*-Malvaceae), localizados Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul.



Fotos: Moura, 2019.

As folhagens se mostram secas na estiagem, entretanto, ao cair as primeiras chuvas, rebrotam e florescem. Em decorrência de fatores abióticos da Caatinga, como condições climáticas extremas, tais como alta radiação solar, devido ao fato de se encontrar em áreas tropicais, ou subequatoriais, baixa nebulosidade, alta amplitude térmica, baixas taxas de umidade relativa e, índice de evapotranspiração potencialmente elevado, e, especialmente, as precipitações irregulares e vulneráveis as estacionalidades (DINIZ; PEREIRA, 2015; SOUZA *et al.*, 2020).

O Parna de Boqueirão da Onça registra um mosaico vegetacional de Floresta Estacional, com enclaves de Cerrado e Caatinga. Nas áreas de encostas suaves e colúvio, à barlavento, ocorre a presença de Florestas Estacionais, com enclaves e Cerrado (Figura 8 A) e na área a sotavento, platô e base a Caatinga (Figura 8 B). As fitofisionomias encontradas no Parna apresentam uma diversidade florística de elementos de ampla distribuição, que se conectam em estruturais distintas, dos ecossistemas inseridos. Segundo Furtado e Vieira, (2020) as espécies de Cerrado *sensu stricto* são caracterizadas por árvores de baixo porte, com tortuosidade nos troncos e pouca densidade.

**Figura 8: Panorama da vegetação A: fitofisionomias localizadas em encostas suaves e colúvio, a barlavento, ocorre a presença de Florestas Estacionais, com enclaves e Cerrado. B: na área a sotavento, platô e base a Caatinga, registrados no Parna de Boqueirão das Onças.**



**Fotos: Moura, 2019.**

De acordo com Oliveira *et al.*, (2015), Ribeiro, Queiroz, Morim (2016), Ametsitsiet *et al.*, (2020), Adou e Munoz (2020) a formação vegetacional de Cerrado foi classificada como cerrado *stricto sensu*, no qual a formação fitogeográfica está associada aos solos mesotróficos e distribuição anual das chuvas, contudo na área do Parna é com base na posição orográfica a Barlavento, condições edáficas (disponibilidade de água e de nutrientes), presença de fogo e herbívoras.

Contudo, a vegetação de Caatinga *strictosensu* ocorre em terras aplainadas da Depressão Sertaneja Meridional do Nordeste brasileiro em áreas interplanálticas do Parna do Boqueirão das Onças. Esta vegetação compreende duas fitofisionomias, arbustiva-ar-

bórea e arbustiva-herbácea, com florística cosmopolita fenologia (decidual), adaptadas às condições edafoclimáticas (FERNANDES; QUEIROZ, 2018; SOUZA *et al.*, 2020).

Por conseguinte, os biomas Cerrado e Caatinga tornam-se susceptíveis à supressão por estarem no entorno de expansão da agropecuária e em relevo suave ondulado, o que se converte favoravelmente à forte pressão antrópica. Contudo, na área do Parnaíba de Boqueirão das Onças, estes biomas, mesmo estando submetidos a conflitos ambientais do entorno às áreas, exibem uma diversidade biológica conservada.

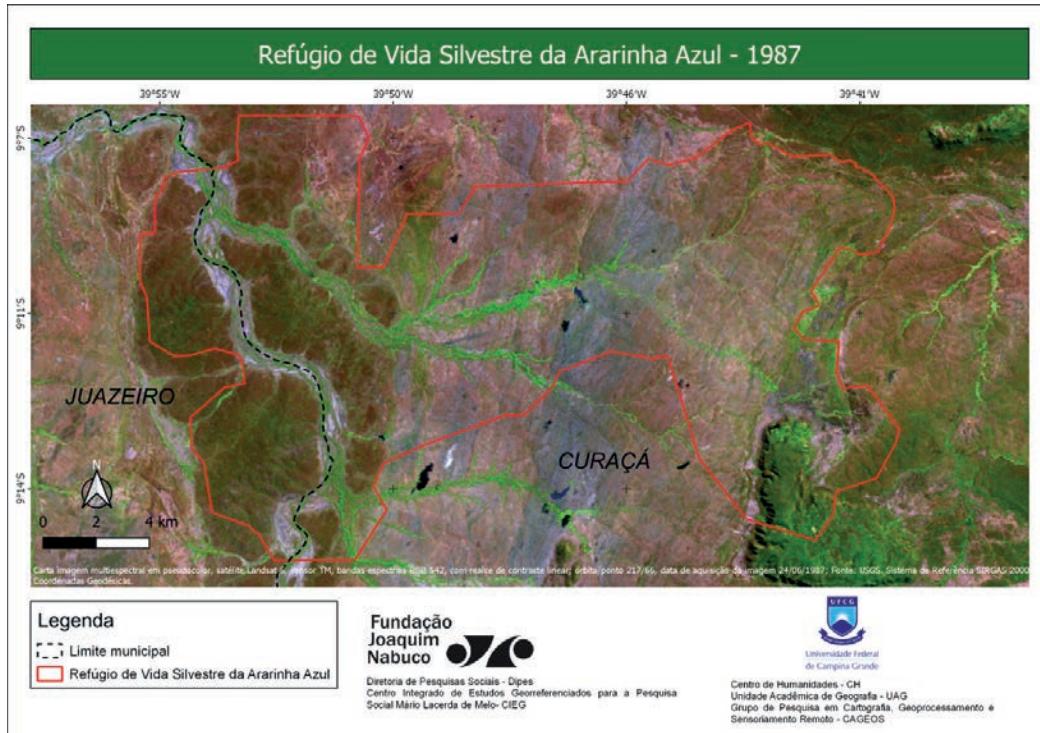
### 3.4 MAPEAMENTO TEMÁTICO DO REVIS ARARINHA AZUL

O estudo da vegetação utilizando Sensoriamento Remoto se processa a partir da absorção da radiação eletromagnética (REM) pelas espécies vegetais decorrente do processo de fotossíntese através dos seus pigmentos fotossintetizantes, sobretudo as clorofitas, xantofitas e carotenos presentes principalmente nas folhas. Contudo a absorção do espectro por esses pigmentos se dá apenas na faixa entre 0,40 a 0,72  $\mu\text{m}$ , ou seja, na região visível do Espectro Eletromagnético (REM) (VIS) (SHIMABUKURU; PONZONI, 2007). A escolha de cada imagem também considerou a ausência ou menor presença de nuvens sobre as áreas de estudo. A escala cartográfica variou em função da área de cada Unidade analisada.

Para o Revis Ararinha Azul se estabeleceu a utilização de imagens de dois anos distintos. O primeiro período analisado considerou a data de 1987 (Figura 9) e para a segunda data, o ano de 2018 (Figura 10). As campanhas de campo foram realizadas em junho de 2019.

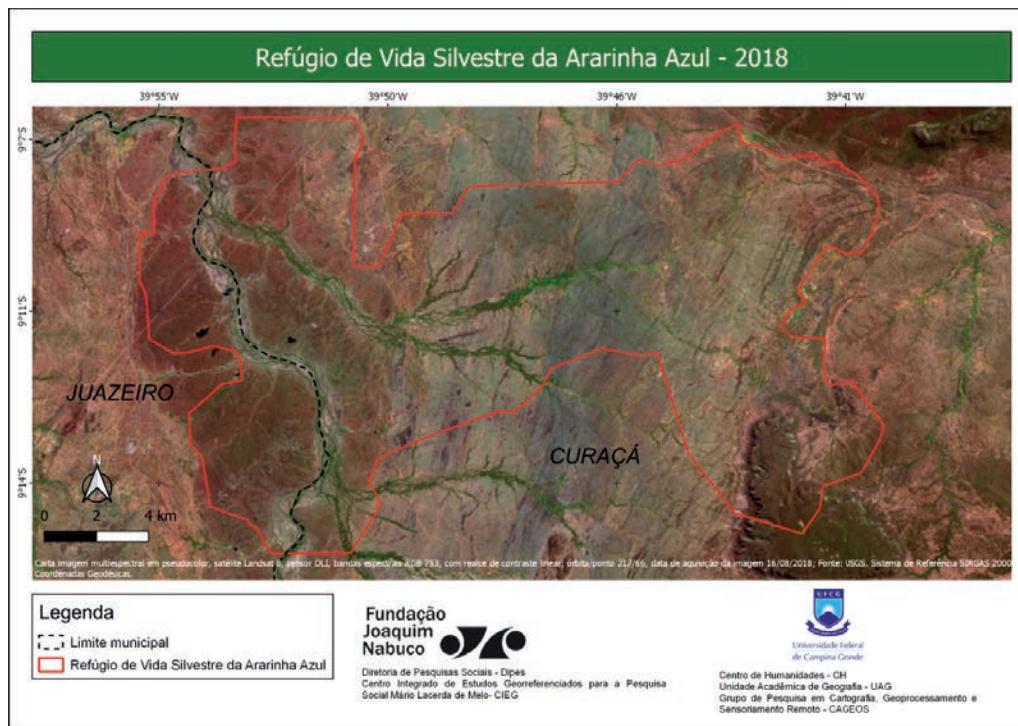
As imagens utilizadas foram dos satélites 8 e 5 da série LandSAT e sensores OLI, TM, respectivamente. Estas foram adquiridas no sítio do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2019). Foram, ainda, pesquisadas as informações correspondentes ao satélite, órbita, ponto e dia de cada imagem para que todas as unidades fossem devidamente georreferenciadas.

**Figura 9: Carta-imagem Multiespectral em pseudocolor do Revis Ararinha Azul, satélite LandSAT 5 TM, RGB 452, com realce de contraste linear, data de aquisição: 24/06/1987.**



Fonte: Processada pelos autores, a partir de dados obtidos no USGS. Cieg (2019).

**Figura 10: Carta-imagem Multiespectral em pseudocolor do Revis Ararinha Azul, satélite LandSAT 8 OLI, RGB 753, com realce de contraste linear, data de aquisição: 16/08/2018.**

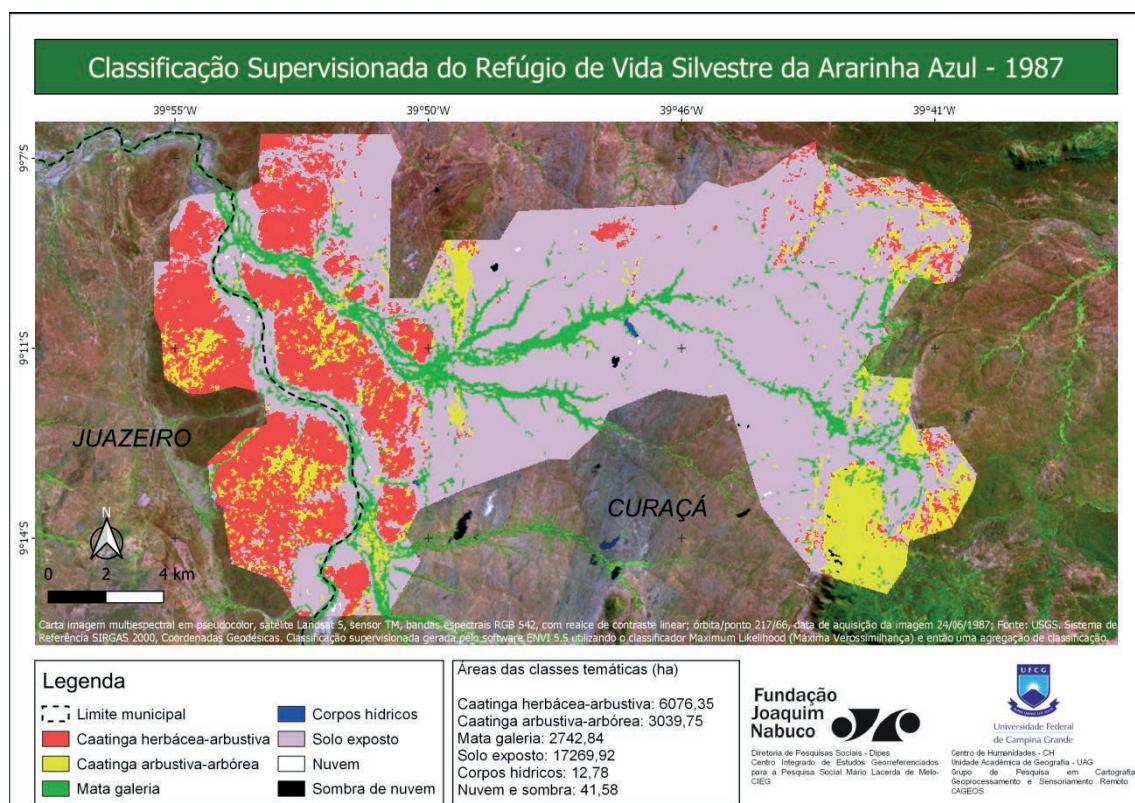


Fonte: Processada pelos autores, a partir de dados obtidos no USGS. Cieg (2019).

A partir da Classificação Supervisionada de cada data, quantificou-se o número de pixels para cada uma das fisionomias e multiplicou-se por 900m<sup>2</sup> (área de um pixel do Landsat para as bandas utilizadas) e em seguida dividiu-se por 10.000, obtendo-se então a área total em hectares. Este processo foi realizado para todas as imagens satelitais. De posse dessa informação foi possível identificar aumento, perda, estagnação e/ou substituição das fisionomias, bem como confrontar com as pesquisas *in loco* possíveis ações e impactos que acarretaram tais alterações (Figuras 11 e 12).

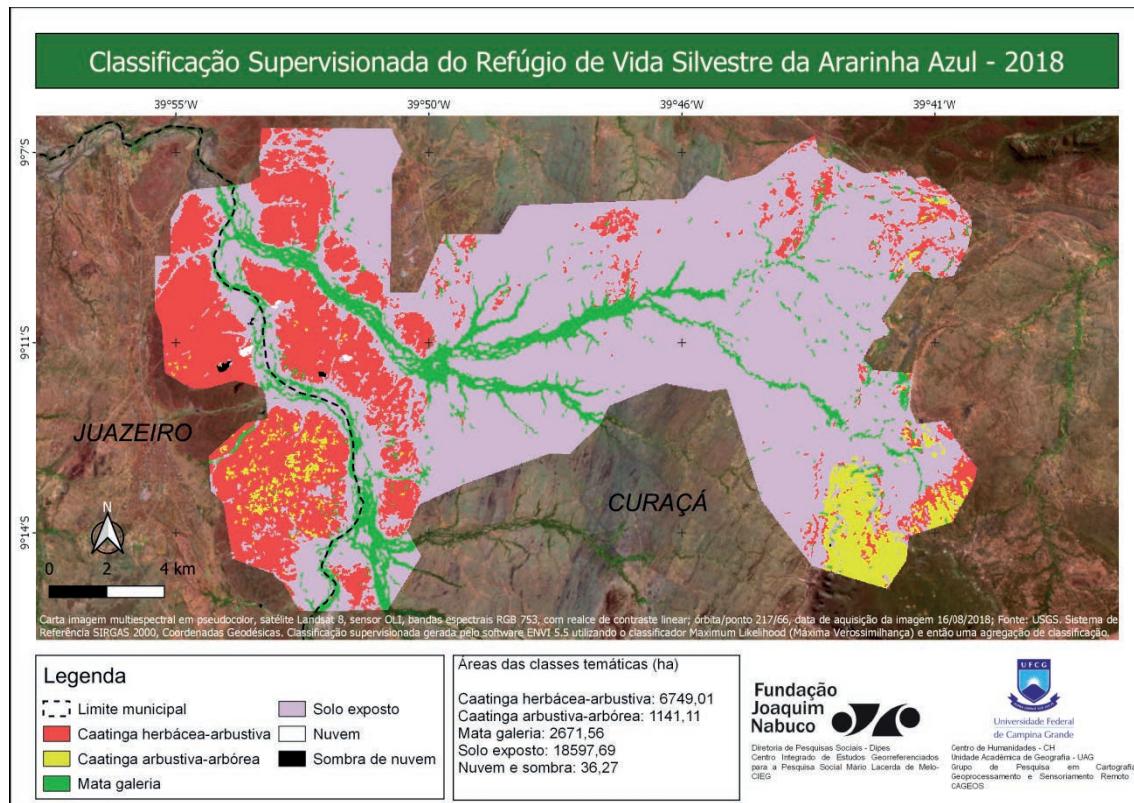
O gráfico da Figura 13 mostra uma comparação entre os quantitativos das classes temáticas registrados na área do Revis para ambas as datas. Observando os resultados, constata-se uma diminuição importante das áreas com vegetação de caatinga arbustiva-arbórea, enquanto cresceram as áreas com solo exposto, entre uma data e outra.

**Figura 11: Classificação Supervisionada com classificador MaximunLikelihood (ENVI 5.5) a partir de imagem adquirida em 24/06/1987.**



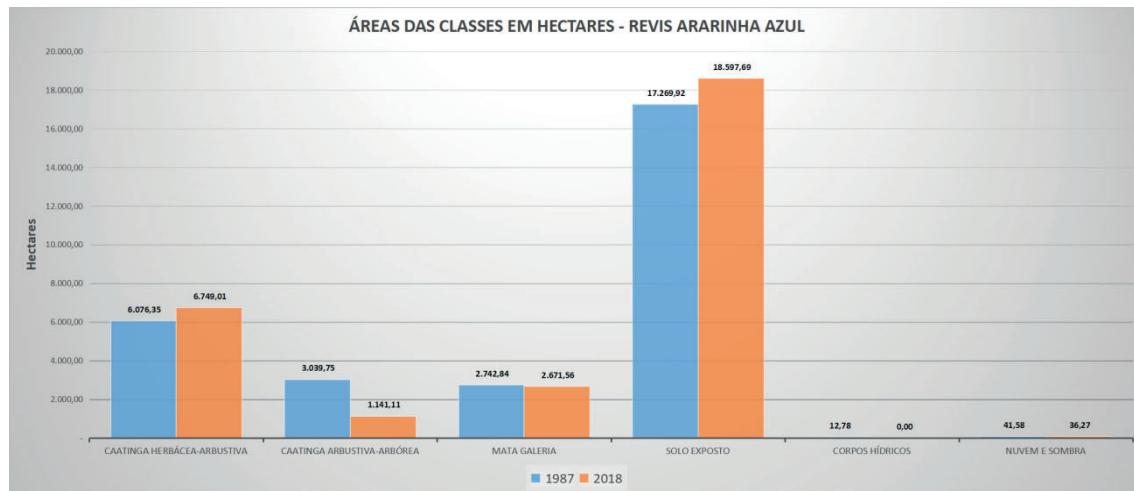
Fonte: Processada pelos autores, a partir de dados obtidos no USGS. Cieg (2019).

**Figura 12: Classificação Supervisionada com classificador Maximum Likelihood (ENVI 5.5) a partir de imagem adquirida em 16/08/2018.**



Fonte: Processada pelos autores, a partir de dados obtidos no USGS. Cieg (2019).

**Figura 13: Gráfico da Classificação Supervisionada com classificador Maximum Likelihood (ENVI 5.5) com o comparativo das áreas resultantes em hectares.**



Fonte: Processada pelos autores, a partir de dados obtidos no USGS. Cieg (2019).

### 3.5 CONCLUSÕES

Unidades de conservação, Refúgio de Vida Silvestre da Ararinha Azul (Revis Ararinha Azul) e o Parque Nacional do Boqueirão da Onça (Parna Boqueirão da Onça) abrigam um mosaico florestal de Florestas Estacional, Caatinga e Cerrado. As unidades possuem extensa área de cobertura, e apresentam-se em excelente estado de conservação. Entretanto, devido à agricultura de subsistência, pecuária extensiva e mineração, tornam-se uma grave ameaça para os gestores a fiscalização e o monitoramento. Contudo, a equipe constatou, nas visitas feitas à área, que os gestores têm demonstrado preocupação e incentivado a pesquisa, além de serem comprometidos com a conservação.

Por ser a área do Parque extensa, nota-se uma escassez de informações científicas, botânicas, faunística e geoambiental da área do entorno. Quanto à estrutura fitofisionômica, necessita-se de estudos sobre a composição florística, para entender-se que estas áreas de conservação ambiental possuem bases para o conhecimento científico e o desenvolvimento sustentável da região, em especial para as populações locais, que vivem e dependem dos recursos naturais oriundos destas áreas. Contudo este estudo de mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação vem subsidiar a investigação, o delineamento e o conhecimento sobre a real situação de conservação ambiental.

A diversidade vegetacional aliada à riqueza faunística presente nas unidades proporciona à área um *status* de Conservação, prioritária para a manutenção de uma biodiversidade vegetacional e principalmente da avifauna e da maior riqueza de carnívoros do bioma Caatinga. Contudo esta pode ser uma das razões para a alta riqueza florística encontrada nas áreas, mesmo com determinadas localidades do Parna estarem em processo de regeneração. Outros fatores que podem estar colaborando para o alto número de espécies encontradas no Parna resultam da existência de remanescentes da vegetação nativa de Caatinga que estão protegidos, proporcionando um bom estado de conservação da vegetação.

## REFERÊNCIAS

- ADOU YAO, C., MUÑOZ, F. Successional dynamics shape tree diversity in ever green forests of Côte d'Ivoire, West Africa. **Journal of Tropical Ecology**, 36(4), 182-189. 2020.
- AMETSITSI, G. *et al...* Fixed or mixed? Variation in tree functional types and vegetation structure in a forest-savanna ecotone in West Africa. **Journal of Tropical Ecology**, 36(4), 133-149. 2020.
- BASTIN, J. F. *et al.*; The extent of forest in dryland biomes, **Science**, 356, 635–638, <https://doi.org/10.1126/science.aam6527>, 2017.
- BRASIL, ICMbio. **DECRETO Nº 9.336 DE 05 DE ABRIL DE 2018**. Cria o Parque Nacional do Boqueirão da Onça, localizado nos Municípios de Sento Sé, Juazeiro, Sobradinho e Campo Formoso, Estado da Bahia. Brasília-DF, 2018.
- CAMPOS, C. *et al..* Medium and large sized mammals of the Boqueirão da Onça, North of Bahia State, Brazil. **Pap. Avulsos Zool.**, v.59: e20195912. 2019.
- CAVALCANTI, J. *et al..* ANÁLISE DOS EXTREMOS CLIMÁTICOS NO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE-PE. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 16 – Vol. 27, 2020.
- CORRÊA. A, C, B, et al. Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema. *In.: Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, 31 (1/2), 35-52. 2010.
- CRUZ,S. C. P; LEITE, C. M. M.; CONCEIÇÃO, M. A.G.. Arcabouço estrutural da Mina Banneira, Miguel Calmon, Bahia:uma contribuição ao estudo da evolução tectônica do Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá. **Revista Brasileira de Geociências**, 42(4): 863-874, 2012.
- DINIZ, M. T. M.; PEREIRA, V. H. C. Climatologia do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil: Sistemas Atmosféricos Atuantes e Mapeamento de Tipos de Clima. **Bol. Goiá. Geogr.** (Online). Goiânia, v. 35, n. 3, p. 488-506. 2015.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. Centro nacional de pesquisas de solos (**Sistema brasileiro de classificação de solos**). Brasília. 2006.
- FERNANDES, M. F.; QUEIROZ; PAGANUCCI, L.; Vegetação e flora da Caatinga. **Revista Ciência e Cultura**. vol.70 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2018.
- FERNANDES. A. Fitogeografia Brasileira. 3. Ed. Editora da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. 2007.

LEMOS. J, R; ZAPPI. D, C. Distribuição geográfica mundial de plantas lenhosas da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 446-456, 2012.

LIMA,LAYS C. M. *et al.*. Práticas de manejo e conservação do solo: Percepção de agricultores da Região Semiárida pernambucana. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. V.11, Nº 4, p. 148-153, 2016.

LIMA. B, G. Composição Florística e Análise Fitossociológica em duas áreas de Caatinga no Centro-Sul Cearense. Tese de Doutorado. Centro de Ciências Agronômicas. UFERSA, Mossoró – RN. 2011.

LOUREIRO, H.S.C. (ORG). *PLGB. Mundo Novo. Folha SC-24-Y-D-IV. Escala 1:100.000*. DNPM, Brasilia. CPRM/SUREG-AS. 1991.

LOUREIRO, H.S.C. (Org)..*PLGB. Mundo Novo. Folha SC-24-Y-D-IV*. Escala 1:100.000. DNPM, Brasilia. CPRM/SUREG-AS 1991

LUCENA. M. S.*et al.* Regeneração natural do estrato arbustivo-arbóreo em área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó – RN, Brasil. **I.: Biotemas**, 29 (2): 17-31, junho de 2016.

NEVES, B. B. B., PASSARELLI, C.R.. Terrenos tectonoestratigráficos dispersos do embasamento pré-Brasiliiano (São José do Caiana, Açude Coremas e Icaíçara) na porção centro-oeste da Zona Transversal (Paraíba, Ceará e Pernambuco). **Geol. USP**, Sér. cient., São Paulo, v. 20, n. 3, p.8-105, 2020.

NÓBREGA, R. S.; FARIAS, R. F. L., SANTOS, C. A.C.. VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA EM PERNAMBUCO ATRAVÉS DE ÍNDICES DE EXTREMOS CLIMÁTICOS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.30, n.2, 171 - 180, 2015.

OLIVEIRA, C. P. *et al.*.COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE UM CERRADO SENSU STRICTO NO OESTE DA BAHIA. **CERNE** v. 21 n. 4, p. 545-552, 2015.

PRADO, D. E. **As Caatingas da América do Sul**. In: LEAL, R. I.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.) Ecologia e conservação da caatinga: uma Introdução ao desafio. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, p. 3-73, 2003.

RIBEIRO, P. G.; QUEIROZ, L. P.; MORIM, M.P. Flora da Bahia: Leguminosae – *Parapiptadenia* (Mimosoideae: Mimosaceae). **Sitientibus série Ciências Biológicas**16: 10.13102/scb1133. 20. 2016.

SÁ, I. B. *et al.* Mapeamento da desertificação da Região de Desenvolvimento Sertão do São Francisco com base na cobertura vegetal e nas classes de solos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 08, número especial (IV SMUD) 510-524, 2015.

SALOMÃO, E. P. *et al.* **O SETOR MINERAL E A FUNÇÃO DA GEOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**. In: Geologia na construção e desenvolvimento sustentável do Brasil. Editores: Fábio Augusto Gomes Vieira Reis, et al. – São Paulo: FEBRAGEO, 2019.

SANTOS, E. V. **Dinâmica e classificação fitogeomorfológica de veredas em diferentes bacias hidrográficas no Cerrado**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí. 2020.

SANTOS, S. R. Q.; CUNHA, A. P. M. A.; RIBEIRO-NETO, G. G. **AVALIAÇÃO DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO PARA O MONITORAMENTO DO PADRÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA SECA NO NORDESTE DO BRASIL**. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 15 – Vol. 25, 2019.

SÃO JOSÉ, R. V. *et al.* Seca no Semiárido Baiano e o Hidrometeoro (Chuva) no Contexto da Mídia Impressa do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n.01, p. 249-255, 2020.

SILVA, J. L. S. *et al.* Divergent responses of plant reproductive strategies to chronic anthropogenic disturbance and aridity in the Caatinga dry forest. **SCIENCE OF THETOTAL ENVIRONMENT**, v. 704, p. 135240, 2020.

SOUZA JOSE JOAO LELIS LEAL DE, SOUZA, BARTOLOMEU ISRAEL DE, XAVIER, RAFAEL ALBUQUERQUE, PACHECO, ANDERSON ALMEIDA, PESSENCIA, LUIZ CARLOS RUIZ, BRITO, EDSON DOS SANTOS. Archaeoanthrosol formation in the Brazilian semiarid. **Catena** 193, 104603. 2020.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e Desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

SOUZA, MARY REGINA DE, FERREIRA, MARIA BEATRIZ, SOUSA, GEOVANA GOMES DE, ALVES, ALLYSON ROCHA, HOLANDA, ALAN CAUÊ DE. Caracterização florística e fitossociológica do componente lenhoso de um fragmento florestal de Caatinga em Serra do Mel, Rio Grande do Norte, Brasil. **Nativa, Sinop**, v. 8, n. 3, p. 329-335. 2020.

SOUZA, TAILAN SANTOS DE, NASCIMENTO, PATRÍCIA DOS SANTOS. ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RECÔNCAVO SUL (BA). **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 16 – Vol. 27, 2020.

TEIXEIRA, J. B. G. *et al.* **DEPÓSITOS DE COBRE DO VALE DO RIO CURAÇÁ, BA-HIA.** *In:* Brito, Reinaldo Santana Correia de. Modelos de depósitos de cobre do Brasil e sua resposta ao Intemperismo / editores Reinaldo Santana Correia de Brito, Maria da Glória da Silva [e] Raul Minas Kuyumjian. – Brasília: CPRM, 190 p. 2010.

WANDERLEY, L. S. A. *et al.* Climatology applied to forage palm cultivation planning in the semi-arid hydrographic basin of the brazilian Northeast. **REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA FÍSICA**, v. 10, p. 641-649, 2017.



# 4. AS LAGOAS DE ALAGOAS NO BIOMA CAATINGA: DETECCÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO TEMPORAL NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

**Neison Cabral Ferreira Freire<sup>1</sup>**

**Admilson da Penha Pacheco<sup>2</sup>**

**Débora Cavalcanti<sup>3</sup>**

**Odair Barbosa de Moraes<sup>4</sup>**

**Vinicius D'Lucas Bezerra e Queiroz<sup>5</sup>**

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi mapear e avaliar a dinâmica dos corpos hídricos superficiais na área do bioma Caatinga em Alagoas num período recente de trinta anos (1987 a 2017), a partir de dados de sensoriamento remoto. Considerou-se como ponto de partida que a hidrografia é um elemento importante na história, cultura, economia e paisagem no estado, cuja toponímia tem origem nas numerosas lagoas que se distribuem pelo território. Embora sejam mais significativas no litoral e em menor grau no agreste, no semiárido, por conta da baixa pluviometria, os corpos hídricos superficiais têm menor expressão em espelho d'água. Por meio de imagens temporais de satélites, a pesquisa utilizou-se de metodologia própria para processar essas imagens e detectar a existência de três grupos de polígonos que mapearam as lagoas e os açudes desse período: os que são “correspondentes”, os “novos” e os que “sumiram”. Embora o balanço seja positivo, pois em 1987 foram

<sup>1</sup> Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj), Diretoria de Pesquisas Sociais (Dipes), Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social Mario Lacerda de Melo (Cieg); Pesquisador Titular; neison.freire@fundaj.gov.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura (DE-Cart); Professor Titular; pacheco3p@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU); Professora Adjunta; debora\_cavalcanti@hotmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus Delmiro Gouveia; Professor Adjunto; odair.moraes@gmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura (DE-Cart); Graduando; vinicius.dlucas@gmail.com

detectados 2.003 polígonos e, em 2017, 3.133, foi motivo de preocupação o desaparecimento de 1.349 lagoas/açudes, a maioria menor que 1 hectare (ha). Considerando tratar-se de impacto grave ao sistema de açudagem no sertão, este fato despertou interesse da pesquisa em buscar pistas que pudessem elucidar caminhos para suas causas. Para tanto, uma validação de campo amostral foi definida para sete corpos hídricos selecionados em cinco municípios da região, revelando uma heterogeneidade de razões para as dimuições de espelho d'água ou mesmo seus desaparecimentos, inclusive as mudanças climáticas. A pesquisa, então, revelou um quadro social e ambiental complexo que exige do governo e da sociedade ações imediatas de mitigação aos impactos das mudanças climáticas, dentre as quais se destacam: a inexistência de um marco legal normativo estadual de mudanças climáticas, a manutenção e a despoluição de lagoas e açudes, a recuperação de áreas degradadas da caatinga em matas ciliares, a execução de obras de esgotamento sanitário nas cidades sertanejas e a reformulação e reafirmação de políticas públicas de construção de pequenos açudes e barragens para amplo uso da população.

**Palavras-chave:** Alagoas, Caatinga, Mudanças Climáticas, Sensoriamento Remoto.

## ABSTRACT

The objective of this research was to map and evaluate the dynamics of surface water bodies in the area of the Caatinga biome in Alagoas in a recent period of thirty years (1987 to 2017) using remote sensing data. It was considered as a starting point that hydrography is an important element in the history, culture and economy and landscape in the state, whose toponymy originates from the numerous lagoons that permeate the territory. Although they are more significant on the coast and to a lesser extent in the wild, in the semiarid, due to the low rainfall, the surface water bodies have less expression in the water mirror. Through temporal satellite images, the research used its own methodology to process these images and detect the existence of three groups of polygons that mapped ponds and dams of that period: those that are “corresponding”, the “new” and those who “disappeared”. Although the balance is positive, since 2,003 polygons were detected in 1987 and, in 2017, 3,133, the disappearance of 1,349 lagoons/weirs was a concern, the majority of which were smaller than 1 ha. Considering that this is a serious impact on the water system in the sertão, this fact aroused the interest of the research in seeking clues that could elucidate paths for its causes. To this end, a sample field validation was defined for seven water bodies selected in five municipalities in the region, revealing a heterogeneity of reasons for the reflections of the water mirror or even their disappearances, including climate change. The research, then, revealed a complex social and environmental framework that requires immediate action from the government and society to mitigate the impacts of climate change, highlighting: the lack of a state normative legal framework for climate change, recovery and depollution of dams, regeneration of caatinga vegetation in riparian forests, execution of sanitary sewage in the hinterland cities, reformulation and reaffirmation of public policies for the construction of small dams and dams for wide use of the population, among other important actions.

Keywords: Alagoas, Caatinga, Climate Change, Remote Sensing.

## 4.1 INTRODUÇÃO

O domínio da Caatinga praticamente coincide com a delimitação do semiárido brasileiro, que se estende por todos os estados do Nordeste, à exceção do Maranhão, chegando até o norte de Minas Gerais (MMA, 2010).

A Caatinga é considerada um dos núcleos das florestas secas estacionais tropicais, cujos remanescentes atuais concentram-se principalmente nos Neotrópicos (MURPHY; LUGO. 1986; PENNINGTON *et al.* 2006, 2009, *apud*, Barbosa *et al.*, 2013). Esse núcleo sofre pelo menos 8 meses de seca por ano e recebe no máximo 1.000 mm/ano de precipitação (RODAL *et al.* 2008, *apud*, BARBOSA *et al.*, 2013).

O desmatamento da caatinga, a fragilidade dos solos e as mudanças climáticas constituem parâmetros importantes para a gestão ambiental de bacias hidrográficas, no sentido de poder planejar ações de prevenção nas áreas susceptíveis à desertificação, assim como na restauração e na reabilitação das áreas degradadas e desertificadas (GAR-CIA *et al.*, 2019).

Os rios na Caatinga, em sua grande maioria, são intermitentes, secando durante as estiagens prolongadas. Muitos desses rios, porém, tiveram trechos perenizados artificialmente através da construção de açudes, os quais constituem, juntamente com as lagoas temporárias, os principais habitats aquáticos na região (BARBOSA *et al.*, 2013).

Ações antrópicas sobre a Caatinga relacionadas com a retirada da vegetação ciliar e a poluição dos cursos d'água pela atividade produtiva com agrotóxicos, bem como o manejo inadequado do rebanho e a retirada de lenha, estão dentre as causas do aumento da degradação deste bioma (COSTA *et al.*, 2009).

O semiárido alagoano é constituído por 38 municípios, onde vivem aproximadamente 1.205.000 habitantes (IBGE, 2019). A região apresenta populações de alta vulnerabilidade social, caracterizando-se pela dificuldade de acesso à água tratada, falta de esgotamento sanitário, coleta de lixo inadequada e com baixa escolaridade – o que ajuda a entender, em parte, o imobilismo social historicamente herdado do período da colonização europeia e os baixos índices de desenvolvimento humano no sertão alagoano.

Os numerosos rios, riachos, córregos, açudes, barragens, lagoas e lagunas são importantes elementos da paisagem, economia, cultura e história do Estado de Alagoas. Nesse sentido, Queiroz (1999) afirma que “as várias lagoas existentes em nossa terra levaram os primeiros colonizadores a batizá-la com o nome de Alagoas. Assim, este aspecto da hidrografia alagoana define, até hoje, o nome do Estado”.

As lagoas que inspiraram o nome do estado se distribuem em três tipos de paisagens: 1º) lagoas do litoral, onde se destacam Mundaú, Manguaba e Jequiá; 2º) lagoas da margem do rio São Francisco, tais como Tororó, Santiago e Jacobina, entre outras; 3º) lagoas das terras interiores como, por exemplo, Porcos, Canto e Nova Lunga (ALAGOAS, 2020).

Os maiores corpos hídricos superficiais interiores situam-se em ambientes estuarinos no litoral alagoano: as majestosas lagunas Mundaú e Manguaba, ambas próximas à capital, Maceió, e a Lagoa de Jequiá, no litoral Sul, além de várias outras lagoas, rios e riachos perenes e intermitentes que nascem no semiárido, no agreste e na Zona da Mata, muitos deles desaguando no litoral, enquanto outros são afluentes das bacias hidrográficas presentes no estado.

Entretanto, a porção do bioma Caatinga em Alagoas, que abrange praticamente metade da área do estado e está situada numa região semiárida, caracteriza-se por uma rede hídrica superficial constituída, basicamente, por rios e riachos temporários ou intermitentes em função do déficit pluviométrico. Ou seja, apenas nos períodos chuvosos esses corpos apresentam volume hídrico superficial suficiente para haver fluxo fluvial, o que configura um sistema aquático de transição (BARBOSA *et al.*, 2019). Períodos desses que no semiárido, em geral, ocorrem entre os meses de junho e setembro e são caracterizados por precipitações pluviométricas irregulares, convectivas e intermitentes. Entretanto, convém destacar que a região também é caracterizada por sucessivas estiagens e secas prolongadas. Logo, a disponibilidade superficial da água é escassa e determinante à sobrevivência das numerosas populações que habitam o semiárido alagoano.

Nessa região semiárida, a mais importante exceção à intermitência de rios e riachos é o rio São Francisco, constituindo-se na maior bacia hídrica no estado (e uma das maiores do País). O rio São Francisco nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e tem uma extensão aproximada de 2.700 km até a sua foz no Oceano Atlântico, entre os estados de Alagoas e Sergipe. Ao percorrer a divisa estadual entre Sergipe e Alagoas, o rio São Francisco tem parte da sua extensa margem esquerda no semiárido alagoano, sendo o mais importante recurso hídrico dessa região.

As técnicas de Sensoriamento Remoto tiveram nas últimas décadas uma grande evolução a partir do surgimento de modernos sistemas sensores, aéreos e orbitais, capazes de produzir imagens multi e hiperespectrais de altas resoluções espacial, temporal e radiométrica, aumentando a capacidade de discriminar, cada vez melhor, os alvos da superfície terrestre e ampliando significativamente as aplicações relacionadas com o estudo dos padrões de uso e ocupação do solo (PACHECO *et al.*, 2020). Paralelamente à evolução dos sistemas de aquisição de dados de Sensoriamento Remoto, surgiram novas abordagens metodológicas em processamento digital de imagens, otimizando assim a extração de informações para o monitoramento da superfície terrestre. Diversos estudos realizados nos últimos anos têm sido direcionados para o mapeamento e a análise de sistemas aquáticos a partir de dados de sensoriamento remoto (BARBOSA *et al.*, 2019).

Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo mapear e avaliar a dinâmica dos corpos hídricos superficiais na área do bioma Caatinga em Alagoas, num período recente de trinta anos (1987 a 2017), a partir de dados de sensoriamento remoto e meteorológicos.

## 4.2 ASPECTOS DA ÁREA DE ESTUDO

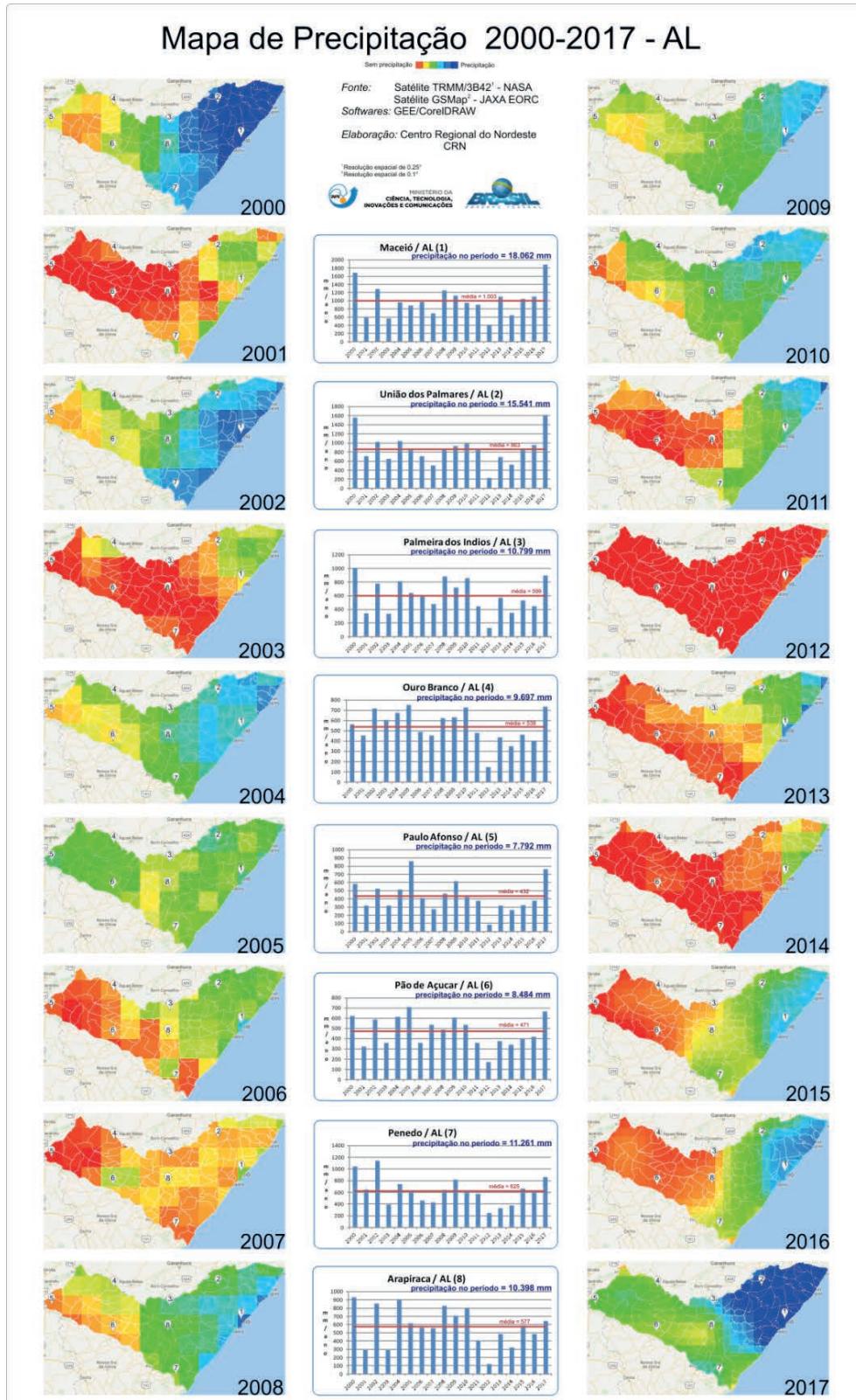
A região semiárida de Alagoas é caracterizada por uma precipitação média anual inferior a 800 milímetros, índice de aridez de até 0,5 e risco de seca maior que 60%. Nessa região, a vegetação está sob o domínio da vegetação de Caatinga e as temperaturas médias variam de 17C a 33C (Barros et al., 2012). Os solos são predominantemente rasos e pedregosos, ricos em minerais, mas pobres em matérias orgânicas. As exceções mais notáveis são os “brejos de altitude” que permeiam o sertão nordestino e, ao receberem a umidade dos ventos de leste, permitem o desenvolvimento de uma flora tropical úmida com significativos porte e biomassa.

Apesar de estar situado numa região semiárida, o bioma Caatinga em Alagoas apresenta numerosos espelhos d’água naturais ou antrópicos, além de rios, riachos e córregos temporários e intermitentes que se distribuem nesse território. Estes recursos hídricos são de fundamental importância para dar suporte às atividades econômicas em extensas e variadas cadeias produtivas, como também para a sobrevivência de significativa parcela da população residente no semiárido.

Essa importância torna-se mais relevante especialmente quando se tem em conta que a referida região abrange cerca de 44% da área total de Alagoas (27.778,506 km<sup>2</sup>), ou seja, 12.788 km<sup>2</sup> (IBGE, 2020), sendo marcada pela histórica escassez, inacessibilidade e má distribuição da água. Nesse cenário, as mudanças climáticas certamente potencializarião a crise hídrica já instalada e agravarão as situações de vulnerabilidade social na região.

A baixa precipitação pluviométrica anual na região varia de 300 a 800mm (INPE, 2020), bastante inferior à verificada no litoral, que oscila entre 1.100 e 1.800mm – o que torna o acesso à água um fator determinante e estratégico para as populações sertanejas de um modo em geral e, mais especificamente, às significativas parcelas de maior vulnerabilidade social presentes na região. Na Figura 1 é possível verificar a evolução das médias das precipitações pluviométricas a partir de mapas e dados entre os anos de 2000 a 2017 em Alagoas.

Figura 1: Precipitação em Alagoas de 2000 a 2017.



Fonte: INPE (2020).

A partir dessa leitura, torna-se evidente a diferenciação da precipitação pluviométrica entre as regiões do estado, o que determina as condições naturais para as atividades agropastoris e de subsistência, dentre outros fatores. Enquanto o litoral úmido se caracteriza, essencialmente, do ponto de vista econômico, pela secular monocultura canavieira, o interior sertanejo é marcado pelas atividades de subsistência, culturas de sequeiro e pasto extensivo. A região agreste, sendo uma zona de transição, apresenta valores intermediários, tanto na precipitação como nas temperaturas médias verificadas entre o litoral e o sertão.

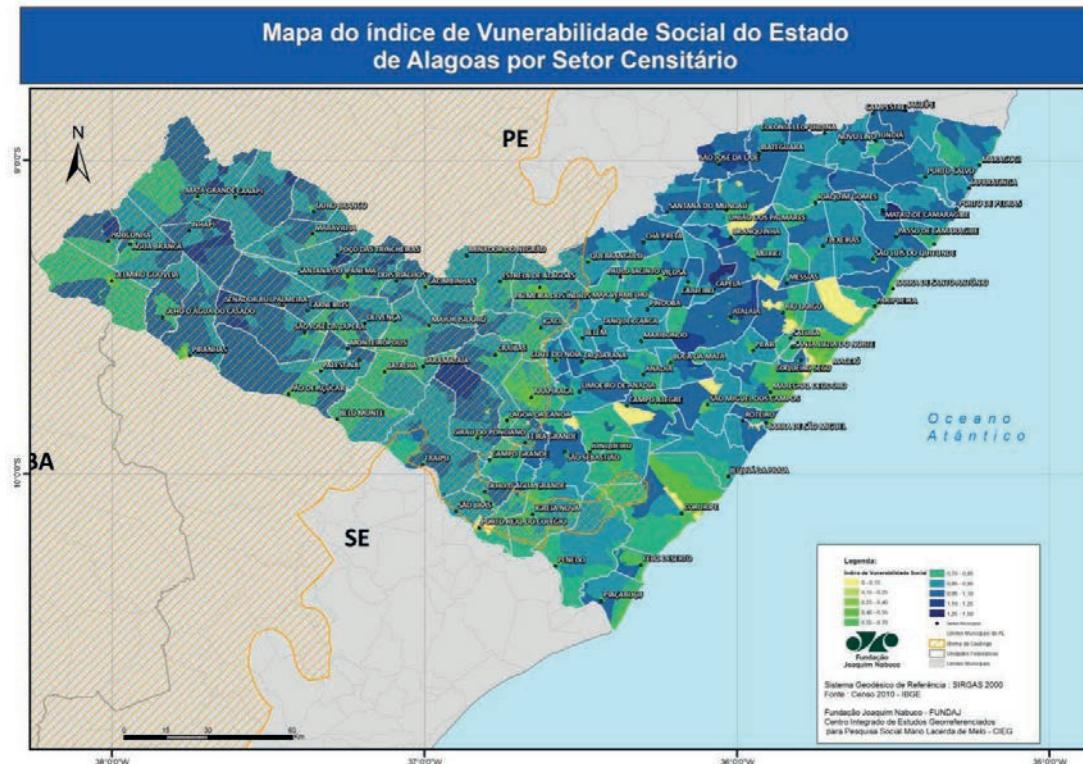
O semiárido alagoano é constituído por 38 municípios, onde vivem aproximadamente 1.205.000 habitantes (IBGE, 2019). Como mencionado, a região apresenta populações de alta vulnerabilidade social, caracterizando-se pela dificuldade de acesso à água tratada, falta de esgotamento sanitário, coleta de lixo inadequada e com baixa escolaridade – o que ajuda a entender, em parte, o imobilismo social historicamente herdado do período da colonização europeia e os baixos índices de desenvolvimento humano no sertão alagoano.

O mapa da Figura 2 apresenta o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) elaborado no contexto da pesquisa com os limites do Bioma Caatinga no estado. Os indicadores que constituem esse índice foram baseados em cinco variáveis do Censo 2010, disponibilizados a nível de setor censitário, tanto urbano como rural: 1) renda até  $\frac{1}{2}$  salário mínimo; 2) presença de menores até 15 anos; 3) precariedade de abastecimento de água; 4) coleta de lixo inadequada e 5) falta de esgotamento sanitário adequado.

A partir dos indicadores escolhidos, observam-se grandes extensões rurais com alta vulnerabilidade social, caracterizando-se por um mosaico social heterogêneo, permeado por bolsões de pobreza que convivem com “ilhas” de dinamismo econômico no sertão alagoano. Esta configuração do território fragiliza as forças de coesão e fragmenta o tecido social, evidenciando as desigualdades sociais no estado, principalmente na região semiárida. Os limites do bioma Caatinga foram disponibilizados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

A partir destas breves considerações, evidencia-se a relevância de estudos e pesquisas que tenham por objetivo a avaliação, o monitoramento, a conservação e a recuperação dos recursos hídricos na região semiárida alagoana. Esses estudos também são importantes para o aprimoramento de políticas públicas que visem garantir o amplo acesso à água para essas populações, garantindo seus principais usos: o consumo humano, a irrigação e a dessedentação animal – fatores determinantes para o desenvolvimento sustentável na região semiárida. Assim, mapear e avaliar esses corpos hídricos se constituem em ações estratégicas para a sobrevivência dessas populações sertanejas, especialmente no que concerne às mudanças climáticas e como essas mudanças podem estar afetando a disponibilidade, a abrangência e a dinâmica desses recursos hídricos na região de Caatinga, aliadas a fatores antrópicos diversos, tais como: desmatamento, poluição, irrigação, etc.

Figura 2: Mapa por setor censitário do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) proposto para Alagoas.



Fonte: Autores (2020), a partir de dados do Censo 2010 (IBGE, 2010).

Portanto, reafirmando-se a importância dos recursos hídricos para essas populações no contexto das mudanças climáticas globais, o objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica dos principais corpos hídricos superficiais na área de bioma Caatinga em Alagoas nos últimos 30 anos, a partir de imagens de satélites em séries temporais que garantissem a cobertura de toda a área do bioma Caatinga em Alagoas.

Uma metodologia foi definida para este mapeamento a partir de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) em Sensoriamento Remoto, utilizando imagens brutas de livre acesso em sites específicos, ajustadas e processadas em softwares dedicados a este tipo de dado georreferenciado. Posteriormente, os trabalhos de gabinete foram validados através de pesquisas de campo, em locais selecionados, conforme será descrito a seguir.

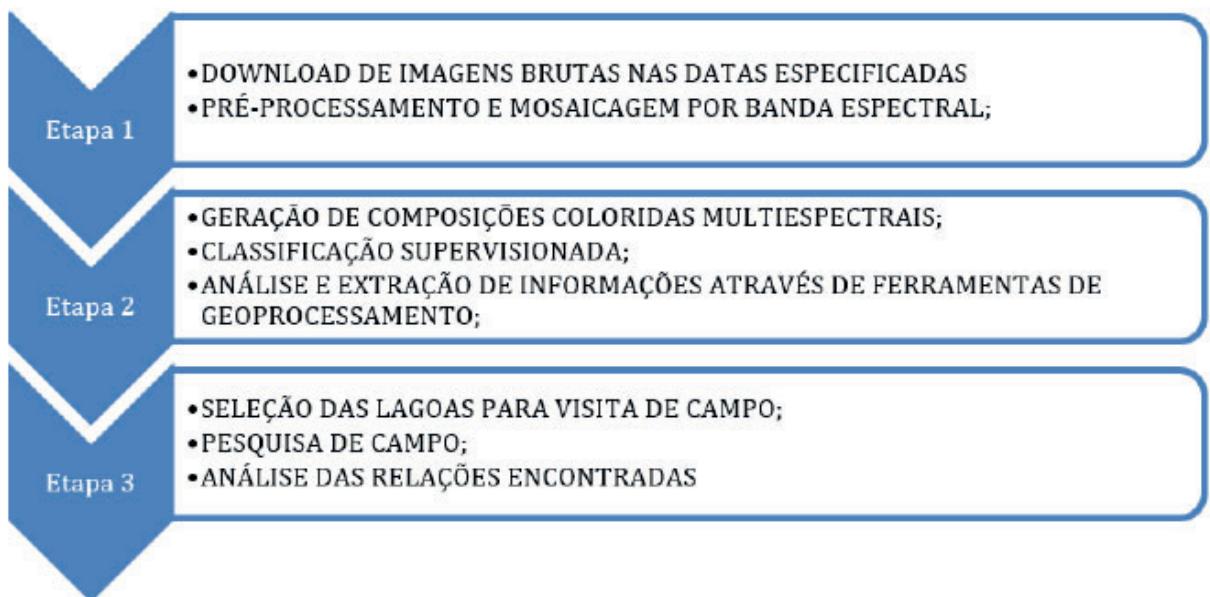
#### 4.3 METODOLOGIA, MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados neste estudo envolveram imagens multiespectrais e temporais dos satélites LANDSAT-5/TM e LANDSAT-8/OLI e os softwares QGIS 2.18.26 e Spring 5.5.5.

Os procedimentos metodológicos envolveram diferentes técnicas de sensoriamento remoto e processamento digital de imagens, fundamentadas em base teórica das seguintes referências: INPE (2002), Jensen e Carcáquijano (2005), Lillesand, *et al.* (2008) e Meneses e Almeida (2012).

O fluxograma da metodologia adotada para o mapeamento dos corpos hídricos superficiais a partir de imagens satelitais com as respectivas etapas e atividades está descrito na Figura 3.

**Figura 3: Fluxograma das etapas metodológicas do mapeamento dos corpos hídricos superficiais.**



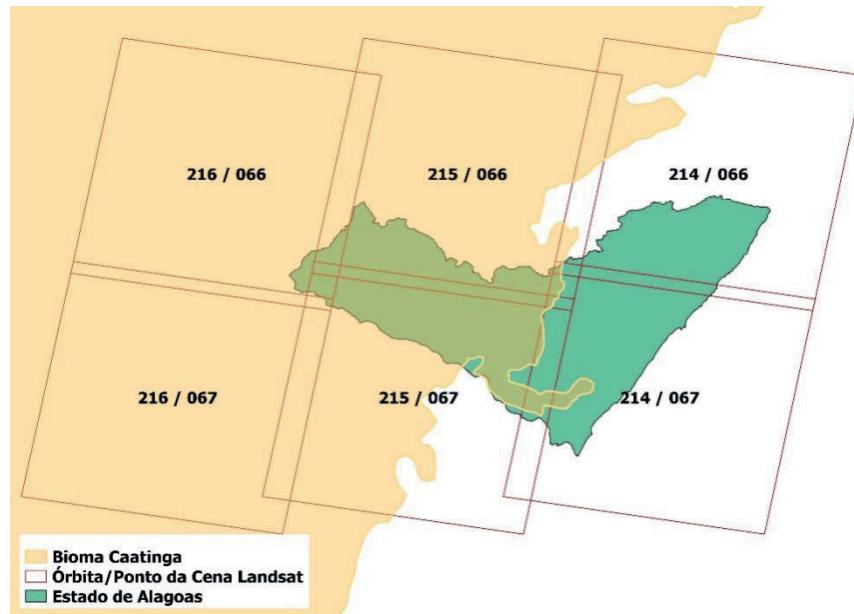
Fonte: Autores (2019).

No processo de extração de informações sobre as lagoas existentes, o primeiro passo foi a identificação e a aquisição de imagens satelitais da área de estudo. A aquisição desses dados consistiu-se no download da série histórica de Imagens LANDSAT, sensores TM e OLI a partir do catálogo de imagens do USGS (United States Geological Survey)<sup>6</sup>.

Foram utilizados como critérios de pesquisa os anos de 1987 e 2017, sempre nos períodos de dezembro a fevereiro (que se refere ao período de seca da região), além de informações de órbita/ponto de cenas que cobrissem integralmente o estado de Alagoas, sendo elas as cenas 214/066, 214/067, 215/066, 215/067, 216/066 e 216/067, como mostra a Figura 4.

<sup>6</sup> Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 6 ago. 2021.

**Figura 4: Esquema da grade de cenas Landsat para o Estado de Alagoas.**



Fonte: Autores (2019), a partir de dados do USGS.

Visto que o estudo se delimita à área do bioma Caatinga, foram necessárias apenas 4 cenas (215/066, 215/067, 216/066 e 216/067) para cobrir a área do bioma delimitada pelo Estado de Alagoas. Entretanto, como visto na Figura 3, uma pequena porção do bioma não é coberta por estas cenas, e, por isto, foi descartada da área de estudo.

As quatro cenas em questão foram selecionadas, verificando-se a menor cobertura possível de nuvens e estão apresentadas no Quadro 1. As melhores cenas selecionadas são dos anos de 1987 e 2017, o que abrange um recorte temporal de 30 anos. Esse período é o mínimo que deve ser utilizado para estudos sobre mudanças climáticas (IPCC, 2019).

**Quadro 1: Cenas orbitais Landsat selecionada para a pesquisa.**

CENAS	TM/LANDSAT-5	OLI/LANDSAT-8
215/066	17/01/1987	05/12/2017
215/067	17/01/1987	05/12/2017
216/066	10/12/1987	12/12/2017
216/067	10/12/1987	12/12/2017

Fonte: Autores (2020), a partir do USGS (2019).

Utilizando o software QGIS 2.18.26, foram criados mosaicos por cenas e confecionadas composições coloridas falsa cor RGB543 (para o mosaico de imagens TM) e RGB654 (para o mosaico de imagens OLI). Estas combinações multiespectrais permitem uma melhor acuidade visual visando a etapa seguinte, a classificação supervisionada.

Para a identificação das massas d'água superficiais, o software Spring 5.5.5 foi utilizado na realização de uma classificação supervisionada de Máxima Verossimilhança

com limiar de aceitação de 99%, processando as 3 bandas espectrais das composições coloridas citadas, simultaneamente. A principal classe amostrada foram os corpos hídricos, sendo outras classes definidas como “solo exposto”, “área urbana”, “vegetação” e “nuvens”. As classificações tiveram desempenho de 91% e 93%, respectivamente, para os mosaicos das imagens dos anos de 1987 e 2017.

As imagens classificadas foram exportadas no formato *GeoTiff* e, delas, foram extraídos os polígonos classificados como “água”, através do método de poligonização, utilizando o software *QGIS*. Como existiu confusão de classes entre água e sombra de nuvens, devido ao comportamento espectral de ambas, que é semelhante nesta composição multiespectral, foi necessária uma “limpeza” dos polígonos classificados para a diferenciação daqueles onde houve confusão dessas classes. A verificação se deu utilizando a imagem razão de bandas, as composições coloridas e estes polígonos de pixels “sombra”, classificados como “água”, sendo todos estes excluídos da camada vetorial que representou os corpos hídricos superficiais em ambas as datas.

Para fazer a correspondência entre vetores que representavam os corpos hídricos em diferentes datas, foram realizadas operações de união espacial entre as camadas, resultando na junção de suas tabelas de atributos. Isto permitiu a comparação de áreas e perímetros, sendo estes valores calculados através da calculadora de campo do software *QGIS*, utilizado no Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social Mario Lacerda de Melo (CIEG), da Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj).

Por fim, foram selecionados os 50 polígonos que apresentaram maior área e, desse conjunto, selecionaram-se sete (7) com boa consistência geométrica e posicional (na classificação supervisionada) em ambas as datas para a visita de campo que foi realizada a posteriori. Essa escolha objetivou abranger uma variedade de situações, tais como: desaparecimento, aparecimento e variação de corpos hídricos, além de evitar os erros associados à classificação supervisionada. Dessa forma, a classificação teve como finalidade selecionar os melhores candidatos de corpos hídricos para se realizar visitas de campo.

Finalizados os processamentos das imagens de satélites e realizadas as análises espaciais, procedeu-se à última etapa, caracterizada pela validação de campo. Essa etapa teve a finalidade de avaliar a acurácia do método adotado e encontrar possíveis causas do fenômeno observado, incluindo as prováveis mudanças climáticas globais. Além dessa avaliação do método, as visitas de campo foram importantes para compreender os diferentes processos ambientais das dinâmicas mapeadas, a relação com o entorno das lagoas e dos açudes e as cidades próximas, seus distintos aspectos sociais, econômicos e políticos. Nessa etapa, foram feitas entrevistas com moradores e trabalhadores rurais dos entornos desses corpos hídricos, bem como com todos os secretários municipais de meio ambiente dos cinco municípios pesquisados. Ao todo, a pesquisa realizou 40 entrevistas.

O mapa do IVS auxiliou na compreensão da análise dos locais visitados, bem como no entendimento das condições de moradia e sobrevivência das populações dos entornos dessas lagoas e desses açudes a partir das entrevistas realizadas. De fato, como mostra o mapa, a região semiárida é caracterizada pela alta vulnerabilidade social, cujas populações têm precárias condições de vida e trabalho, baixa renda, pouca escolaridade, dificuldade no acesso à saúde pública e moradias inadequadas em condições insalubres.

## 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.4.1 Balanço das áreas mapeadas

Para 1987, o mapeamento identificou 2.003 lagoas/açudes (Figura 5), enquanto para 2017 foram detectadas 3.133 (Figura 6). A princípio houve, portanto, um balanço positivo na quantidade de corpos hídricos entre um ano e outro, representando um aumento de 56,41%, ou 1.130 “novos” corpos hídricos. Entretanto, realizados os processamentos e analizados os mapas resultantes, observou-se a existência de três (3) grupos distintos de polígonos definidos no processamento digital como corpos hídricos superficiais entre os anos de 1987 e 2017:

- 1º) Correspondentes:** 660 polígonos, 489 menores que 1ha – caracteriza-se por existirem tanto em 1987 como em 2017;
- 2º) Novos:** 2.472 polígonos, 2.325 menores que 1ha – existiam em 2017, mas não foram identificados em 1987;
- 3º) Desapareceram:** 1.349 polígonos, 1.288 menores que 1ha – existiam em 1987, mas não foram identificados em 2017.

**Figura 5: Mapa dos corpos hídricos superficiais em 1987 com 2.003 lagoas/açudes (polígonos na cor preta) na área do bioma Caatinga (linha na cor amarela) e as Regiões Hidrográficas (linha na cor vermelha) em Alagoas.**



Fonte: Autores (2019).

**Figura 6: Mapa dos corpos hídricos superficiais em 2018 com 3.133 lagoas/açudes (polígonos na cor preta) na área do bioma Caatinga (linha na cor amarela) e as Regiões Hidrográficas (linha na cor vermelha) em Alagoas.**



Fonte: Autores (2019).

A maioria desses corpos hídricos é formada por pequenos açudes com menos de 1ha – justamente o sistema de captação, armazenagem e abastecimento que permeia o sertão em pequenas e médias propriedades rurais –, desta forma o grupo das lagoas/ açudes que “desapareceram” certamente desperta maior interesse de investigação. A açudagem no semiárido brasileiro é um dos objetos de políticas públicas criadas desde a década de 40 do século XX no semiárido nordestino, executadas, em sua maioria, com recursos do Governo Federal através da Cia. de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (Codevasf).

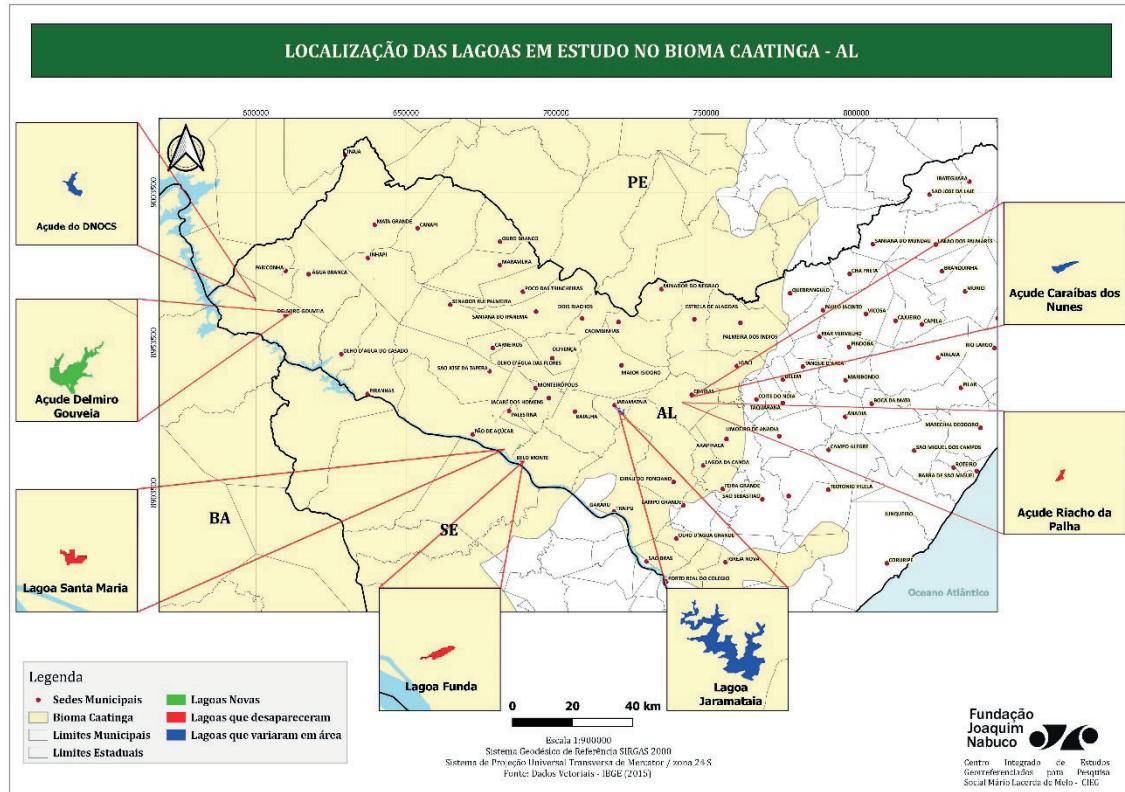
As grandes propriedades rurais nesta região dispõem de recursos próprios para a construção de grandes açudes, ou se beneficiam de recursos públicos para financiar a empreitada, como foi o caso do Açude do DNOCS em Delmiro Gouveia e do Açude de Jaramataia, na cidade de mesmo nome – ambos objetos de pesquisa de campo.

#### **4.4.2 Seleção dos candidatos a visitas de campo**

Para proceder às visitas de campo, que ocorreram em cinco dias consecutivos em agosto de 2019, optou-se pela seleção de alguns corpos hídricos mapeados. Os critérios adotados para escolha das lagoas foram definidos pela heterogeneidade da situação encontrada, a partir da presença de pelo menos um representante de cada grupo (Correspondente, Novos e Desapareceram), maior variação (positiva ou negativa) entre as datas, podendo possuir alguma situação peculiar, e sua expressão territorial (*ex ante*, os maiores espelhos d’água deveriam ter uso socialmente ampliado, logo se tornaria mais relevante no contexto da pesquisa *Climap – Mudanças Climáticas no Bioma Caatinga: Sensoriamento Remoto, Meio Ambiente e Políticas Públicas* –, na qual se insere este estudo, investigá-los).

A partir dessa análise, foram selecionados sete (7) corpos hídricos em cinco (5) municípios alagoanos para validação em campo e que atenderam aos critérios adotados: Delmiro Gouveia (Açude do DNOCS e Açude da Pedra Velha, também conhecido como Açude Delmiro Gouveia) , Pão de Açúcar (Lagoa Santa Maria), Belo Monte (Lagoa Funda), Jaramataia (Açude de Jaramataia) e Craíbas (Açude Riacho da Palha e Açude Caraíbas dos Nunes). A localização destas lagoas e destes açudes pode ser vista na Figura 7.

**Figura 7: Mapa de localização dos açudes e lagoas selecionados para a pesquisa de campo.**



Fonte: Autores (2020)

A tabela 1 mostra as variações de área de espelho d'água das lagoas e dos açudes, tanto em hectares como em valores percentuais. Esta seleção foi importante para auxiliar na programação da validação de campo da metodologia adotada, uma vez ser impossível visitar todos os corpos hídricos mapeados.

**Tabela 1: Áreas (ha) das lagoas e dos açudes selecionados para a pesquisa de campo.**

Toponímia	Município	Área 1987(ha)	Área 2017(ha)	Variação (%)	Situação
Açude do DNOCS	Delmiro Gouveia	33,5	20,6	-38,6%	Correspondente
Açude da Pedra Velha	Delmiro Gouveia	-	111,6	-	Novo
Lagoa Santa Maria	Pão-de-Açúcar	7,83	-	-	Desapareceu
Lagoa Funda	Belo Monte	10,66	-	-	Desapareceu
Açude Jaramataia	Jaramataia	244,2	296,8	17,7%	Correspondente
Açude Caraíbas dos Nunes	Craíbas	11,3	17,8	36,2%	Correspondente
Açude Riacho da Palha	Craíbas	8,2	-	-	Desapareceu

Fonte: Autores (2020), a partir do processamento de imagens LandSAT 5/TM e 8/OLI.

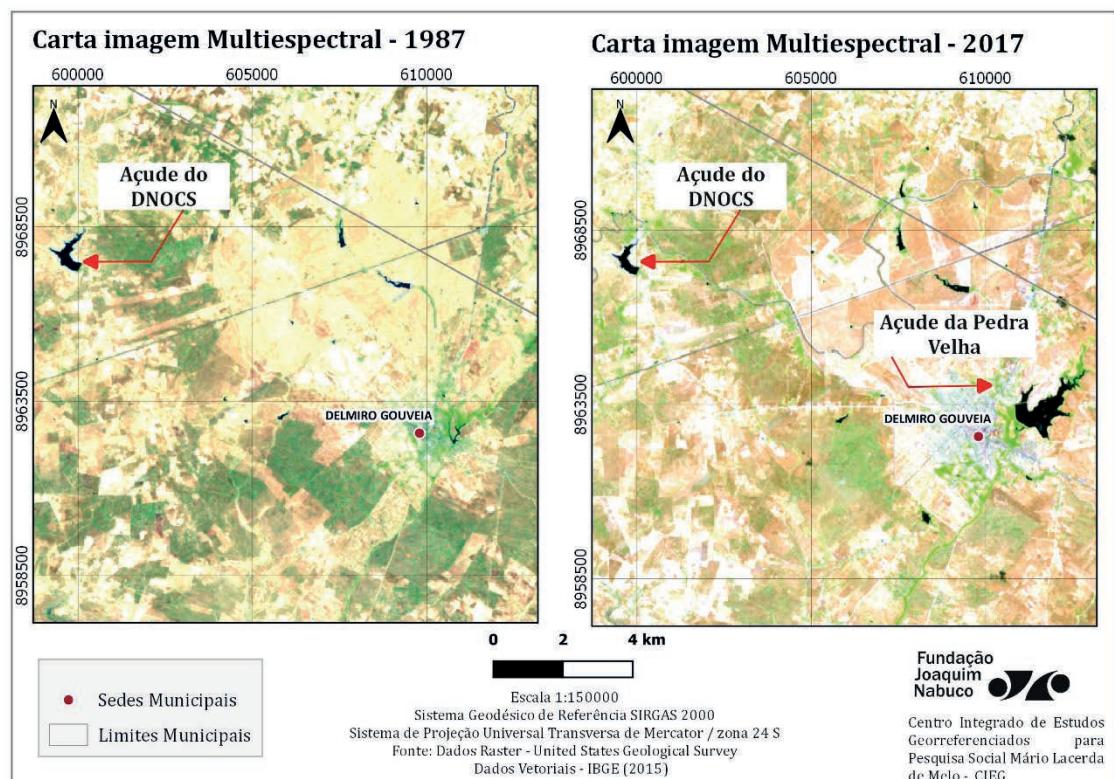
## 4.4.3 Investigação de Campo

### 4.4.3.1 Delmiro Gouveia

O primeiro município a ser pesquisado foi Delmiro Gouveia, com dois açudes a serem pesquisados. Iniciando-se pelo Açude do DNOCS (Figura 8), um corpo hídrico do grupo “correspondentes” e com redução de área de 12,72ha (ou 38,6%) entre 1987 e 2017. A pesquisa de campo constatou que se trata de uma construção da década de 1940 (Figuras 9 e 10) realizada pelo DNOCS.

Segundo relatos de moradores antigos, o açude vem diminuindo sua quantidade de água nos últimos 20 anos. De fato, praticamente nunca atendeu às expectativas da população, uma vez que a água represada sempre teve alta salinidade, o que inviabilizou seus usos, tanto pra irrigação como para pesca ou consumo humano. Deduz-se que sua construção certamente atendeu a interesses políticos na época e que, pelo não consumo de seu recurso hídrico desde sua criação, há indícios consistentes de que sua redução entre 1987 e 2017 em 38,6% (12,9 ha) deveu-se às mudanças climáticas.

**Figura 8: Detalhes das cartas-imagem de Pão de Açúcar de 1987 (esq.) e 2017 (dir.) com a localização do Açude do DNOCS e do Açude da Pedra Velha, ambos em Delmiro Gouveia.**



**Fonte: Autores (2019).**

**Figura 9: Açude do DNOCS (1946) em Delmiro Gouveia.**



**Fotos: Neison Freire (2019).**

**Figura 10: Ruínas do monumento de inauguração do Açude do DNOCS (1946) em Delmiro Gouveia.**



**Foto: Neison Freire (2019).**

O segundo açude pesquisado foi na própria cidade de Delmiro Gouveia: o Pedra Velha, do grupo dos “novos” corpos hídricos, apresentando em 2017 um espelho d’água de 111,6 ha. Trata-se do maior corpo hídrico do sertão lagoano, construído na década de 1990 e situado numa grande propriedade particular (Figura 8). O açude não aparece na carta-imagem de 1987 uma vez que ainda não havia sido construído, mas aparece com grande expressão territorial na carta-imagem de 2017. De acordo com as entrevistas realizadas no local e junto ao secretário municipal de meio ambiente, não há “nenhum uso desse açude”, nem mesmo pelo proprietário.

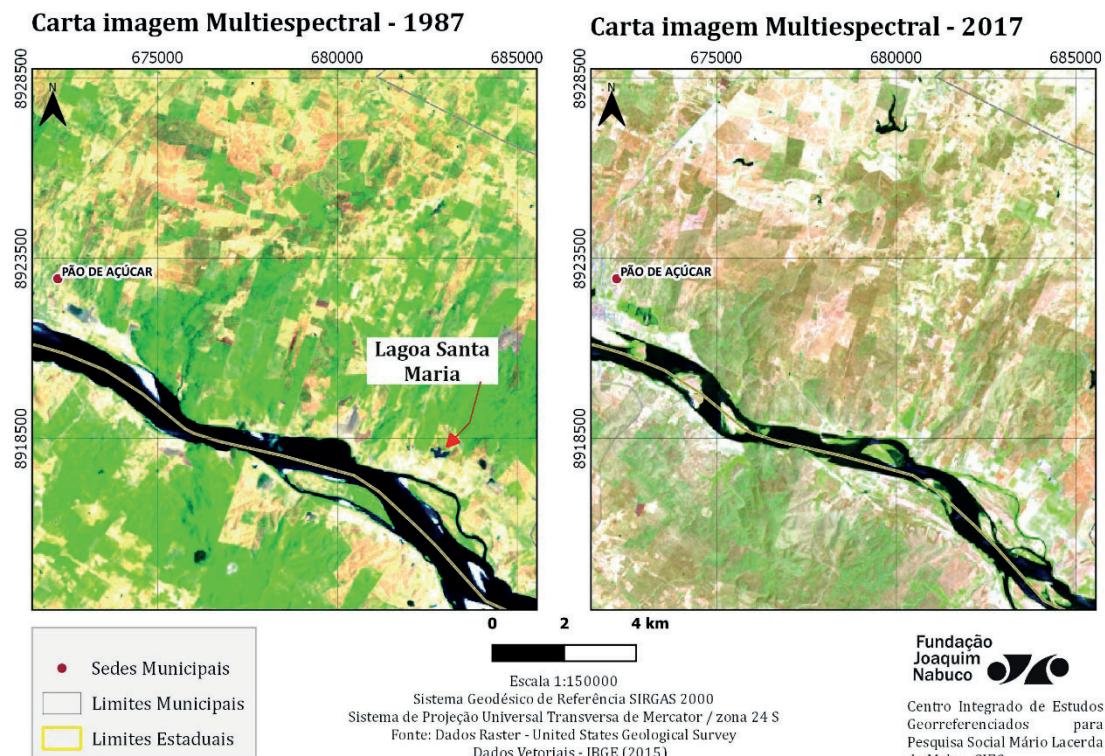
Entretanto, diferentemente do que foi mencionado na entrevista com o Secretário Municipal de Meio Ambiente de Delmiro Gouveia na época, numa região marcada pela escassez da água e pelos baixos índices de desenvolvimento humano, possuir um reser-

vatório com tal magnitude representa um enorme poder político ao seu proprietário. De fato, essa é uma característica do processo civilizatório que remonta aos primórdios da humanidade, pois dominar o acesso à água tem um significado importante no inconsciente coletivo, associado à territorialidade das alianças de poder de cada sociedade, no tempo e no espaço. E, em Delmiro Gouveia, no alto sertão alagoano, isto não é diferente.

#### 4.4.3.2 Pão-de-Açúcar

O segundo município a ser pesquisado foi Pão-de-Açúcar, no entorno da Lagoa Santa Maria, na porção nordeste do município, próximo ao rio São Francisco (Figuras 11). A lagoa está no grupo dos que “desapareceram”, embora a pesquisa tenha encontrado remanescente desse corpo hídrico (Figura 12), pois o campo foi realizado no período chuvoso (agosto de 2019). De difícil acesso, a lagoa está numa propriedade particular bem estruturada, mas que não faz uso intensivo da água. Há relatos de pouca atividade de pesca artesanal.

**Figura 11: Detalhes das cartas-imagem de Pão de Açúcar de 1987 (esq.) e 2017 (dir.) com localização da Lagoa Santa Maria, evidenciando-se seu “desaparecimento” entre um ano e outro no período estudado.**



**Fonte:** Autores (2019).

**Figura 12: Remanescente da Lagoa Santa Maria em Pão de Açúcar.**



**Foto: Neison Freire (2019).**

#### 4.4.3.3 Belo Monte

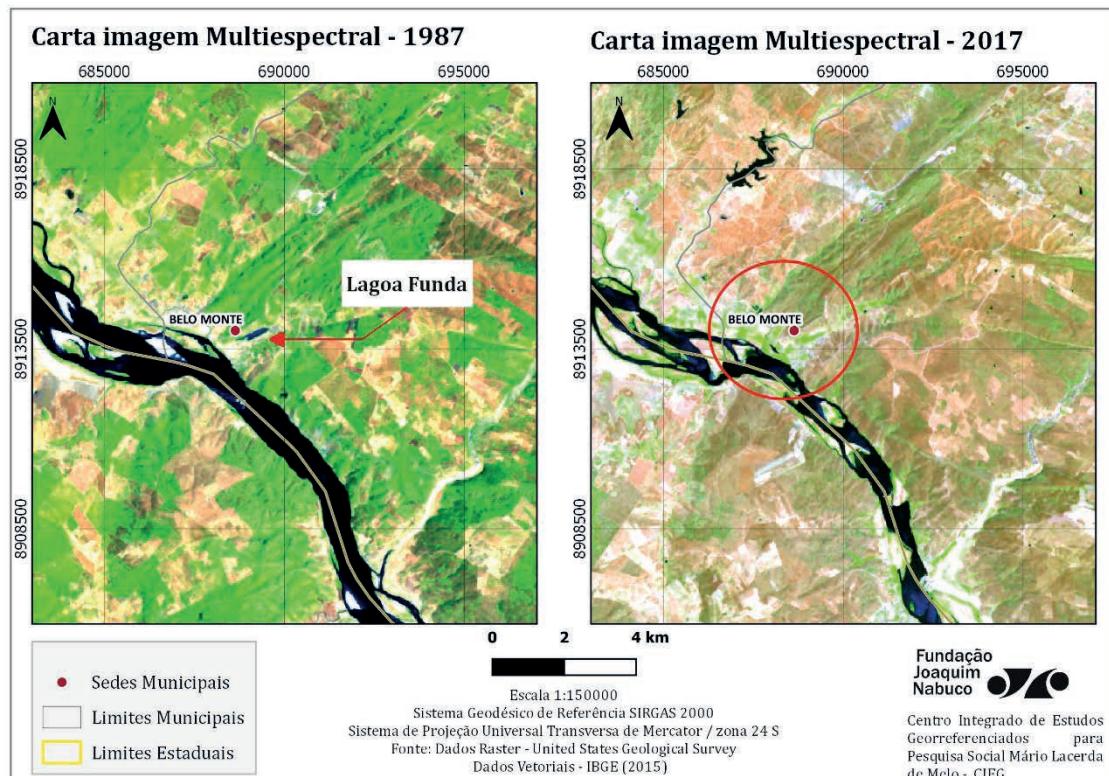
O terceiro município a ser pesquisado foi Belo Monte, junto à Lagoa Funda, um corpo hídrico pertencente ao grupo dos que “desapareceram”. Esta lagoa faz parte do sistema de lagoas marginais do rio São Francisco e, segundo relatos, quando havia água em seu leito, emprestava seu nome ao município. A toponímia mudou à medida que a lagoa se exauriu, por volta da década de 1990. Os detalhes das cartas-imagem de Belo Monte mostram essa dinâmica (Figura 13). A pesquisa de campo revelou que o local não oferece nenhum uso à população local, pois se trata de um corpo hídrico “seco”.

As razões para essa exaustão do corpo lagunar (Figura 14) parece estar relacionada à construção da Hidrelétrica de Xingó, no rio São Francisco, entre os estados de Alagoas e Sergipe. Em entrevista com o Secretário Municipal de Meio Ambiente de Belo Monte a pesquisa constatou que antes da construção, com o maior volume hídrico do rio São Francisco e o sistema mais regular de enchentes e secas, um sistema de canais permitia que a lagoa recebesse aporte hídrico o suficiente para manter seu espelho d’água tal como evidencia a imagem de 1987<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> As obras da Usina Hidrelétrica de Xingó foram iniciadas em 1979 e o início da operação ocorreu em 1987. Fonte: <http://www.taperoa.com/historico-de-implantacao-das-usinas-da-chesf/>. Acesso: 06/11/2020.

Figura 13: Detalhes das cartas-imagem de Belo Monte de 1987 (esq.) e 2017 (dir.) com a localização da Lagoa Funda já desaparecida; no local, o que se observa na imagem é a cobertura herbácea do antigo leito da lagoa na cor verde clara.



Fonte: Autores (2019).

Figura 14: Área onde se localizava a antiga Lagoa Funda em Belo Monte com a área do antigo leito da lagoa agora coberta por gramíneas.



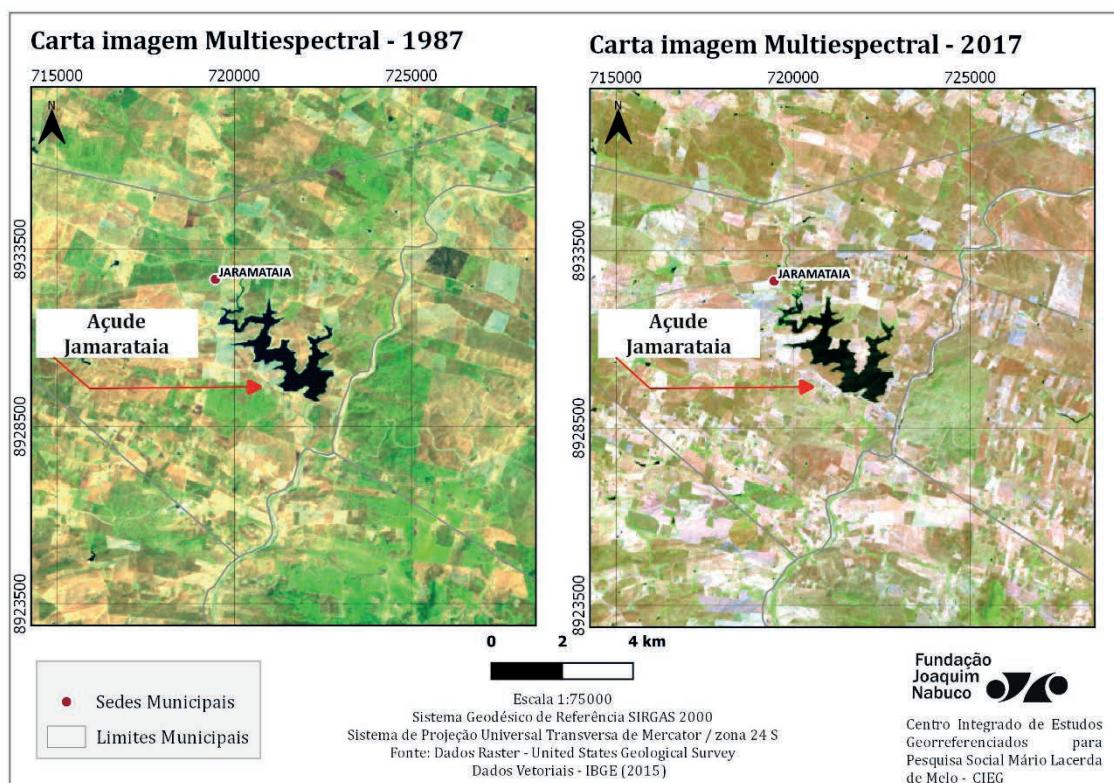
Foto: Neison Freire (2019).

#### 4.4.3.4 Jaramataia

O quarto município a ser pesquisado foi Jaramataia, junto ao açude que tem o mesmo nome da cidade (Figura 15). Construído pela Codevasf na década de 1990, o açude tem uma unidade de criação de alevinos de tilápia (*Tilapia mossambica*) da Codevasf que abastece cerca de 36 outros açudes em Alagoas.

Esses açudes particulares se distribuem no território alagoano e têm criação de peixe em tanque-rede (Figura 16) para consumo no mercado interno. Logo, o açude tem importância regional e se destaca na economia por dar suporte à atividade de cultivo em tanque-rede, além de abastecer algumas cidades da região, caracterizada por ser um ecótono entre o semiárido e o agreste. Entretanto, a pesquisa identificou problemas de poluição das águas pela falta de esgotamento sanitário adequado, uma vez que o açude está inserido no núcleo urbano.

**Figura 15: Detalhes das cartas-imagem de Jaramataia de 1987 (esq.) e 2017 (dir.) com a localização do açude de mesmo nome.**



**Fonte: Autores (2019).**

**Figura 16: Psicultura do DNOCS – cultivo de alevinos para povoamento de açudes em Jaramataia.**

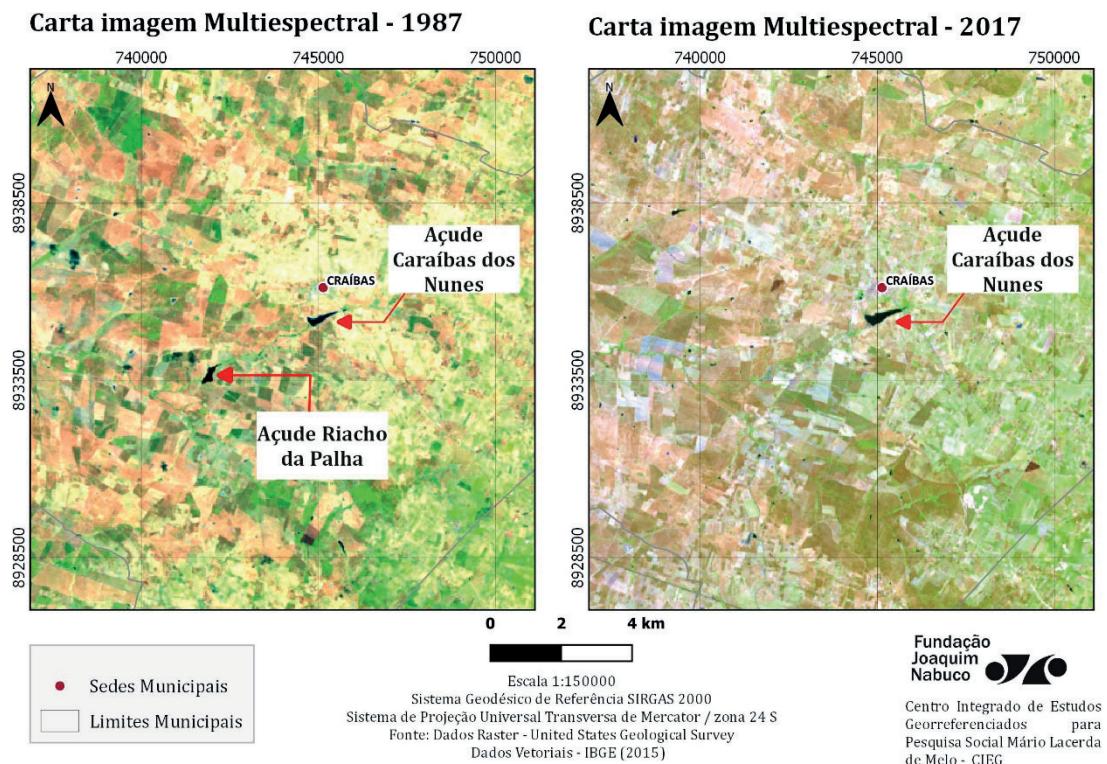


**Foto: Neison Freire (2019).**

#### 4.4.3.1 Craíbas

O quinto e último município pesquisado foi Craíbas, junto aos entornos de dois açudes: Riacho da Palha (grupos dos que “desapareceram”) e Caraíbas dos Nunes (grupo dos “correspondentes” com aumento de espelho d’água de 6,5 ha). As imagens de satélites mostram a dinâmica dos corpos hídricos no período de trinta anos (1987 a 2017) com o destaque para o “desaparecimento” do açude Riacho da Palha, provavelmente pela diminuição do volume hídrico superficial ou represamento do rio de mesmo nome. Entrevistados relataram “simplificação” e diminuição na região dos rios e lagoas de uma maneira em geral nos últimos 20 anos (Figura 17).

**Figura 17: Detalhes das cartas-imagem de Craíbas de 1987 (esq.) e 2017 (dir.) com a localização do açude Caraíbas dos Nunes e o “desaparecimento” do Açude Riacho da Palha.**



**Fonte: Autores (2019).**

Antigos moradores relataram que havia mais volume d’água tanto no açude da cidade (Caraíbas dos Nunes) como no açude do Riacho da Palha. A população faz uso das águas do açude para abastecimento e lazer, mas a pesquisa também identificou pontos críticos de poluição, causada tanto por acúmulo de lixo doméstico depositado às margens do açude Caraíbas dos Nunes como pela falta de saneamento básico que despeja *in natura* os dejetos no açude (Figuras 18 e 19).

**Figura 18: Despejo de esgoto *in natura* no Açude Caraíbas dos Nunes, na cidade de Craíbas.**



**Foto: Neison Freire (2019).**

**Figura 19: Açude Caraíba dos Nunes em Craibas.**



Foto: Neison Freire (2019).

#### 4.4 CONCLUSÕES

O Estado de Alagoas deve seu nome à abundância, ao potencial econômico e à beleza cênica dos corpos hídricos superficiais que desde tempos primordiais despertaram a cobiça dos conquistadores portugueses e invasores holandeses. Possuindo três regiões geográficas distintas, o litoral, o agreste e o semiárido, o estado tem suas economia, cultura e história ligadas à sua hidrografia peculiar. O semiárido, embora apresente déficits de precipitação hídrica consideráveis quando comparado ao litoral, possui um sistema de açudagem e barramentos, além de rios temporários, que se distribuem por todo o território e são imprescindíveis à sobrevivência das populações sertanejas, detentoras de baixos índices de desenvolvimento humano e alta vulnerabilidade social.

Nesse cenário, avaliar a dinâmica dos corpos hídricos superficiais interiores é de fundamental importância para subsidiar políticas públicas de mitigação às mudanças climáticas globais com efeitos locais. Nesse sentido, a pesquisa mostrou, por meio da modelagem e do processamento de dados extraídos de imagens temporais de satélites, a dinâmica desses corpos hídricos nos últimos 30 anos, entre 1987 e 2017.

Após a definição de metodologia própria para a detecção de corpos hídricos em imagens multiespectrais, o estudo revelou a existência de **três grupos** com relação às lagoas e aos açudes na região do bioma Caatinga em Alagoas.

O **primeiro** deles, chamado de “correspondentes”, referiu-se àquelas lagoas que existiam nas imagens de 1987 e em 2017. O **segundo** fez referência às “novas” lagoas e o **terceiro** representa as que “sumiram”, ou seja, refere-se àquelas lagoas que desapareceram entre um ano e outro.

Apesar de o balanço no período observado ser positivo, pois, enquanto em 1987 foram identificadas 2.003 lagoas/açudes, em 2017 foram detectadas 3.133, preocupa o fato de que numa região semiárida marcada pela escassez, irregularidade, inacessibilidade e má distribuição da água, tenham “desaparecido” 1.349 corpos hídricos. Convém destacar que, em sua maioria, essas pequenas lagoas e açudes que desapareceram tinham como espelho d’água uma área inferior a 1 ha. Logo, trata-se de um possível colapso das políticas públicas de açudagem no sertão alagoano, trazendo graves prejuízos à agricultura familiar e de subsistência.

Outro aspecto importante revelado pela pesquisa de campo em sete lagoas de cinco municípios está relacionado às causas diversas encontradas para a diminuição de alguns espelhos d’água e o desaparecimento de outros. Aparentemente, dos sete corpos hídricos visitas, três têm como causas prováveis as mudanças climáticas (Açude do DNOCS em Delmiro Gouveia, Lagoa Santa Maria em Pão de Açúcar e Lagoa Funda em Belo Monte), um tem uso exclusivamente político (Açude da Pedra Velha em Delmiro Gouveia) e três estão em núcleos urbanos ameaçados pela poluição de lixo doméstico ou falta de saneamento básico nas cidades (Açude Riacho da Palha e Açude Caraíbas dos Nunes em Craíbas, e Açude de Jaramataia, na cidade de mesmo nome).

Abandonados à própria sorte, as lagoas e os açudes no bioma Caatinga em Alagoas carecem de cuidados para sua manutenção, recuperação, conservação e despoluição. Tornou-se evidente na pesquisa a necessidade de repensar, reafirmar e reformular a importância das políticas públicas de mitigação às mudanças climáticas, cujas consequências já são visíveis e imediatas, como mostrou a dinâmica dos corpos hídricos nos últimos trinta anos, marcada por “desaparecimento” de lagoas e açudes e diminuição de muitos outros. Alagoas ainda não tem um marco legal próprio de mitigação e combate às mudanças climáticas, num momento em que acordos globais multilaterais estão sendo negociados e postos em prática no mundo.

A emergência de novos desastres “naturais”, como as secas e estiagens, bem como os tecno-industriais, tais como o início de um grande projeto de mineração de cobre em Craíbas, ou mesmo os da área de saúde, como a covid-19, exige rapidez e eficiência nas ações governamentais. A sobreposição de desastres trás efeitos multiplicadores para as populações de alta vulnerabilidade social que habitam essa região semiárida em Alagoas. Os impactos são muito maiores e as consequências serão de longo prazo. Nesse difícil cenário, as políticas públicas participativas parecem indicar o melhor caminho para a mitigação dos problemas que atingem a todos, mas em maior grau àqueles com alta vulnerabilidade social. As mudanças climáticas no bioma caatinga em Alagoas é uma dessas emergências em desastres que necessitam de atenção, pesquisa e celeridade de toda a sociedade.

## REFERÊNCIAS

- ALAGOAS, Governo do Estado de. Secretaria da Mulher e dos Direitos Humanos do Estado de Alagoas. In: <http://www.mulheredireitoshumanos.al.gov.br>. Acesso: 06/11/2020.
- BARBOSA, C. C. F.; NOVO, E. M. L. M.; MARTINS, V.S. **Introdução ao Sensoriamento Remoto de Sistemas Aquáticos: princípios e aplicações.** 1<sup>a</sup>. Ed. [e-book]. São José dos Campos, SP: LabISA/INPE, 2019.
- BARBOSA, M. R. V.; ARZABE, C. ; ATTAYDE, J. L. ; BANDEIRA, A. G. ; CRISPIM, M. C. ; FREIRE, E. M. X. ; BARBOSA, J. E. L. ; PANOSO, R. ; QUIRINO, Z. G. M. ; SOUZA, J. E. R. T. ; XIMENES, M. F. F. M.. Caatinga: Estrutura e funcionamento de ambientes terrestres e aquáticos. In: Marcelo Tabarelli et al.. (Org.). PELD ?CNPq : dez anos do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração do Brasil : achados, lições e perspectivas. 1ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2013, v. 1, p. 335-366.
- BARROS, A. H. C.; FILHO, J. C. de A.; SILVA, A. B. da.; SANTIAGO, G. A. C. F. **Climatologia do Estado de Alagoas.** Recife: Embrapa Solos, 2012.
- CHAVES ET. AL. MODELAGEM E MAPEAMENTO DA DEGRADAÇÃO DA CAATINGA. Revista Caatinga, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 183 – 195, 2015
- COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/ PB). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 13, p. 961-974, 2009.
- GARCIA, A. C. S. M.; ARAÚJO FILHO, J. C.; PEREIRA, H. S. Estudo espaço temporal de áreas susceptíveis à desertificação do semiárido brasileiro. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 352-370, 2019.
- INPE. SPRING: Tutorial de Geoprocessamento. São José dos Campos: INPE, 2002.
- JENSEN. J.R.; GARCÍAQUIJANO, M. J. Principles of Remote Sensing. Columbia: University of South Carolina, 2005.
- LILLESAND, THOMAS M; KIEFER, RALPH W; CHIPMAN, JONATHAN W. Remote sensing and image interpretation. New York: John Wiley& Sons, 6 edição, 2008, 756 p.
- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. Brasília, 2012. 266p.
- MMA. (Ministério do Meio Ambiente). 2010. Caatinga. Disponível em <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo. monta&idEstrutura=203> (acesso Setembro 2010).

PACHECO, A.P. TÉLÉDÉTECTION APPLIQUÉE À L'ÉTUDE DU BIOME CAATIN-GA: Une Revue De La Littérature. CIÊNCIA & TROPICO, v. 41, p. 14-32, 2017.

QUEIROZ, Álvaro. **Episódios da história das Alagoas**. Edições Catavento; 2a ed., rev. e ampliada. 186p. Rio de Janeiro: 1999.

# 5. VARIAÇÃO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE NA REGIÃO GEOGRÁFICA IMEDIATA DE PETROLINA E SUA RELAÇÃO COM AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

**Neison Cabral Ferreira Freire<sup>1</sup>**

**Admilson da Penha Pacheco<sup>2</sup>**

**Débora Nathália Oliveira de Almeida<sup>3</sup>**

## RESUMO

Um dos objetivos específicos da pesquisa “Climap – Mudanças Climáticas no Bioma Caatinga: Sensoriamento Remoto, Meio Ambiente e Políticas Públicas” é medir e modelar os fluxos e balanço de energia do bioma, seus agroecossistemas e sua interface com a atmosfera, analisando os determinantes naturais e antrópicos. Nesse sentido, pesquisas conduzidas em várias instituições internacionais na área de Sensoriamento Remoto apontam o cálculo da variação de albedo realizado a partir de séries temporais de imagens de satélites como um parâmetro eficaz para monitorar as mudanças climáticas no planeta (DAVIDSON; WANG, 2004; KIRSCHBAUM *et al.*, 2011). Na pesquisa Climap, para a obtenção de cartas georreferenciadas de albedo da superfície foram processadas etapas como o cálculo da radiância, reflectância, albedo planetário, transmissividade e, por fim, albedo da superfície. Foram escolhidas imagens orbitais do sensor OLI Landsat 8 para este estudo conforme a localização da Região Geográfica Imediata de Petrolina-PE. A imagem datada de 10 de agosto de 2016 corresponde às/-aos órbitas/pontos 218/66 e 217/66. O albedo da superfície apresentou valor médio em 2016 igual a 0,18. Os maiores valores correspondem a feições da superfície terrestre com solo desprovido de cobertura vegetal

<sup>1</sup> Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj), Diretoria de Pesquisas Sociais (Dipes), Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social Mario Lacerda de Melo (Cieg); Pesquisador Titular; neison.freire@fundaj.gov.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura (DECART); Professor Titular; pacheco3p@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura (DECART); Mestranda em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação; debora.nathalia21@gmail.com

e áreas urbanas. Para regiões com menor albedo tem-se a presença de reservatórios de águas, pequenos açudes e presença de vegetação nas proximidades de corpos d'água.

**Palavras-chave:** Albedo, Petrolina, Mudanças Climática, Caatinga, LandSAT.

## 5.1 INTRODUÇÃO

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2017 publicou um novo recorte territorial do País, apresentando as novas Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias. Segundo o Instituto, esse novo recorte incorpora as mudanças ocorridas no Brasil ao longo das últimas três décadas, especialmente o processo socioespacial recente de fragmentação/articulação do território, pois utiliza elementos concretos (rede urbana, classificação hierárquica dos centros urbanos, detecção dos fluxos de gestão, entre outros) capazes de distinguir espaços regionais em escalas adequadas.

As Regiões Geográficas Imediatas têm na rede urbana o seu principal elemento de referência. Essas regiões são estruturadas a partir de centros urbanos próximos para a satisfação das necessidades imediatas das populações, tais como: compras de bens de consumo duráveis e não duráveis; busca de trabalho; procura por serviços de saúde e educação; e prestação de serviços públicos, como postos de atendimento do Instituto Nacional do Seguro Social – INSS –, do Ministério do Trabalho e de serviços judiciais, entre outros.

Nesse novo recorte territorial do Brasil, o IBGE definiu 134 regiões intermediárias do País, sendo que o estado de Pernambuco tem quatro regiões intermediárias: Recife, Caruaru, Serra Talhada e Petrolina. Nesse recorte pernambucano, a Região Intermediária de Petrolina é composta por 25 municípios, distribuídos em três regiões geográficas imediatas: Petrolina, Araripina e Salgueiro. A população total estimada da região intermediária de Petrolina para 2018 é de 988.153 habitantes, distribuídos em uma área total de 35.487,080 km<sup>2</sup>. Petrolina é o município mais populoso da região intermediária, com 343.865 habitantes (IBGE, 2018).

O recorte da pesquisa tomou como estudo de caso a **Região Geográfica Imediata de Petrolina**, composta por 6 (seis) municípios: Afrânio, Dormentes, Santa Maria da Boa Vista, Orocó, Lagoa Grande e Petrolina. Para este conjunto de municípios agrupados como uma região geográfica imediata pelo IBGE, a população estimada para 2018 é de 463.990 habitantes e sua área corresponde a 12.997,15 km<sup>2</sup>.

Essa região vem passando por grandes transformações no uso e na ocupação do solo em extensas áreas rurais nos últimos 30 anos, fruto de sucessivas políticas públicas de financiamento, pesquisa e desenvolvimento do agronegócio, baseado na fruticultura irrigada para exportação. Esse largo processo trouxe ganhos em escala para setores da economia local e regional, mas ainda são relativamente desconhecidos quais foram os

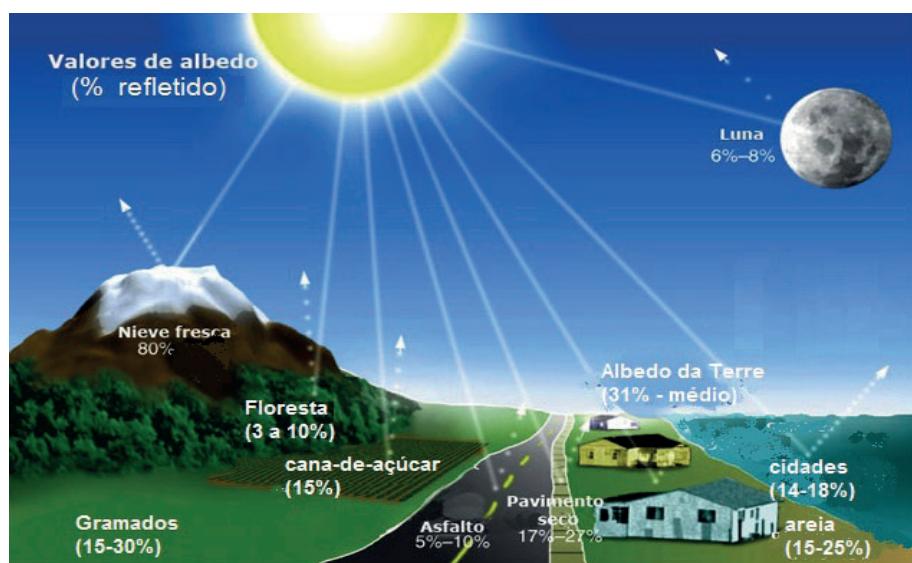
impactos ao meio ambiente do bioma Caatinga ao se transformar a vegetação nativa em extensas áreas cultivadas. Um desses impactos pode estar relacionado às contribuições dessa transformação no uso do solo para as mudanças climáticas no que se refere ao balanço de energia radiante *versus* irradiante, e como a mudança ocorrida nos alvos terrestres podem estar contribuindo para o aquecimento global? A pesquisa tem, então, como pergunta principal: qual a variação do albedo na Região Geográfica Imediata de Petrolina nos últimos trinta anos e como isto pode estar relacionado às contribuições para as mudanças climáticas globais?

## 5.2 SENSORIAMENTO REMOTO E ALBEDO DA SUPERFÍCIE

Com a utilização de tecnologias para obtenção de informações multi-temporais das feições naturais da superfície da Terra, o Sensoriamento Remoto (SR) vem contribuindo expressivamente em pesquisas para o monitoramento do uso e da ocupação da cobertura do solo. Através de suas técnicas, os produtos gerados proporcionam confiabilidade, eficácia e baixos custos para devidas análises espaço-temporais (NOVAIS *et al.*, 2011).

O albedo é a razão entre o fluxo de radiação refletido por uma dada superfície em todas as direções e o fluxo incidente sobre ela (KUSHARI; KONITPONG, 2011; MOURA, 2000; QUERINO *et al.*, 2006). Ele determina diretamente a divisão da energia que chega à superfície, pois representa a habilidade da mesma de refletir energia em todo o espectro solar (KUSHARI; KONITPONG, 2011). Dessa forma, o albedo da superfície é responsável por praticamente todos os processos de ordem física, fisiológica e bioquímica dos ecossistemas (Figura 1).

**Figura 1: Fluxo de energia do albedo.**



Fonte: Cieg (2019).

O albedo da superfície é, portanto, uma medida adimensional que varia conforme as características superficiais (cobertura do solo e sua umidade) das espécies cultivadas, que implicará variações no arranjo foliar, na razão entre a radiação solar direta e a difusa e em função do ângulo zenital, que varia de acordo com a época do ano e a hora do dia (CORREIA *et al.*, 2002; KUSHARI; KONITPONG, 2011; STANHILL *et al.*, 1966; QUERINO *et al.*, 2006). Serão citados três aspectos que explicitam as diferenças no albedo da superfície.

O primeiro aspecto consiste na própria condição da superfície: em termos gerais, albedos mais altos estão associados com superfícies suaves, secas e de coloração clara, ao passo que albedos mais baixos estão associados com superfícies rugosas, úmidas e coloração escura (CORREIA *et al.*, 2002). Com isso, o albedo superficial pode ser alterado por ação antropogênica e natural. No caso de áreas cobertas por vegetação, ele depende da altura das plantas, da percentagem de cobertura do chão, do ângulo das folhas e do índice de área foliar. O segundo aspecto que controla o albedo é o ângulo zenital do Sol, o que o leva às variações diurnas acentuadas. O terceiro é o estado do céu, com referência particular aos tipos e às quantidades de nuvens (CORREIA *et al.*, 2002; LEITCH *et al.*, 2010; LIU *et al.*, 2011; MERIKANTO *et al.*, 2010).

O albedo é considerado um dos mais importantes parâmetros na caracterização do clima da terra (KIRSCHBAUM *et al.*, 2011; DAVIDSON; WANG, 2004). Um conhecimento detalhado de como o albedo varia no espaço e no tempo é crucial para entender-se o balanço de radiação global, sua influência no clima e na dinâmica da vegetação (KIRSCHBAUM *et al.*, 2011; LUCHT *et al.*, 2000), uma vez que o aumento ou a redução do albedo implica alteração do balanço radiativo e energético da superfície da terra (MEINANDER *et al.*, 2008).

O albedo da superfície é um parâmetro imprescindível para os estudos de previsão do tempo, bem como para auxiliar na compreensão dos métodos relacionados com mudanças climáticas, desertificação, queimadas e outras aplicações ambientais (SILVA *et al.*, 2005).

Os mesmos pesquisadores determinaram o albedo em áreas irrigadas em Petrolina – PE – e Juazeiro – BA – com imagens TM - Landsat 5 nos anos de 2000 e 2001. Nos resultados constataram não haver diferenças consideráveis no albedo para os anos estudados quando se considerou a imagem em sua totalidade. Entretanto, algumas áreas ocupadas com cultivos irrigados apresentaram diferenças marcantes de um ano para o outro, resultante das práticas agrícolas existentes.

Outro estudo relevante foi realizado por Giongo *et al.* (2010), quando estimaram o albedo da superfície em áreas de cana-de-açúcar e cerrado em São Paulo e obtiveram resultados consistentes com o monitoramento existente na área de estudo.

A presente pesquisa teve como objetivo geral diagnosticar alterações do albedo da superfície para contribuir com o monitoramento do uso e da ocupação do solo na Região Geográfica Imediata de Petrolina no estado de Pernambuco, possibilitando identificação

de corpos hídricos, áreas urbanas, matas ciliares e áreas propensas à degradação do solo. Torna-se, portanto, importante avaliar a cobertura vegetal da área em estudo a partir dos parâmetros de albedo de superfície e como o Sensoriamento Remoto pode contribuir com tal monitoramento ambiental. Para efeito de comparação com outras fontes de dados, o albedo de superfície foi comparado ao mapeamento disponibilizado pelo MapBiomas, como será visto adiante.

É nesse sentido que o estudo da vegetação utilizando Sensoriamento Remoto se processa a partir da absorção da radiação eletromagnética (REM) pelas espécies vegetais decorrente do processo de fotossíntese através dos seus pigmentos fotossintetizantes, sobretudo as **clorofilas** (pigmentos verdes), xantofilas e carotenos (pigmentos amarelos – **xantofilas** contêm átomos de oxigênio, enquanto **carotenos** são puramente hidrocarbonetos sem oxigênio presentes principalmente nas folhas). Contudo a absorção do espectro por esses pigmentos se dá apenas na faixa entre 0,40 a 0,72  $\mu\text{m}$ , ou seja, na região do visível do REM e do Infravermelho Próximo.

Como visto, o albedo é a razão entre o fluxo de radiação refletido por uma dada superfície em todas as direções e o fluxo incidente sobre ela (KUSHARI; KONITPONG, 2011; MOURA, 2000; QUERINO *et al.*, 2006;). Portanto, ele determina diretamente a divisão da energia que chega à superfície, pois representa a habilidade da mesma de refletir energia em todo o espectro solar (KUSHARI; KONITPONG, 2011).

Dessa forma, o albedo da superfície é responsável por praticamente todos os processos de ordem física, fisiológica e bioquímica dos ecossistemas, sendo por isto que o albedo é considerado um dos mais importantes parâmetros na caracterização do clima da terra (DAVIDSON; WANG, 2004; KIRSCHBAUM *et al.*, 2011).

### 5.3 METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE

A pesquisa foi realizada a partir de dois procedimentos metodológicos: 1) pesquisa em sites específicos e aquisição de imagens com incidência de nuvens para o processamento do albedo; 2) processamento de cartas georreferenciadas de albedo de superfície. Os passos estão resumidos a seguir.

Por se tratar de um estudo temporal, duas datas de aquisição das imagens foram utilizadas: 24 de agosto de 1992 e 10 de agosto de 2016. Para a data mais antiga, foram utilizadas imagens do sensor TM/LandSAT 5, enquanto para a data mais recente utilizou-se o sensor OLI/LandSAT 8. Essas imagens de diferentes sensores puderam ser utilizadas devido ao fato de ambas pertencerem à mesma missão LandSAT. Estas imagens foram adquiridas através do catálogo de imagens do United States Geological Survey (USGS) e possuem os mesmos *path/rows*: 66/218 e 66/217, pois ambas compreendem o mosaico da área de estudo.

As imagens SRTM foram adquiridas pelo site da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em conformidade com a delimitação da Região Geográfica Imediata de Petrolina-PE. Para a realização das etapas utilizou-se o software de livre acesso QGIS versão 2.18.16.

A primeira etapa do processamento digital das imagens LandSAT 5 corresponde à calibração radiométrica representada pela equação:

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (1)$$

em que: “a” e “b” são radiâncias espectrais mínimas e máximas (Wm-2 sr-1  $\mu\text{m}^{-1}$ ) obtidos em Chander e Markham (2007); ND é a intensidade do pixel (número inteiro entre 0 e 255); e “i” é cada banda do satélite Landsat 5.

Com a radiância de cada banda calculada, efetivou-se a determinação das refletâncias para ambas bandas citadas acima. A reflectância corresponde à seguinte equação:

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi L_{\lambda i}}{k_{\lambda i} \cos Z d_r} \quad (2)$$

em que:  $L_{\lambda i}$  é a radiância espectral de cada banda;  $k_{\lambda i}$  é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera (Wm-2  $\mu\text{m}^{-1}$ ) obtidos em Allen et al. (2007); Z é o ângulo zenital solar e dr é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (ro) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (DSA).

O quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (ro) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (DSA), ou seja, o dr, é definido por:

$$d_r = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{DSA2\pi}{365}\right) \quad (3)$$

em que o argumento em função do cosseno está em radianos. O valor médio anual de dr é igual a 1 e o mesmo varia entre 0,97 e 1,03, aproximadamente.

Quando a área de estudo tem declividade pequena ou nula, o cosseno do ângulo de incidência da radiação solar é simplesmente obtido a partir do ângulo de elevação do Sol (E), que se encontra no cabeçalho da imagem, definido por:

$$\cos Z = \cos\left(\frac{\pi}{2} - E\right) \quad (4)$$

em que o argumento em função do cosseno está em radianos.

O cálculo do albedo planetário para cada banda, isto é, o albedo não ajustado à transmissividade atmosférica, foi obtido através de combinação linear entre as reflectâncias monocromáticas, pela equação abaixo, obtidos em Allen et al. (2007):

$$\alpha_{\text{toa}} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,155\rho_4 + 0,032\rho_5 + 0,012\rho_7 \quad (5)$$

em que:  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5$  e  $\rho_7$  são os albedos planetários das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7.

Por sua vez, a transmissividade atmosférica é definida por Allen et al. (2007) e considerada em dias de céu claro a seguinte equação:

$$\tau_{\text{sw}} = 0,75 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot Z \quad (6)$$

em que: Z corresponde à altitude de cada pixel representado no modelo digital de elevação do terreno (MDT) ou da estação hidrometeorológica da área de estudo.

Para o albedo da superfície ou albedo corrigido os efeitos atmosféricos ( $\alpha$ ) correspondem à equação:

$$\alpha = \frac{\alpha_{\text{toa}} - \alpha_p}{\tau_{\text{sw}}^2} \quad (7)$$

em que:  $\alpha_{\text{toa}}$  é o albedo planetário;  $\alpha_p$  é a porção da radiação solar refletida pela atmosfera, considerado 0,03 conforme Bastiaanssen (2000) e  $\tau_{\text{sw}}$  é a transmissividade atmosférica para os dias de céu claro.

Para o processamento das imagens Landsat 8 OLI, executou-se em conformidade com Ruhoff, Silva & Rocha (2015): para conversão dos valores quantizados e calibrados (ND) do sistema sensor Landsat 8 OLI para reflectância espectral, utilizou-se coeficientes radiométricos disponibilizados no arquivo de metadados das imagens USGS (2018).

A reflectância planetária no topo da atmosfera ( $\rho' \lambda$ ) foi calculada a partir da Equação 8.

$$\rho' \lambda = M\rho * Q_{\text{cal}} + A\rho \quad (8)$$

onde  $\rho' \lambda$  não apresenta correção para o ângulo solar;  $M\rho$  corresponde ao fator multiplicativo de reescalonamento para cada banda (disponível nos metadados da imagem);  $Q_{\text{cal}}$ , o número digital para cada pixel, e  $A\rho$  corresponde ao fator aditivo de reescalonamento para cada banda (disponível nos metadados da imagem). Para correção

da reflectância em função do ângulo solar e da distância astronômica Terra-Sol (d) foi usada a Equação 9.

$$\rho_\lambda = \frac{\rho' \lambda}{\cos(\theta_{sz}) \frac{1}{d^2}} = \frac{\rho' \lambda}{\sin(\theta_{se}) \frac{1}{d^2}} \quad (9)$$

onde  $\rho_\lambda$  corresponde à reflectância planetária no topo da atmosfera corrigida;  $\theta_{se}$  corresponde ao ângulo de elevação solar (disponível nos metadados da imagem) e  $\theta_{sz}$  corresponde ao ângulo zenital solar local (calculado a partir de  $\theta_{sz} = 90^\circ - \theta_{se}$ ).

Para o cálculo de albedo planetário em imagens do OLI Landsat 8, tem-se a seguinte equação (Silva et al., 2016):

$$\alpha_{\text{toa}} = 0,300\rho_2 + 0,276 \quad \rho_3 + 0,233\rho_4 + 0,143\rho_5 + 0,035\rho_6 + 0,012\rho_7 \quad (10)$$

Por sua vez, a transmissividade atmosférica é definida por Allen et al. (2007) e considerada em dias de céu claro a seguinte equação:

$$\tau_{\text{sw}} = 0,75 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot Z \quad (11)$$

em que: Z corresponde à altitude de cada pixel representado no modelo digital de elevação do terreno (MDT) ou da estação hidrometeorológica da área de estudo.

Para o albedo da superfície ou albedo corrigido os efeitos atmosféricos ( $\alpha$ ) correspondem à equação:

$$\alpha = \frac{\alpha_{\text{toa}} - \alpha p}{\tau_{\text{sw}}^2} \quad (12)$$

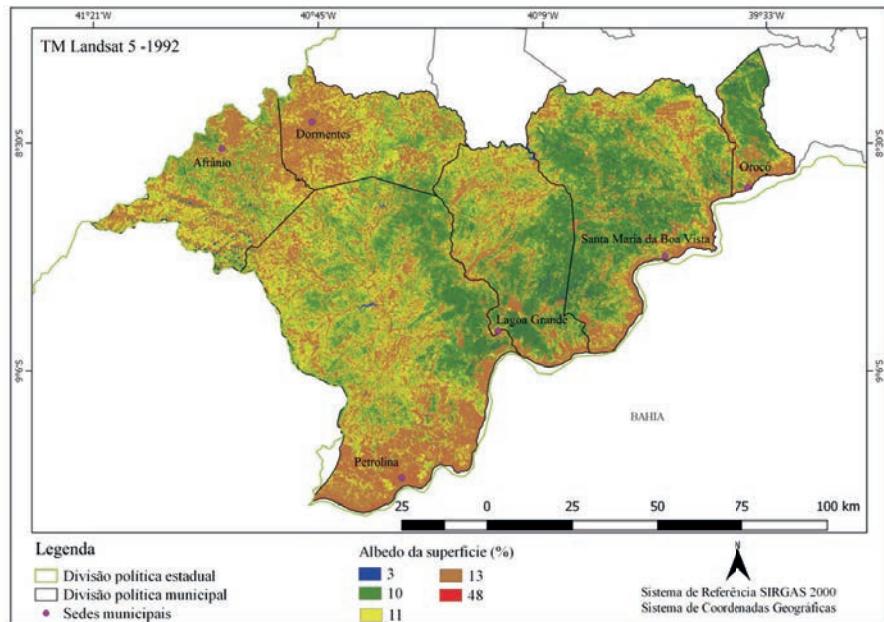
em que:  $\alpha_{\text{toa}}$  é o albedo planetário;  $\alpha p$  é a porção da radiação solar refletida pela atmosfera, considerado 0,03 conforme Bastiaanssen (2000) e  $\tau_{\text{sw}}$  é a transmissividade atmosférica para os dias de céu claro.

## 5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a elaboração do algoritmo de álgebra espacial com todos os parâmetros descritos no subcapítulo anterior, procedeu-se ao processamento das imagens corrigidas e georreferenciadas no software QGIS, para as datas de aquisição de 24 de agosto de 1992 (Figura X) e 10 de agosto de 2016 (Figura Y). O albedo de superfície calculado pode ser mapeado através de uma paleta de cores em cinco (5) classes temáticas. Como os valores

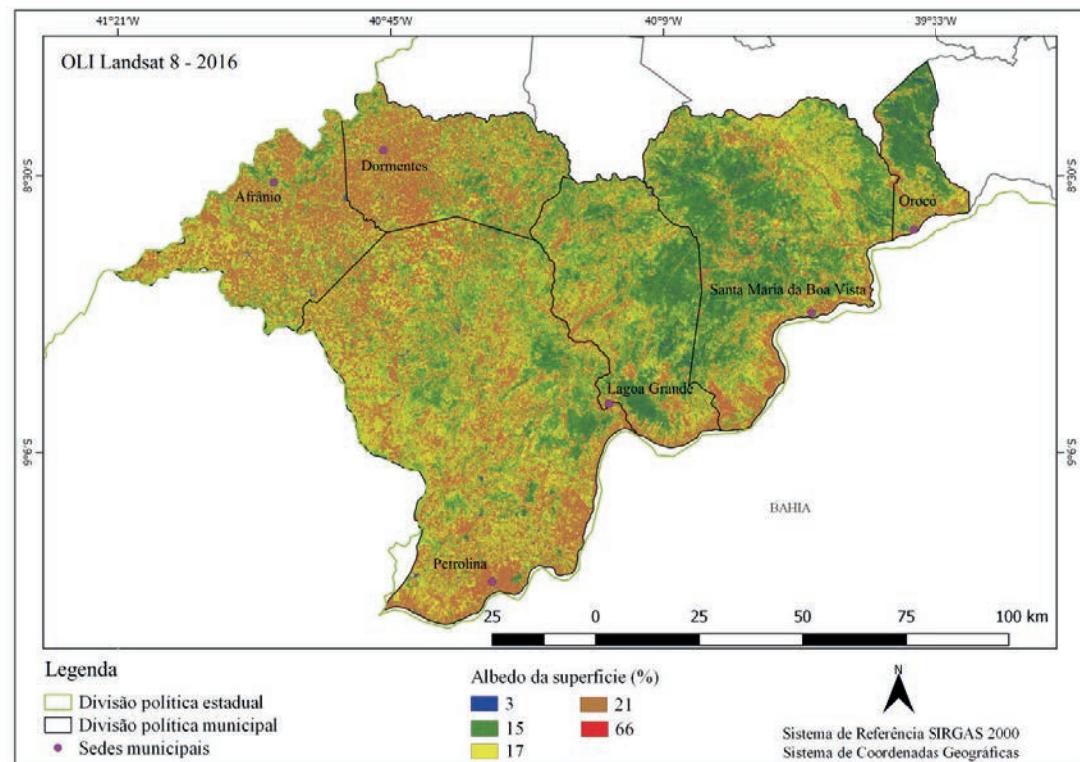
são apresentados em percentagem, as classes foram definidas do menor para o maior valor encontrado, conforme mostram as Figuras 2 e 3.

**Figura 2: Carta-imagem do albedo de superfície da Região Geográfica Imediata de Petrolina em 1992.**



Fonte: Autores. Cieg (2018).

**Figura 3: Carta-imagem do albedo de superfície da Região Geográfica Imediata de Petrolina em 2016.**

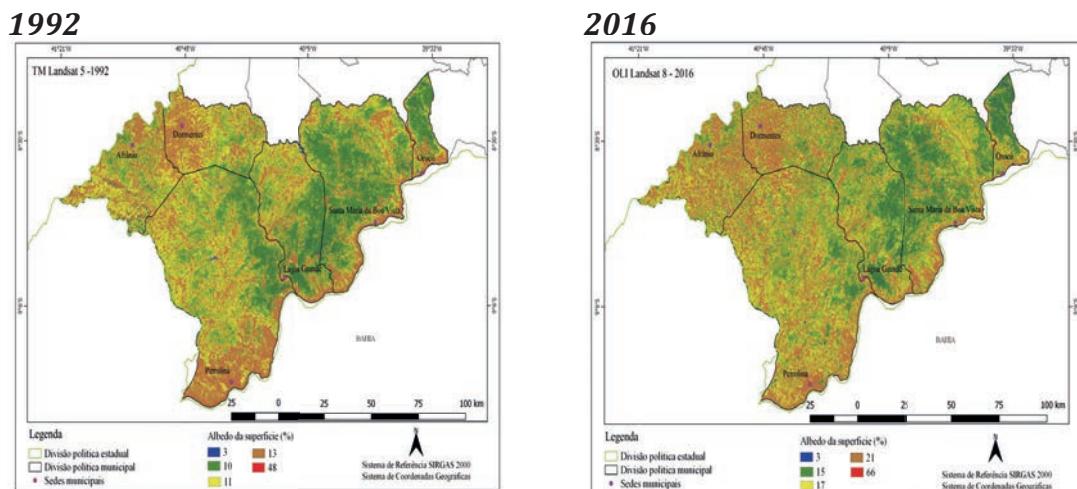


Fonte: Autores. Cieg (2018).

Ao compararmos as duas imagens, observamos as mudanças nos valores de albedo de superfície no período estudado, ou seja, 24 anos. Esse período coincide com a expansão da agricultura irrigada na região, o que explica, em parte, as variações observadas. Essas variações tendem a serem maiores na data mais recente nas áreas rurais desses municípios, que são, de fato, ainda, essencialmente agrícolas e com baixa densidade urbana.

As áreas nas cores azul e verde representam aquelas de menor albedo de superfície percentual e são caracterizadas pelos corpos hídricos superficiais e domínio da vegetação nativa de Caatinga bem preservada. Entretanto, à medida que o agronegócio se expande a partir de 1992, essas áreas são convertidas em áreas cultivadas e apresentam maior albedo de superfície. Isto pode ser observado ao se comparar as duas imagens: na imagem de 1992 há uma predominância de áreas contínuas de Caatinga especialmente nas porções nordeste de Petrolina, sul e leste de Lagoa Grande e oeste de Santa Maria da Boa Vista (Figura 4). As áreas urbanas, nesse contexto, não oferecem significativas mudanças ou contribuições ao albedo planetário.

**Figura 4: Detalhes das cartas-imagem do albedo de superfície da Região Geográfica Imediata de Petrolina em 1992 (esq.) e 2016 (dir.). Áreas em cor verde indicam menor albedo de superfície para ambas as datas; nas cores amarelo e laranja, maior albedo de superfície.**

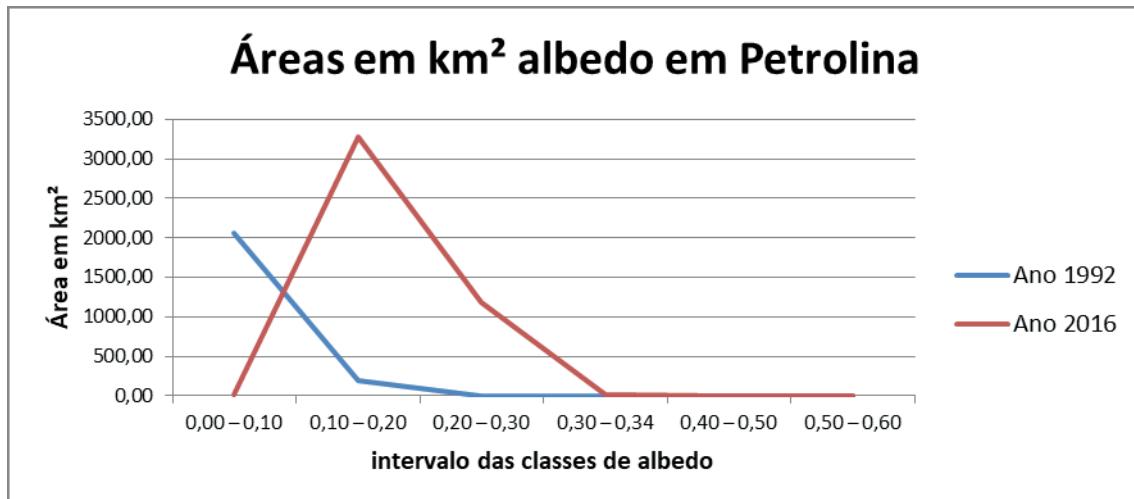


**Fonte:** Autores. Cieg (2018).

De acordo com esse processamento, o município que teve maiores aumentos de albedo de superfície entre as duas datas foi, justamente, Petrolina. Nesse município, as áreas com a classe de menor albedo (0 a 0,10) em 1996 representavam 2.059,29 km<sup>2</sup>, enquanto em 2016 a mesma classe representou apenas 7,17 km<sup>2</sup>. A classe de 0,10 a 0,20 de albedo passou de 189,16 km<sup>2</sup> para 3.285,46 km<sup>2</sup>, enquanto a classe de 0,20 a 0,30 passou de 1,27 km<sup>2</sup> para 1.186,17 km<sup>2</sup>. Ou seja, as áreas que mais absorviam a energia radiante se converteram em áreas de maior irradiação à atmosfera, certamente contribuindo para

o aquecimento global (Figura 5). A dinâmica observada nesse município mostra que as áreas de menor albedo com cobertura de vegetação nativa de Caatinga são convertidas em áreas de maior albedo ocupadas pela fruticultura irrigada para exportação.

**Figura 5: Gráfico das áreas por classe de intervalo de albedo em Petrolina entre 1992 e 2016.**



**Fonte:** Autores. Cieg (2018).

De fato, como mostram as duas imagens, extensas áreas rurais de vegetação de Caatinga se converteram em áreas para a fruticultura irrigada. Outro município que também sofreu grandes transformações no uso e na ocupação do solo foi Lagoa Grande. É nesse município onde se localizam grandes empreendimentos vitivinícolas do Vale do São Francisco. São essas áreas que aparecem modificadas entre uma data e outra no que se refere ao albedo de superfície. Essa mudança de classe temática se dá porque as condições edáficas entre uma área com superfície coberta por vegetação nativa de Caatinga são distintas de outra coberta por vegetação de culturas irrigadas. No primeiro caso, a biodiversidade do ambiente natural interfere no balanço de energia radiante, com valores percentuais menores de albedo à atmosfera terrestre, quando em comparação com as áreas de cultura agrícola irrigada.

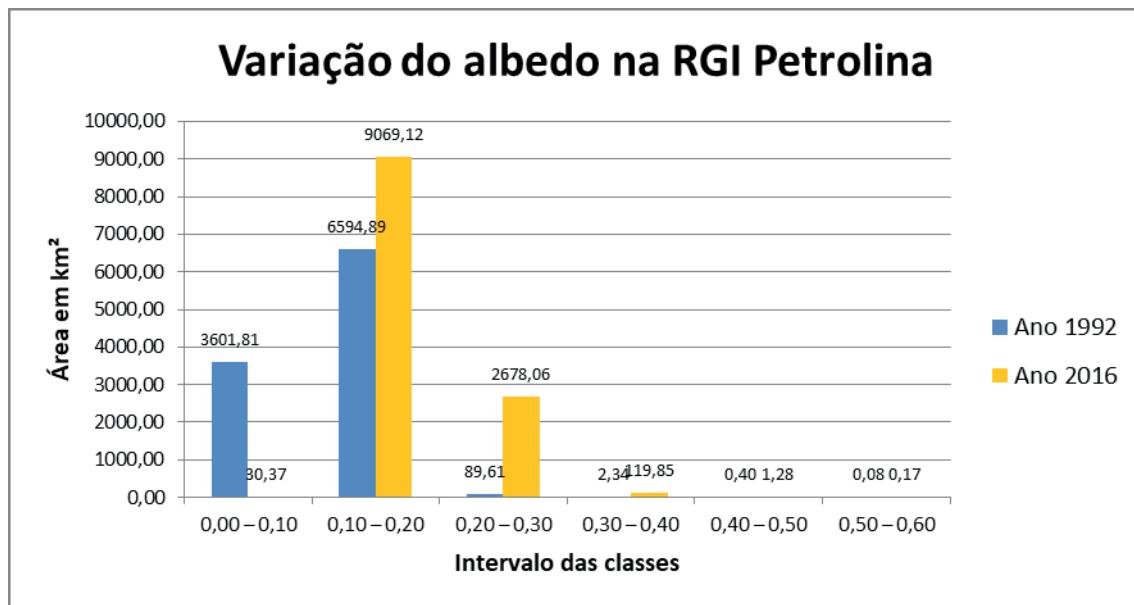
Nas duas imagens da Figura 4 também é possível observar os altos valores percentuais de albedo de superfície na margem esquerda do rio São Francisco, representadas pelas cores em laranja nas cartas-imagem, relevando a estrutura fundiária em talhões de formato retangular e perpendicular ao leito do rio. Isto se deve à ocupação histórica dessas áreas para fins agropastoris, desde o início da colonização europeia na região, beneficiando-se do acesso direto ao único recurso hídrico perene nesta região: o rio São Francisco. Mas, enquanto em Lagoa Grande e, em menor intensidade, na porção meridional de Santa Maria da Boa Vista, este processo era visível no processamento da imagem de 1992, na imagem de 2016 esse processo avança e se consolida em Santa Maria da Boa Vista.

A proximidade do acesso à água nessa região de semiárido é um fator determinante aos custos de produção, logo as primeiras e mais valorizadas áreas para a fruticultura irrigada foram justamente essas que estão mapeadas na pesquisa.

Orocó, mais distante do acesso ao recurso hídrico superficial do rio São Francisco, ainda possui baixos valores percentuais de albedo de superfície para ambas as datas, o que demonstra a provável preservação de suas áreas nativas de Caatinga até a última data processada nas imagens.

A Figura 6 apresenta um gráfico geral das áreas e respectivas classes de albedo para a região. O processamento do albedo mostrou que as maiores mudanças entre as duas datas ocorreram nas três classes com menores intervalos de albedo (0 a 0,30). Nesse intervalo, os valores observados de albedo indicam que houve uma transformação no uso do solo rural bastante significativa no período, pois áreas com menores valores cederam lugar a valores maiores de albedo. Em síntese, a conversão de extensas áreas com vegetação de Caatinga na região para solo apto à fruticultura resultaram em maiores contribuições de energia irradiante à atmosfera global.

**Figura 6: Gráfico das áreas por classe de intervalo de albedo na RGI Petrolina entre 1992 e 2016.**



Fonte: Autores. Cieg (2018).

A metodologia para o cálculo do albedo de superfície utilizada na pesquisa demonstrou alta correlação com a dinâmica espacial do território representado pela Região Geográfica Imediata de Petrolina. A partir desse parâmetro, foi possível identificar as áreas que mais registraram modificações em seus valores percentuais. Um dado comum é que as mudanças sempre ocorreram no sentido de aumento dos valores percentuais de albedo de superfície, o que mostra as contribuições dessa transformação no uso e na

ocupação de vastas áreas rurais do semiárido pernambucano às mudanças climáticas. Essas contribuições podem se relacionar ao aumento das temperaturas médias globais, segundo a literatura utilizada.

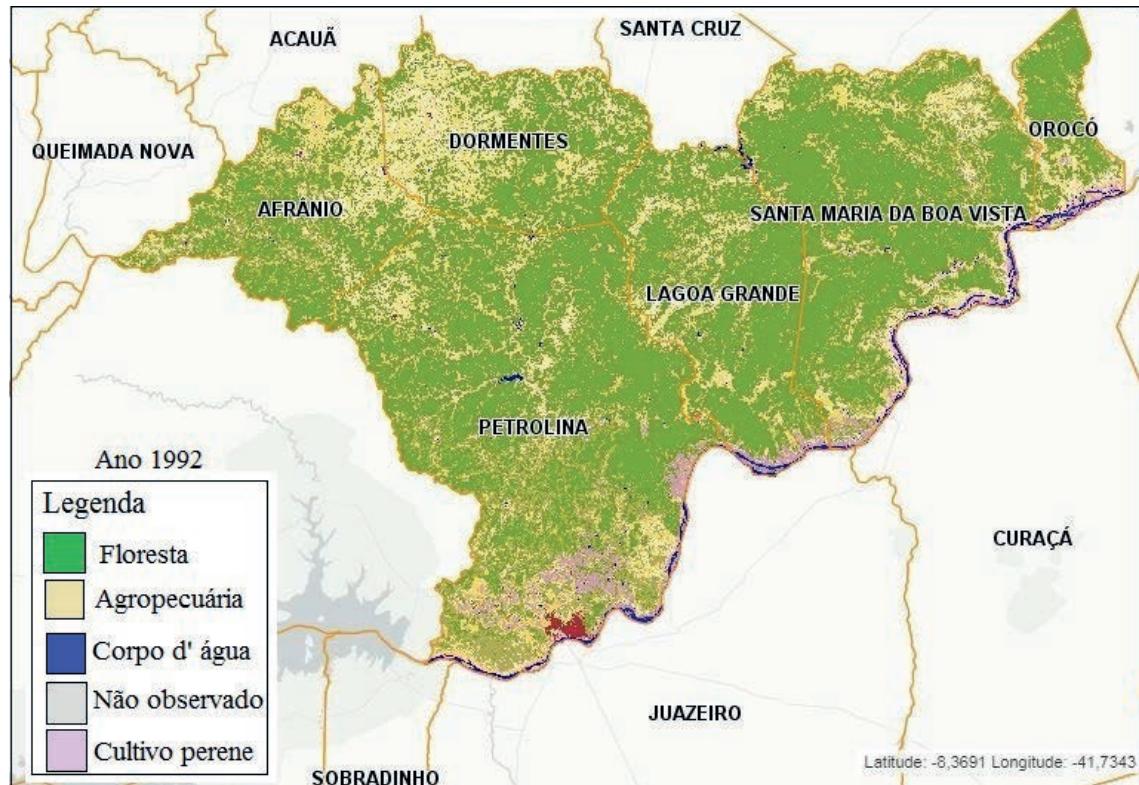
Na etapa seguinte, comparou-se os resultados com outra fonte de dados disponibilizada pelo site MapBiomass. O Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil teve início em 2015, sendo “uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG [Sistema de Informação Geográfica] e ciência da computação que utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma Google Earth Engine para gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil”<sup>4</sup>.

As Figuras 7 e 8 mostram o mapa de cobertura e uso do solo dos municípios pesquisados para ambas as datas processadas. Ao compararmos essas figuras com as cartas-imagem processadas de albedo de superfície observamos a alta correlação existente entre ambas, embora os métodos de classificação sejam distintos. As áreas de florestas (aqui representadas pela Caatinga) que cederam espaço às áreas de agropecuária são justamente aquelas que no processamento do albedo de superfície tiveram os maiores aumentos percentuais. Esse processo é mais visível nos municípios de Petrolina e Lagoa Grande. As áreas de cultivo perene ao longo da margem esquerda do rio São Francisco também são observadas em ambos os conjuntos, sendo que o albedo de superfície que está representado nas cores em vermelho é maior nessas áreas do que naquelas com vegetação nativa de Caatinga, chamada de “Floresta” no MapBiomass.

---

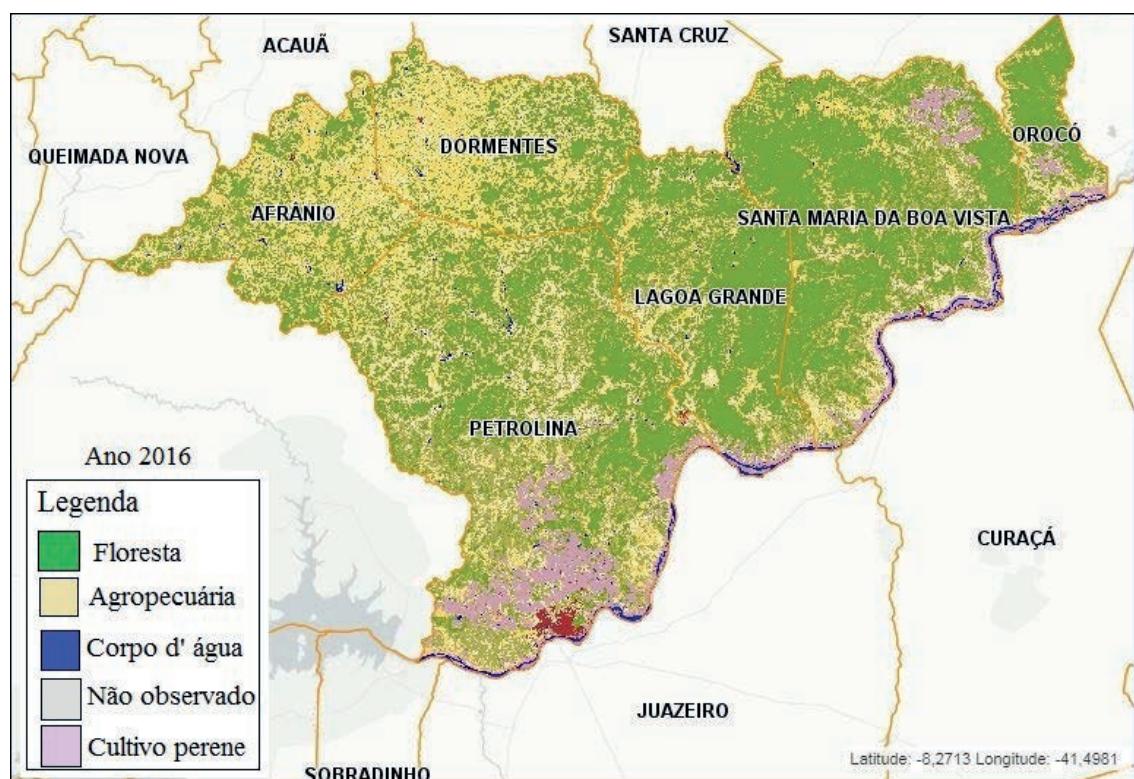
<sup>4</sup> Fonte: <https://mapbiomas.org/o-projeto>. Acesso: 09/10/2020.

Figura 7: Mapa do uso do solo da Região Geográfica Imediata de Petrolina em 1992.



Fonte: MapBiomas (2018).

Figura 8: Mapa do uso do solo da Região Geográfica Imediata de Petrolina em 2016.

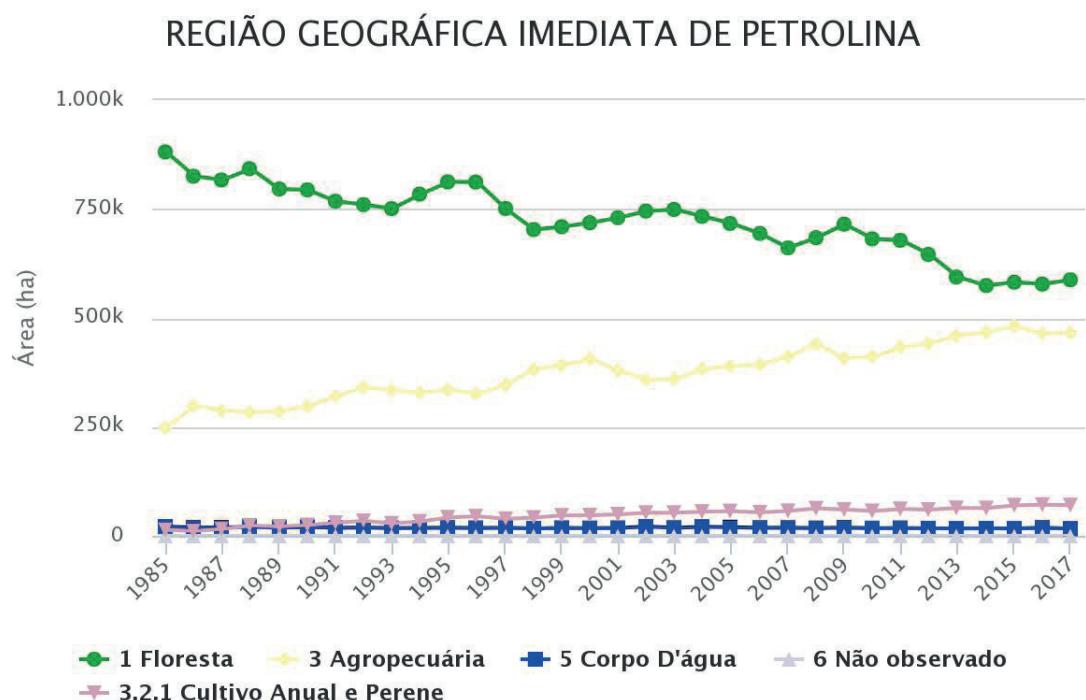


Fonte: MapBiomas (2018).

Orocó permanece um município relativa e geograficamente isolado, o que favoreceu a preservação das áreas de Caatinga. Isto pode ser também observado em ambos os conjuntos de mapas. Para o albedo os valores nessas áreas são menor (portanto, menores contribuições de energia irradiante à atmosfera e menores contribuições ao aquecimento global); para a cobertura, a continuidade dessas mesmas extensas áreas com “floresta”, ou Caatinga.

A Figura 9 mostra a evolução dessas áreas a partir do MapBiomas de 1985 a 2017. A partir desse gráfico, observamos a correlação existentes entre a diminuição de áreas com floresta (Caatinga) e o aumento de áreas para a agropecuárias (fruticultura irrigada).

**Figura 9: Gráfico evolutivo das áreas da Região Geográfica Imediata de Petrolina de 1985 a 2017.**



Fonte: MapBiomas (2018).

## 5.5 CONCLUSÕES

Concluindo, a pesquisa demonstrou por meio da técnica de Sensoriamento Remoto conhecida como “Cálculo do Albedo de Superfície” as mudanças ocorridas no uso e na ocupação do solo dessa importante região econômica do estado de Pernambuco: a Região Geográfica Imediata de Petrolina, composta por seis (6) municípios situados no Vale do São Francisco.

Essas mudanças se deram principalmente na transformação do uso do solo em áreas nativas com vegetação de Caatinga em áreas de fruticultura irrigada para exportação. Esse processo ocorreu mais intensamente nos últimos trinta anos, o que tornou possível sua análise georreferenciada por meio de imagens de satélites multiespectrais.

Do ponto de vista das mudanças climáticas, houve um aumento de valores percentuais de albedo de superfície em extensas áreas rurais desses municípios, sendo este processo mais significativo em Petrolina e Lagoa Grande devido à implantação de grandes empreendimentos agrícolas, em especial para a fruticultura irrigada para exportação. Também foram registrados o aumento de albedo de superfície e a diminuição de vegetação nativa de Caatinga ao longo da margem esquerda do rio São Francisco, especialmente no município de Santa Maria da Boa Vista.

A pesquisa, então, demonstrou que essas transformações no uso e na ocupação do solo na região, apesar dos lucros e riquezas geradas no processo, têm apresentado, do ponto de vista do balanço de energia eletromagnética entre o que a superfície recebe (energia radiante) e o que ela emite à atmosfera (energia irradiante), diminuição de valores percentuais em 1992 e 2016. Ou seja, a transformação de Caatinga em áreas de cultura irrigada tem contribuído para as mudanças climáticas no que se relaciona ao aquecimento global do planeta.

## REFERÊNCIAS

- CHANDER, G.; MARKHAM, B.L.; HELDER, D.L. Summay of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. **Remote Sensing of Environment**, v. 113, n.5, p. 893-903, 2009.
- CORREIA, Francis Wagner Silva et al. Albedo do Pantanal Sul Matogrossense durante o período de transição seco–úmido de 2001–2002. **In:** Congresso Brasileiro de Meteorologia. 2002. p. 2794-2800.
- GIONGO, P.R.; MOURA, G.B. de A.; SILVA, B.B. da; ROCHA, H. R. da; MEDEIROS, S. R.R. de; NAZARENO, A. C. (2010). “Albedo à superfície a partir de imagens Landsat 5 em áreas de cana-de-açúcar e cerrado”. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, pp.279-287.
- KIRSCHBAUM, M. U. F.; WHITEHEAD, D.; DEAN, S. M.; BEETS, P. N.; SHEPHERD, J. D.; AUSSEIL, A.-G. E. Implications of albedo changes following afforestation on the benefits of forests as carbon sinks. **Biogeosciences**, v.8, p.3687–3696, 2011.
- KUSHARI, B.; KANITPONG, K. Surface Albedo of Bangkok Roads. **Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, Vol.8, 2011.
- MARKHAM, B.L.; BARKER, L.L. (1987). “Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances”. **International Journal of Remote Sensing**, v.8, n.3, pp.517-523.
- MOURA, M.A.L. Balanço de Radiação à superfície e fluxo de calor no solo em áreas de floresta nativa e pastagem no Oeste da Amazônia brasileira. Botucatu, 2000. 118p. **Tese (Doutorado em Agronomia)**. Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP.
- NOVAIS, L. R.; LIMA, A. C.; RODRIGUES, J. A.; COSTA, A. M. dos S.; BORGES, E. F.; ANJOS, C. S. Análise da vegetação da Área de Preservação Ambiental de São Desidério - BA, a partir do NDVI e NDWI. **In:** Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), INPE, pp. 1888 – 1894, 2011.
- QUERINO, C.A.S.; MOURA, M.A.L., LYRA, R.F.F. MARIANO, G.L. Avaliação e comparação de radiação solar global e albedo com ângulo zenital na região Amazônica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3a, p.42-49, 2006.
- RUHOFF, A. L.; NOVO, B.B. da S.; ROCHA, H.R. da. Determinação da irradiância solar no topo da atmosfera para cálculo do albedo e balanço de energia a partir de imagens LANDSAT 8 OLI. **In:** Anais Online XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, INPE, p. 4496-4502, 2015.

SILVA, B. B., LOPES, G. M., AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens Landsat-TM. **Revista Brasileira Agrometeorologia**, v.14, n. 2, p. 11-21,2005 (ISSN 0104-1347).

SILVA, B.B., BRAGA, A.C., OLIVEIRA, L.M.M., MONTENEGRO, S.M.G.L.; BARBOZA Junior, B., 2016. Procedures for calculation of the albedo with OLI-Landsat 8 images: Application to the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 20, 3-8.

STANHILL, G.; HOFSTEDE, G.J.; KALMA, J.D. Radiation balance of natural and agricultural vegetation. Quart. **Journal of Meteorological Society**, v.92, p.128-40, 1966.

USGS. United States Geologic Survey, 2016. **Catálogo USGS**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/> Acesso em: setembro de 2018.

## 6. CONCLUSÕES

As mudanças climáticas vêm impactando todas as atividades humanas no planeta, alterando profundamente as complexas interações entre os diversos ecossistemas terrestres. Estudos têm sido conduzidos no sentido de qualificar e quantificar esses impactos para melhor entender e modelar o problema. Este é oprimeiro passo para encontrar soluções viáveis e sustentáveis para uma questão que afeta a todos, embora de forma assimétrica.

Nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, embora detentores de alto patrimônio ambiental, o consumo dos ativos naturais não tem sido direcionados a uma melhor distribuição da riqueza gerada pela exploração desses recursos, desde os tempos da colonização europeia e, mais acentuadamente, nas últimas décadas do século XX e início deste século.

Acordos e protocolos internacionais têm sido firmados por países e organismos multilaterais,com o objetivo de mitigar tais impactos e partir para a descarbonização da economia a nível global. Muitos pesquisadores têm se dedicado a encontrar as melhores metodologias para estudar os diversos impactos,que são observados em complexas interações entre os ecossistemas terrestres. Uma das metodologias que têm trazido significativos aportes às ciênciasambientais está relacionada ao imageamento orbital da Terra. De fato, as imagens de satélites migraram das finalidades militares (embora sem excluir este uso) para o monitoramento ambiental contínuo da superfície terrestre.

Esse avanço tecnológico, apoiado pela disponibilidade gratuita de séries temporais de imagens satelitais e programas computacionais cada vez mais amigáveis no tratamento e extração de informações, vem permitindo mapear e medir determinados componentes nos diversos ambientes existentes na Terra, que ao interferirem na composição atmosférica do planeta terminam por causar distúrbios climáticos globais, com graves consequências em termos de desastres “naturais”, aquecimento global e derretimento de geleiras nos polos, dentre outras.

A pesquisa Climap, ciente das dificuldades impostas pela abrangência global do tema, selecionou três áreas piloto para estudar esses impactos a nível regional, no bioma Caatinga – um dos mais degradados e menos estudados do País. Distintas metodologias foram propostas e aplicadas, além de diferentes métodos de validação. As áreas mapeadas e as pesquisas de campo conduzidas permitiram uma análise aprofundada sobre as assimetrias mencionadas no início deste capítulo. De um modo em geral, observou-se

que as populações de maior vulnerabilidade social são as que sofrem os maiores impactos pelas dificuldades em oferecer resiliência e adaptação às mudanças climáticas.

Outro aspecto a destacar se relaciona ao frágil ou inexistente marco legal regulatório em alguns estados pesquisados, como a Bahia e Alagoas. Mesmo quando existe, como é o caso de Pernambuco, ainda não é possível avaliar a eficácia e as repercussões a nível local de leis estaduais de adaptação e mitigação às mudanças climáticas. Nesse campo, ainda há muito o que avançar, em todo os níveis.

Observou-se que áreas recentes destinadas à proteção ambiental, como o Parque Nacional do Boqueirão da Onça e o Refúgio da Vida Silvestre da Ararinha Azul, ambos situados no oeste baiano, próximo ao rio São Francisco, ainda são elementos frágeis da política ambiental federal no bioma Caatinga. Alvo da cobiça de caçadores, mineradores clandestinos e especulação para regularização fundiária, além de outras ameaças, essas unidades apresentaram diminuição de biomassa de Caatinga nos últimos 28 anos. De acordo com o processamento de imagens de satélites realizado pelos pesquisadores, bolsistas e estagiários da referida pesquisa. A Caatinga arbórea cedeu lugar à arbustiva ou herbácea, além do fato de que extensas áreas se converteram em solo exposto no período analisado.

O mapeamento temporal dos corpos hídricos superficiais na área do bioma Caatinga, que cobre 42% do Estado de Alagoas, revelou um quadro preocupante ao evidenciar o “desaparecimento” de 1.349 pequenos açudes e lagoas com área de espelho d’água inferior a 1 ha no período de 30 anos (1987 a 2017). A pesquisa de campo realizada em sete lagoas e açudes distribuídos em cinco municípios do sertão alagoano mostrou a diversidade de causas possíveis para as variações observadas neste ambiente Semiárido, inclusive as mudanças climáticas. Acentua o problema a falta de saneamento básico das pequenas e médias cidades do sertão alagoano, a pobreza, a poluição dos açudes e lagoas e o represamento ilegal, dentre outros fatores, que são determinantes à dinâmica observada nas imagens de satélites. Uma metodologia consistente foi desenvolvida nessa etapa da pesquisa Climap, comprovada na pesquisa de campo realizada.

A Região Geográfica Imediata de Petrolina, composta por cinco (5) municípios no Vale do São Francisco, em Pernambuco, foi a terceira área pesquisada pelo Climap. Utilizando uma abordagem com parâmetros físicos para modelar e medir o balanço de energia radiante, chamado de albedo de superfície, foi possível avaliar as profundas modificações no uso e na ocupação do solo na região e quantificar, em termos de área e intervalo de valores de albedo, as transformações em termos de contribuição ao balanço de energia planetário. Conforme foi observado, nos últimos 27 anos a região registrou grandes mudanças no uso do solo. Extensas áreas rurais com vegetação nativa de Caatinga se transformaram em solos aptos para a agricultura, onde floresceu a fruticultura irrigada para exportação. Apesar da riqueza gerada em toda a região, essa transformação

trouxe um preço: o aumento dos valores de albedo de superfície e, consequentemente, do albedo planetário.

A pesquisa conclui que a partir de dados científicos é possível avaliar o grau de modificações nos diversos ambientes de Caatinga no Brasil. Conhecer e avaliar essas modificações é o primeiro passo para aprimorar as políticas públicas que tenham por objetivo a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas. Nesse quesito estamos bastante atrasados, pois outros países, de posse de estudos detalhados sobre seus ambientes e as modificações que sofreram, já avançaram no debate sobre as ações necessárias para um futuro possível para nosso planeta!



# ANEXOS

## A) ARTIGO PUBLICADO

FREIRE, N. C. F.; LINS, R. D. B.; CAVALCANTI, D. NOVAS EMERGÊNCIAS NO TERRITÓRIO DE ALAGOAS: DIFUSÃO DA PANDEMIA COVID-19, ROMPIMENTO DE BARRAGEM E AFUNDAMENTO DE BAIRROS. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, p. 436 - 440, jun. 2020.

## B) ARTIGO SUBMETIDO

CARMO, T. B. M.; FREIRE, N. C. F.. Mudanças climáticas e pandemia covid-19 no bioma Caatinga: diálogos sobre os impactos socioambientais na região. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*.

## C) CARTAS-IMAGEM MULTIESPECTRAIS MUNICIPAIS

- i. Carta-imagem de Delmiro Gouveia
- ii. Carta-imagem de Pão de Açúcar
- iii. Carta-imagem de Belo Monte
- iv. Carta-imagem de Jaramataia
- v. Carta-imagem de Craíbas

## D) RELATÓRIO DE PESQUISA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/CNPQ/ FUNDAJ 2019-2020.

CARMO, T. B. M. Mudanças Climáticas e Pandemia Covid-19 no Bioma Caatinga: Revisão Bibliográfica Sobre os Impactos Socioambientais na Região. Relatório de Pesquisa de Iniciação Científica. CNPq/Fundaj: Recife: 2020.



## NOVAS EMERGÊNCIAS NO TERRITÓRIO DE ALAGOAS: DIFUSÃO DA PANDEMIA COVID-19, ROMPIMENTO DE BARRAGEM E AFUNDAMENTO DE BAIRROS

### NEW EMERGENCIES IN THE ALAGOAS TERRITORY: DIFFUSION OF THE PANDEMIC COVID 19, DAM BREAKDOWN AND NEIGHBORHOOD SINKING

**Neison Cabral Ferreira Freire**

Doutor em Geografia

Fundação Joaquim Nabuco – Fundaj/Dipes/Cieg

[neison.freire@fundaj.gov.br](mailto:neison.freire@fundaj.gov.br)

**Regina Dulce Barbosa Lins**

Ph.D Estudos Urbanos

Universidade Federal de Alagoas – UFAL/FAU/NEST

[reginalins.br@gmail.com](mailto:reginalins.br@gmail.com)

**Débora Cavalcanti**

PhD em Planejamento Urbano

Universidade Federal de Alagoas – UFAL/FAU/NEST

[debora\\_cavalcanti@hotmail.com](mailto:debora_cavalcanti@hotmail.com)

## RESUMO

Esta nota técnica se refere a um estudo emergencial sobre a sobreposição e a simultaneidade de três emergências no estado de Alagoas, sendo que uma delas, a pandemia de covid-19, tem o potencial de agravar os impactos nesse território. O objetivo principal foi mapear e analisar esta simultaneidade, bem como apresentar uma primeira discussão sobre as características da vulnerabilidade social nesse cenário, bem como apresentar uma metodologia de análise espacial trabalhando com distintas escalas geográficas, a partir de dados georreferenciados dos casos confirmados de covid-19 no período de 25 a 30 de abril de 2020. Para uma melhor condição de análise foi criado um Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) a partir de variáveis censitárias, bem como um Coeficiente de Casos Confirmados por Distritos Sanitários para a capital, Maceió. Constatou-se, assim, o padrão espacial da difusão da pandemia no estado através dos principais eixos rodoviários, bem como a influência do polo difusor do Recife, mostrando a importância da rede de cidades e sua hierarquia urbana na difusão da pandemia. Em Maceió, observou-se que os maiores coeficientes ainda estavam nas áreas nobres, embora todos os distritos sanitários apresentassem casos confirmados já nessa data.

**Palavras-chave:** Covid-19. Mapas pandemia. Alagoas. Maceió.

## ABSTRACT

This technical note refers to an emergency study on the overlap and simultaneity of three emergencies in the state of Alagoas, one of which, the covid-19 pandemic, has the potential to aggravate impacts in that territory. The main objective was to map and analyze this simultaneity, as well as to present a first discussion about the characteristics of social vulnerability in this scenario, as well as to present a spatial analysis methodology working with different geographical scales, based on georeferenced data from the confirmed cases of covid-19 in the period from 25 to 30 April 2020. For a better analysis condition, a Social Vulnerability Index (IVS) was created based on census variables, as well as a Coefficient of Cases Confirmed by Health Districts for the capital, Maceió. Thus, the spatial pattern of the spread of the pandemic in the state through the main roads was found, as well as the influence of the diffuser pole of Recife, showing the importance of the network of cities and their urban hierarchy in the spread of the pandemic. In Maceió, it was observed that the highest coefficients were still in the rich areas, although all health districts had confirmed cases already on that date.

**Keywords:** Covid-19. Pandemic maps. Alagoas. Maceió.

Recebido em: 08/05/2020

Accito para publicação em: 21/05/2020.

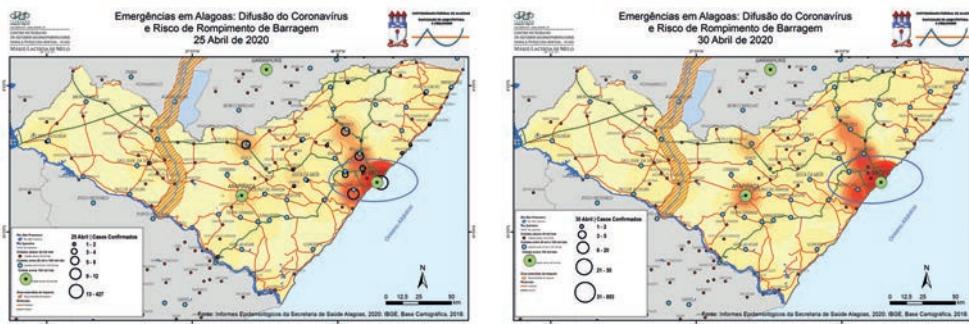
## NOTA TÉCNICA

Este estudo emergencial, conduzido por professores e pesquisadores do Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social (Cieg) da Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj) e do Núcleo de Estudos do Estatuto da Cidade (NEST) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), mostra a simultaneidade de três novas emergências no território alagoano, tornando-se um caso singular entre os estados brasileiros durante a pandemia de covid-19.

A primeira emergência que preocupa a todos em Alagoas está relacionada à expansão e à conquista do território alagoano pela pandemia de covid-19. Este estudo emergencial observou dados relativos à última semana de abril (25 a 30) e constatou, embora de forma preliminar dada a pouca capilaridade dos dados, que a pandemia por coronavírus está se instalando no território alagoano a partir do contágio por difusão, que se dá em seu epicentro, a capital Maceió.

Na última semana de abril, em vídeo divulgado em várias redes sociais, a diretora do Hospital Escola Dr. Hélio Auto, Dra. Luciana Pacheco, informou que o vírus já se encontrava em mais de 40 dos 50 bairros maceioenses. O vírus se distribuiu a partir da capital, em contágio por hierarquia, pela rede de cidades e pelos corredores rodoviários, tendendo a evoluir por dois eixos em Alagoas. O primeiro deles abrange as cidades ao longo da rodovia federal BR-101 Norte, em direção a Palmares (PE), o que pode caracterizar uma expansão em duplo sentido já que o estado de Pernambuco é um difusor importante da doença. O segundo eixo de interiorização do coronavírus segue pelos corredores rodoviários alagoanos em direção à sua segunda maior cidade, Arapiraca.

Figura 1 - Mapas da covid-19 em Alagoas – 25 (esquerda) e 30 (direita) de abril de 2020.



Fonte: FREIRE, N. C. F.; LINS, R. D. B.; CAVALCANTI, D. NOVAS EMERGÊNCIAS NO TERRITÓRIO DE ALAGOAS: DIFUSÃO DA PANDEMIA COVID-19, ROMPIMENTO DE BARRAGEM E AFUNDAMENTO DE BAIRROS. *Hygeia – Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, [S. I.], p. 436–440, 2020. DOI: 10.14393/Hygeia0054559. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/54559>>. Acesso em: 24 jan. 2022.

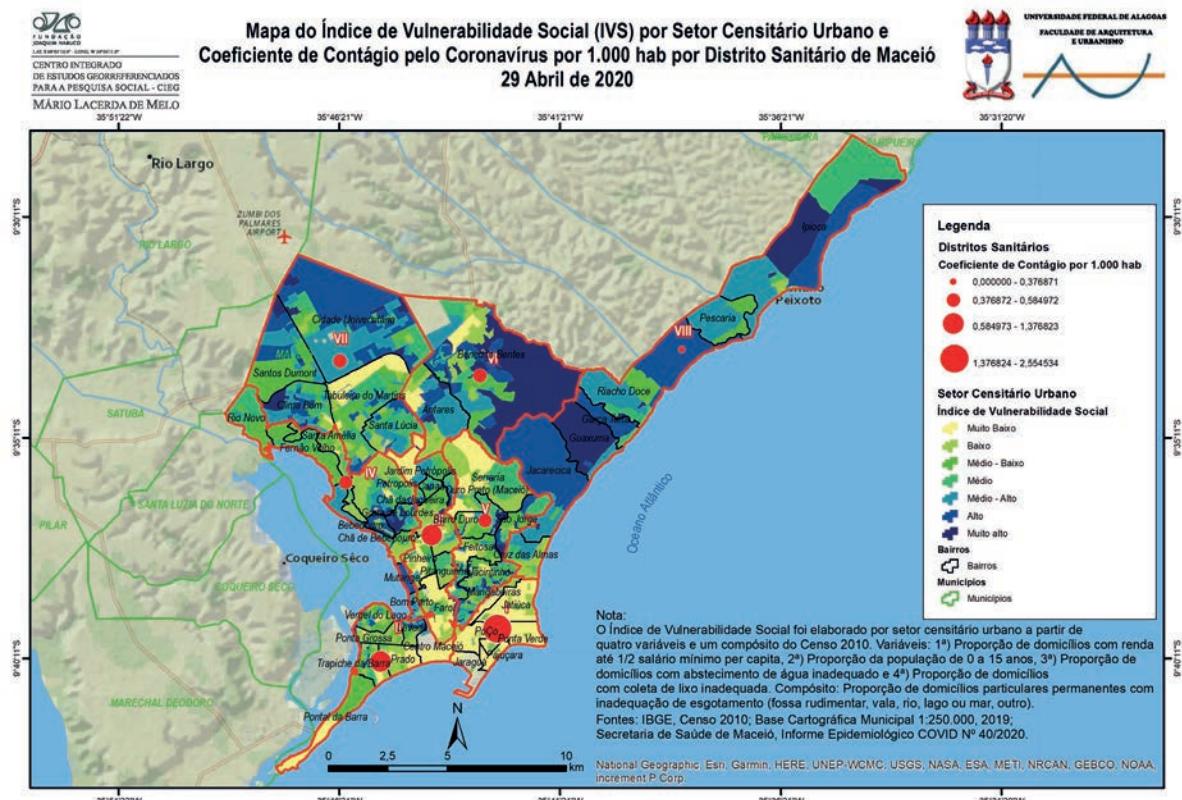
Em apenas uma semana é possível observar nos mapas o aumento da densidade de casos confirmados da doença, formando um eixo de dispersão principal do coronavírus em Alagoas na direção noroeste. Entretanto, o coeficiente de casos confirmados por 100 mil habitantes em Alagoas está sendo bem inferior ao de Pernambuco, o seu estado vizinho ao norte. Em Alagoas, no dia 30 de abril o coeficiente registrou 31 casos por 100 mil habitantes, enquanto em Pernambuco apresentou no mesmo dia mais que o dobro, 64,7 casos por 100 mil habitantes.

Já no dia 15 de abril, diante dos números crescentes da pandemia em Pernambuco, o governo de Alagoas instalou barreiras sanitárias nas divisas com aquele estado, aplicando questionários e procedendo à medição de temperatura em todos os viajantes vindos de Pernambuco para Alagoas. Esta ação pode ter retardado a difusão do vírus no território alagoano via essas fronteiras. Contudo não é possível afirmar se esta diferença tão importante entre os coeficientes, um sendo mais do que o dobro do outro, corresponde de fato ao que acontece no território de Alagoas. Pernambuco tem produzido dados e evidências que parecem colocá-lo numa melhor situação de construção de narrativas sobre a doença do que a que se apresenta em Alagoas, embora a subnotificação seja uma realidade de todos os estados brasileiros.

Para observar a pandemia em Maceió, elaborou-se um mapa com os últimos dados disponibilizados pela Secretaria de Saúde da capital, somente disponibilizados oficialmente em nível de distrito sanitário. As limitações desta análise partem da escala destes dados básicos. Não há um grau de granularidade suficiente para descrever de forma consequente, e a partir da agregação em oito distritos, o que ocorre em 50 bairros diversos de Maceió. Há que se levar em conta também a geografia peculiar desta cidade, o que pode, conforme já suscitam algumas hipóteses, afetar a forma como o vírus circula em um território. Grotas, encostas, beiras de cursos d'água, planície e tabuleiro configuram uma paisagem física recortada por desigualdades estruturais. Conscientes dessas enormes limitações, oferece-se aqui uma primeira aproximação sobre a situação do coronavírus em Maceió.

A partir do que se conhece de outras realidades urbanas brasileiras que já demonstram um avanço perverso do vírus sobre os territórios populares (aqueles mais precarizados nas cidades), construiu-se, então, um Coeficiente de Contágio por 1.000 habitantes para cada um dos oito distritos sanitários de Maceió. Optou-se por não trabalhar com números absolutos de contaminados por distrito sanitário por acreditar que outras dimensões deveriam ponderar esses números. Assim, sob esta camada foi criado um Índice de Vulnerabilidade Social, baseado em cinco variáveis do Censo 2010 (renda até ½ salário mínimo; presença de menores até 15 anos; precariedade de abastecimento de água; coleta de lixo e falta de esgotamento sanitário adequado).

Figura 2 – Mapa do Índice de Vulnerabilidade Social e Coeficiente de Contágio do Coronavírus em Maceió por Distrito Sanitário em 30 de abril de 2020.



Fonte: Freire et al. (2020). Op. Cit.

O mapa resultante demonstra a complexidade do território da cidade de Maceió entrecortado por bolsões vulneráveis em toda a sua extensão, à exceção, de forma muito genérica, de algumas porções nos entornos da orla marítima adjacente ao bairro da Ponta Verde (área nobre) e do eixo Av. Fernandes Lima (principal corredor de acesso da cidade). A vulnerabilidade social apresenta-se alta e concentrada na porção norte da cidade, ao longo do litoral, e sobe o tabuleiro na direção noroeste assim como em porções situadas na orla da lagoa Mundaú, nas encostas que sobem pelo lado sudoeste. As grotas que recortam todo este território têm valas de drenagem na direção da lagoa Mundaú e do Oceano Atlântico e são também porções de alta vulnerabilidade.

Entretanto, e apesar das complexidades postas pela interseção da vulnerabilidade social com estruturas físicas dos assentamentos, ainda não é possível descrever a pandemia de forma mais capilarizada pela inacessibilidade aos dados por origem de residências de casos confirmados. Dessa maneira, a análise possível de ser realizada revela que a maior concentração de covid-19, ou seja, a área de primeira magnitude, em função do índice calculado, ainda está nos bairros de situação de vulnerabilidade muito baixa, representada pela área nobre da capital. Também é possível concluir, pelo menos até esta data (30), que a pandemia (ainda) não se intensificou nas áreas de maior vulnerabilidade social da capital. Entretanto é possível perceber que o contágio por difusão já é real em todo o território maceioense, mas com menores coeficientes no seu litoral norte.

A segunda emergência em Alagoas se soma à rápida difusão da pandemia no estado: o risco de rompimento da barragem de Aguas Belas (PE), com impacto em vários municípios da bacia do Rio Ipanema, situados no sertão alagoano. Cerca de 80 mil pessoas vivem em cidades às margens daquele rio em Alagoas, no seu percurso até sua foz que deságua no rio São Francisco, no município de Belo Monte. Esses municípios se caracterizam por possuírem elevadas proporções de populações com alta vulnerabilidade social, herança das desigualdades sociais e regionais que persistem na região Nordeste.

Nessas margens do Ipanema (assim como em tantos outros rios no Brasil) ocupações por habitações e construções precárias fazem parte da paisagem. Neste momento, o acúmulo dessas duas emergências, uma em curso e outra potencial, ameaçam populações com pouca ou nenhuma resiliência se o duplo desastre se somar. Considerando-se a gestão de risco, questiona-se, por exemplo, onde abrigar possíveis atingidos pelo desastre em meio a uma pandemia?

O risco de rompimento da barragem se torna mais ameaçador quando se tem em conta a aproximação do período chuvoso na região, que, junto com a previsão de um inverno com regime pluviométrico mais intenso para este ano, poderá intensificar o risco de novas inundações. Ou seja, a drenagem de uma possível chuva intensa aumenta o risco de rompimento e a soma dos dois fatores magnifica o desastre para as cidades à jusante da barragem, podendo potencializar os danos causados.

A terceira e última emergência vincula a pandemia ao risco de um desastre tecnoindustrial na capital. Nesse sentido, Maceió representa um caso único dentre as situações urbanas que sofrem o impacto do coronavírus.

Aqui, aliada a esta emergência de saúde pública e econômica, encontra-se outra emergência que se relaciona com o afundamento de porções de quatro bairros da cidade, densamente ocupados: Pinheiro, Mutange, Bebedouro e Bom Parto. Alguns desses bairros têm grandes extensões no nível da lagoa Mundaú que poderão sofrer, além do afundamento do solo como em outras áreas na parte alta, uma inundação pelo corpo hídrico lagunar. Essas áreas foram objeto por mais de 30 anos de atividades de mineração do sal-gema, realizadas através da perfuração de poços profundos no seu subsolo. Relatórios técnicos feitos por especialistas mostraram o risco real de subsidênci a do solo nessas áreas, o que já motivou a remoção de 2.200 famílias até o momento.

Entretanto, os planos de emergência elaborados não foram atualizados no novo cenário da pandemia e a consequente necessidade de isolamento social. Nos planos atuais constam estratégias de mobilização da população para pontos de contato, remoção e abrigo na emergência do desastre. Então surge a questão: como transportar e aglomerar pessoas em ginásios e escolas em meio à pandemia? Além do mais, registram-se nesses bairros áreas de alta vulnerabilidade social. Alguns habitantes ainda permanecem na área por razões distintas, mesmo ameaçados pelo possível desastre. Os bairros vêm sofrendo com o abandono das casas, aumento de arboviroses e fissuras nas construções e no solo. Essas áreas foram condenadas e se converteram em verdadeiros bairros fantasmas dentro da cidade.

Concluindo a nota, observa-se que existem heranças de desigualdades sociais em Alagoas que tornam exponenciais os impactos das novas emergências abordadas, criando enlaces e redes que se utilizam e se fortalecem das características do território. Estas três novas emergências em um cenário de tantas outras emergências no estado (analfabetismo, pobreza extrema, falta de oportunidades de trabalho, alta concentração de renda, dentre outras) se constituem em novos e antigos desafios para a melhoria da qualidade de vida do povo alagoano. Faz-se necessária uma agenda de políticas públicas que seja eficiente, participativa, bem formulada, correta e continuamente executada. As novas emergências, portanto, colocam em evidência o desafio urgente dessas demandas sociais.

# **MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PANDEMIA COVID-19 NO BIOMA CAATINGA: DIÁLOGOS SOBRE OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA REGIÃO**

*Histórico do Artigo:* Submetido em: 00/00/0000 – Revisado em: 00/00/00 – Aceito em: 00/00/00

## **RESUMO**

O artigo tem como objetivo promover a reflexão sobre como as interações humanas e seu desenvolvimento tecnológico vem transformando as paisagens naturais, e consequentemente interagindo com as modificações climáticas do planeta. Neste sentido, é apresentado um conjunto de dados e avaliações qual-quantitativas, expostas em diálogos divididos em três propostas centrais. Inicialmente, abordando como a inovação e a globalização transformou as paisagens naturais que outrora encontravam-se livres da exploração de seus recursos naturais pelo homem. Em segundo lugar, buscamos refletir como a descaracterização da biosfera vem potencializando o acometimento de fenômenos climáticos extremos, tais quais: furacões, desertificações, inundações, e nas últimas décadas, surtos epidemiológicos. Por fim, tratamos de contextualizar as duas discussões anteriores às realidades ambientais presentes no Bioma Caatinga, tendo em vista o atual cenário pandêmico da Covid-19. Desta forma, tornou-se possível destacar que diferentemente das demais sensibilidades ecossistêmicas globais, a Caatinga soma singularidades biofísicas e socioespaciais preocupantes no que se refere a capacidades de resiliência. Principalmente em meio a situações extremas, fazendo com que as baixas amplitudes das políticas públicas desenvolvidas para a região, perpetuem cenários de iminentes calamidades socioambientais, lacunas científicas e insustentabilidade regional.

**Palavras-Chaves:** Covid-19, Desenvolvimento socioeconômico, Desenvolvimento sustentável, Mudanças climáticas, Sustentabilidade da Caatinga.

## RESUMEN

El artículo tiene como objetivo promover la reflexión sobre cómo las interacciones humanas y el desarrollo tecnológico han ido transformando los paisajes naturales y, en consecuencia, interactuando con los cambios climáticos del planeta. En este sentido, se presenta un conjunto de datos y valoraciones cuali-cuantitativas, expuestas en diálogos divididos entre propuestas centrales. Inicialmente, abordar cómo la innovación y la globalización transformaron paisajes naturales que alguna vez estuvieron libres de la explotación de sus recursos naturales por parte del hombre. En segundo lugar, buscamos reflexionar sobre cómo la caracterización errónea de la biosfera ha estado potenciando la participación de fenómenos climáticos extremos, como: huracanes, desertificaciones, inundaciones y, en las últimas décadas, brotes epidemiológicos. Finalmente, intentamos contextualizar las dos discusiones previas a las realidades ambientales presentes en el Bioma de Caatinga, en vista del actual escenario pandémico de Covid-19. De esta manera, fue posible resaltar que, a diferencia de otras sensibilidades de los sistemas globales, la Caatinga agrega singularidades biofísicas y socioespaciales de preocupación términos de capacidades de resiliencia. Especialmente en medio de situaciones extremas, provocando la baja amplitud de las políticas públicas desarrolladas para la región, perpetuando escenarios de inminentes calamidades socioambientales, brechas científicas e insostenibilidad regional.

**Keywords:** Covid-19, Desarrollo socioeconómico, Desarrollo sostenible, Cambio climático, Sostenibilidad de Caatinga.

## INTRODUÇÃO

Dialogar a respeitos das intervenções realizadas pelo homem, sobretudo, as pontuadas no recorte temporal da Era do Antropoceno, evidenciam as preocupações que os níveis de desenvolvimento e inovações

tecnológicas da humanidade vem impactando sobre o meio natural. Em vista disto, a pauta de discussões a respeito dos limites e possibilidades característicos a cada meio de produção, com o passar dos anos agregaram-se aos “novos valores” socioambientais. Em exemplificação, o sistema de produção e consumo capitalista, entre outras categorias, hoje pode ser qualificado entre práticas sustentáveis e insustentáveis. Desta maneira, elevando a preocupação com o equilíbrio natural, sem a qual a manutenção das condições vitais no planeta se inviabiliza.

Ainda neste sentido, apesar dos primeiros relatos de debates ambientais, datarem de muito antes da terceira revolução industrial, considerada por importantes autores como o marco potencial de contribuição das atividades antrópicas as modificações climáticas globais. Em 1983, a ideia de revisão das estratégias de desenvolvimento, começaram a ganhar notoriedade, principalmente devido a exposição de projeções alarmantes pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), criada na Conferência das Nações Unidas (VIOLA & LEIS, 1995; SILVA, 2013; IMBROISI, 2015). Assim, partindo da conjuntura que as predominantes orientações da exploração dos recursos naturais, negligenciam importantes fatores que direta e indiretamente dinamizam o surgimento de eventos extremos no planeta, como: furacões, degelos glaciais e na última década, aumento de surtos pandêmicos, ficam evidenciadas as vulnerabilidades de uma dinâmica incompatível aos limites da racionalidade (CASTILHO, 2020).

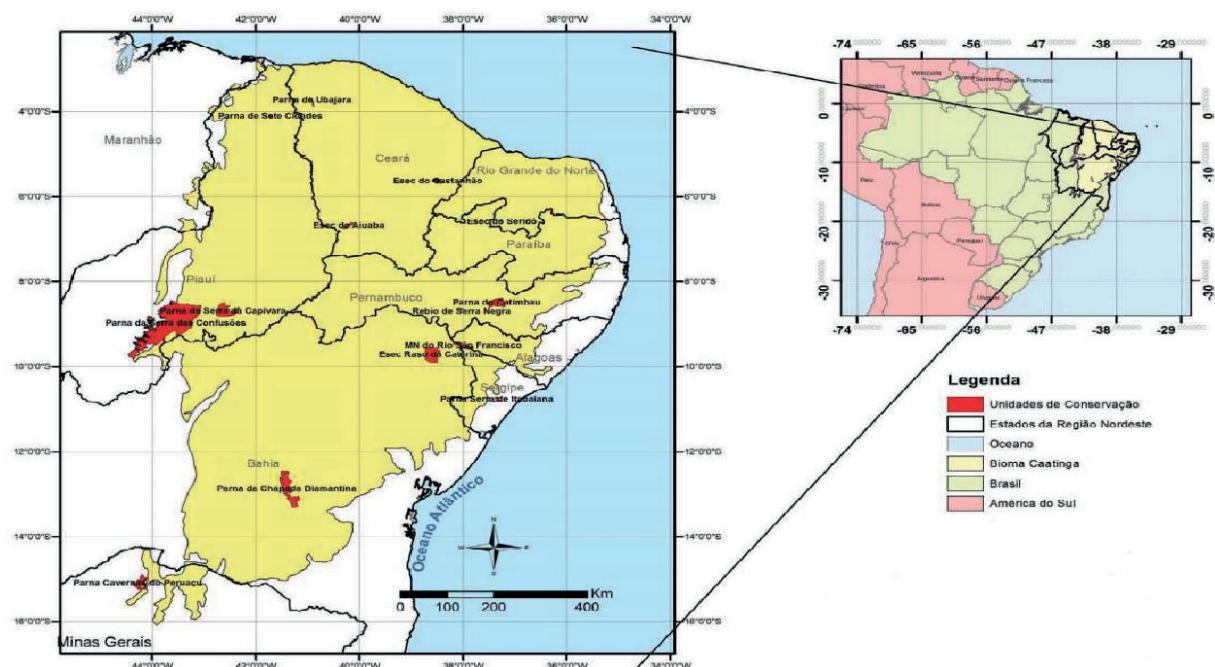
Desta maneira, logo que a construção em torno dessas ideologias sistematizaram-se em inúmeras normatizações ambientais, se iniciou um processo de integrações as reivindicações sociais, sobretudo, oriundas dos descontentamentos as políticas do neoliberalismo, que de grosso modo, pautam-se pela flexibilização das relações reguladoras, e estreitamento das ações assistencialistas do estado. Consequentemente, na busca por integrações que pudessem de alguma forma favorecer aos índices de desenvolvimento nacional, vários países emergentes aderiram as diretrizes internacionais de sustentabilidade e enfrentamento as mudanças climáticas, ao mesmo modo que se articulavam em produzir seus próprios protocolos de equidades sociais em prol de preservações ecossistêmicas.

Neste contexto, o Brasil se destacou em sediar importantes eventos das chamadas “questões ambientais”, que observados sobre uma ótica crítica na produção de legados, apontam as disparidades distributivas no seguimento de estudos relativos a seus biomas. Ilustrando esta conjectura, temos nos baixos níveis de levantamentos científicos sobre o bioma Caatinga (figura 1), um desalinhamento as buscas por mitigações de sensibilidades

contributivas as modificações climáticas. Outrossim, é provável que pôr o bioma se estender por uma área de 844.453 km<sup>2</sup> situando-se entre os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais, a horizontalidade de ações conjuntas sejam enfraquecidas devido as singularidades de cada localidade e divergências entre os potenciais de respostas adaptativas.

Em níveis de explicitação, segundo Freire *et al.* (2014), as especificidades da Caatinga, catalogado como o único bioma exclusivamente brasileiro, se dão principalmente por sua disposição climática tropical semiárida, com uma média pluviométrica de 1000 mm/ano entre os curtos períodos chuvosos, e 200 mm/ano nos longos períodos de estiagem, variando em uma temperatura média anual de 27° a 32° C. Paralelamente, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011); Martine, Ojima e Marandola (2015); Vieira, Camillo e Coradin (2016), a região também é marcada historicamente por um cenário de vasta heterogeneidade socioeconômica, com destaque aos altos índices de inseguranças sociais que como resultado, perpetuam modelos de produções e consumo incompatíveis aos déficits hídricos e baixa qualidade dos solos, fomentando desgastes ambientais e a insegurança alimentar, que na Caatinga chega a atingir até 46,1% da população local (nível mais baixo do país).

**Imagem 1 – Área de localização do bioma Caatinga.**



**Fonte:** SNUC/MMA (2013).

Por outro lado, embora detentora de características físicas que a olhares desatentos aparentam estar inóspitas as vivências biológicas, a região abriga cerca de 27 milhões de brasileiros, e é moradia de uma biodiversidade animal e vegetal, com destaque às 327 espécies endêmicas, sendo 13 espécies de mamíferos; 23 de lagartos; 20 de peixes e 15 de aves. Contudo, devido as crescentes descaracterizações dos habitats naturais, 46 destas espécies encontram-se ameaçadas de extinção (IBGE, 2010; ICMBIO, 2018). A respeito disto, esclarece-se que esta minoração sistematizada, resulta basicamente das descaracterizações paisagísticas, atividades de caça predatória, tráfico de animais e morte por doenças singulares a estas interferências antrópicas.

Analizando geograficamente nossa atualidade, os últimos meses nos tornaram perceptíveis as implicações das questões relativas à convivência social com o meio ambiente, rompendo com a imagética de incapacidade humana de modificar as condições naturais do planeta, a pandemia da Covid-19 vem nos mostrando como as escolhas tomadas até então, priorizam os processos plutocráticos em descuido da preservação de fatores essências a esperança e materialidade da vida (IPCC, 2004; JUNGER, 2008; SIMÕES *et al.*, 2010; MORAES, 2020). A proposta do debate aqui estabelecido sobre o bioma Caatinga, ao longo deste cenário inédito, considerando a sobreposição de riscos – mudanças climáticas e pandemia – nos expõe, não um somatório de ameaças, mas sim de uma multiplicação de impactos socioambientais e econômicos, derivados das degradações ambientais, que nitidamente carecem de estudos científicos, e sendo assim, precisam ser mais dialogadas e aprofundados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este Artigo é fruto de um conjunto de pesquisas exploratórias e descritivas, onde se propôs investigar a influência das mudanças climáticas e suas relações com as atividades sociais, econômicas e ambientais desenvolvidas pelo Homem no decorrer de seu processo histórico de desenvolvimento, com ênfase ao período atual caracterizado por alguns estudiosos como a Era do Antropoceno. Para isto, realizou- se um levantamento bibliográfico, agregando informações de relatórios governamentais, comunidades científicas, e comunicações via imprensa, onde as concepções de renomados especialistas-constantemente são tratadas.

Quanto as abordagens, o estudo busca somar perspectivas tanto qualitativas como quantitativas, agregando números e reflexões na tradução das informações coletadas. Somados a isto, o mesmo utiliza da análise dos elementos contidos nas variáveis socioambientais, políticas e econômicas para descrever e correlacionar as modificações sobre o meio e geração impactos irreversíveis. Ainda neste panorama, a pesquisa se materializa em contextualizar informações da esfera científica, com relevantes contri-

buições viabilizadas em jornais e revistas internacionais, desta maneira, aproximando o raciocínio sobre a popularização de alertas socioambientais e consequências atribuídas a continuidade de atividades incompatíveis as capacidades de resiliência do planeta e readequações sociais.

Já com relação ao cenário da pesquisa, partimos do contexto mundial, explicitando as consequências das interações antrópicas agressivas ao meio ambiente, e suas relações com as primeiras políticas públicas de intervençãoasdinâmicas que somam as mudanças climáticas. Por conseguinte, se propõe uma abordagem analítica sobre as lógicas destas realidades na conjuntura brasileira, dando destaque as legislações correlatas ao bioma Caatinga, que como veremos posteriormente, se configura como uma área de extrema vulnerabilidade socioambiental e sensibilidade as mudanças climáticas. Por fim e tendo em vista a atualidade do surto epidemiológico por Covid-19, achou-se importante promover reflexões a respeito das capacidades de adaptabilidade no bioma Caatinga, que sobrepostas entre problemáticas históricas e atuais, cerceiam uma grande parcela de indivíduos a uma lógica contrária ao convívio sustentável.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Mudanças climáticas globais: das causas naturais às antrópicas

De todos os elementos contribuintes as mudanças climáticas, pode-se dizer que queima de matérias orgânicas são que possuem maior notoriedade entre os diversos debates ambientais, primeiro pela facilidade em se consumar tal ação, ocasionando a liberação de CO<sub>2</sub>, e segundo por ter sido este o ápice energético da Era Antropogênica, com o desenvolvimento de máquinas movidas a vapor. No entanto, vale salientar que os gases de dióxidos de carbono são compostos naturais de nosso planeta, não necessariamente decorrem das ações antrópicas sobre a natureza, visto que, a respiração de animais e vegetais produzem de forma natural o gás, bem como os oceanos e erupções vulcânicas.

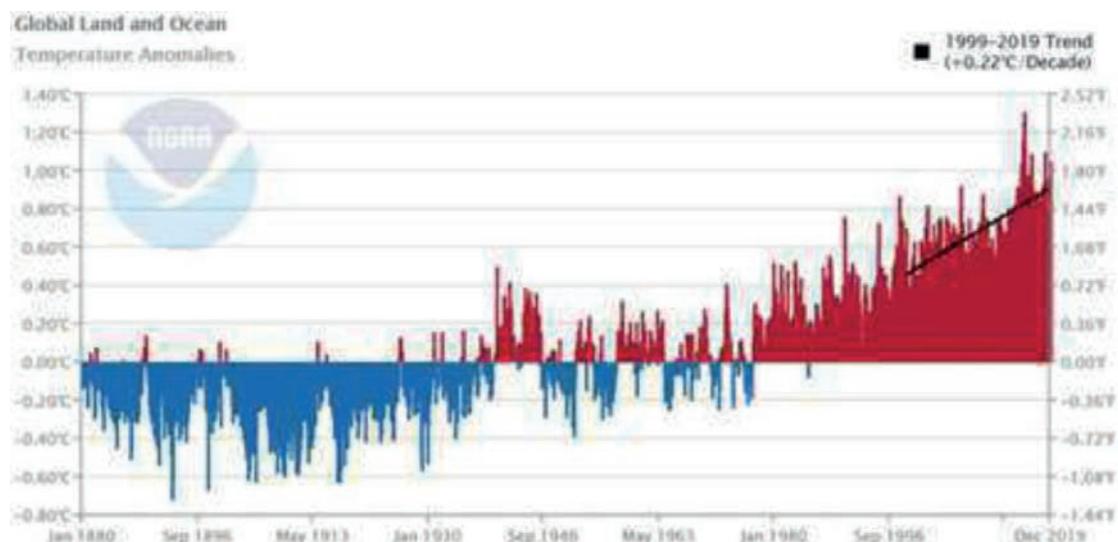
Em segundo lugar, é indispensável esclarecer que apesar das notáveis influências do CO<sub>2</sub> em importantes ciclos do planeta, o mesmo representa apenas (0,03%) do ar atmosférico, juntamente com o nitrogênio (78,08%), e o oxigênio (20, 94%), todos gases responsáveis tanto pela formação da camada de ozônio, como pelo efeito estufa, ambas fundamentais a manutenção da vida no planeta. Entretanto, tendo em vista a transição do sistema feudal para o sistema capitalista (1760-1840), marcado particularmente pela inserção de maquinários movidos ao vapor da queima de carvão mineral, se têm observado uma crescente nas taxas de dispersões de alguns gases atmosféricos. Em vista disto,

podemos destacar os apontamentos contidos nos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC – sigla em inglês), mostrando que a absorção global de calor por tais gases vem gerando aumento nas temperaturas nos últimos 50 anos, e em decorrência disto, uma série de desequilíbrios dos ciclos naturais vem sendo potencializados, configurando novas fronteiras: desertificáveis, alagáveis e degeláveis (IPCC, 2019).

Para se ter uma noção do quantitativo de gases lançados na atmosfera por decorrências antrópicas, segundo informações do IPCC (2007), nem mesmo a soma de todos os gases lançados pelas erupções vulcânicas dos últimos 300 anos, seriam capazes de produzir os níveis de Gases de Efeito Estufa (GEE) que as atividades humanas ocasionaram nos últimos 50 anos. Levando os pesquisadores do Terceiro Relatório do IPCC a declararem tais variações como sendo uma mudança interna e naturalmente forçada.

Acompanhe a imagem a seguir:

**Figura 1 – Variabilidade da temperatura global entre os anos de 1880-2019.**



**Fonte: Instituto Goddard de Estudos Espaciais (2020).**

Ao analisar as informações contidas no gráfico, torna-se perceptível que o aumento na temperatura do ar atmosférico global tem sofrido fortes distorções nos últimos 130 anos. Apesar disto, a quem atribua o aquecimento do planeta a um ciclo de mudanças naturais, que basicamente independem das interações humanas devido ao efeito estufa do planeta (AYOADE, 2002).

De acordo com os relatórios III e IV IPCC, o que de fato deve ser levado na condição de preocupante, não são as mudanças climáticas em si, uma vez que as estas são naturais as dinâmicas globais, mas a acelerada periodicidade entre as atuais transições. Estas informações significativamente foram comprovadas assim que o V Relatório do IPCC foi publicado em Estocolmo na Suécia no ano de 2013, nos revelando que:

[...] o aquecimento do sistema climático é inequívoco e, desde os anos 1950, muitas das mudanças observadas não têm precedentes em décadas ou milênios. A atmosfera e o oceano se aqueceram, a quantidade de gelo e neve diminuiu, o nível do mar se elevou e as concentrações de GEE aumentaram. Cada uma das últimas três décadas tem sido sucessivamente mais quente na superfície terrestre que qualquer década anterior desde 1850 [...]. (IPCC, 2013)

Seguindo esta linha de raciocínio, estreitam-se as margens para as incertezas quanto aos impactos das atividades humanas sob o planeta, e suas insustentáveis capacidades produtivas. Para Trevisan (2010), até o final do século XX e início do século XXI, as extrações de insumos e produções de materiais pela humanidade, tratavam de suprir as necessidades básicas das populações, hoje, pode-se dizer que sob uma ótica de inovações e obsolescência programada dos produtos, não mais se satisfazem necessidades, mas criam-nas. Assim, na busca por contornar a geração de novos impactos, e amenizar as consequências dos já ocorrentes, inúmeras medidas foram tomadas, como: atualização das tecnologias produtivas e criação de produtos sintéticos, que de grosso modo abrevia a extração de alguns insumos naturais.

A tecnificação da indústria personificou a ideia de progresso e melhoramento da qualidade de vida das pessoas, em contrapartida, como nos pontua Guerra *et al.* (2010, p. 3), favorecia descaracterizações ambientais, e consequentemente mudanças climáticas, intensificando: “[...] tragédias e desastres naturais”, ao custo de satisfação das necessidades que o próprio mercado tratava de criar. Nas palavras de Juras (2013, p. 4-9), desde o início de suas atividades, a lógica da inovação e consumo tratou de direcionar a atenção de seus consumidores apenas aos pontos positivos, velando os custos imateriais das descaracterização ecossistêmica do Planeta, já que: “A maior parte dos aspectos da mudança do clima persistirá por muitos séculos, ainda que as emissões de CO<sub>2</sub> sejam interrompidas”.

### **3.2 Políticas públicas: uma balança entre o capital e o meio ambiente**

Estamos mergulhados em debates movidos a interesses divergentes. Os avanços tecnológicos possuem as potencialidades necessárias a um combate efetivo das condições de desperdícios, degradações e a clive das mudanças climáticas, contudo, desde que aplicados em paralelo a readequações dos padrões de consumo e geração de riquezas (MONTIBELLER, 2000). Todavia, os impactos das degradações ambientais que outrora se delimitavam as populações economicamente vulneráveis, gradativamente vêm atingindo as classes sociais mais abastadas, despertando um interesse cada vez mais coletivo por práticas mais respeitosas ao meio ambiente.

Para Pryor *et al.* (2014), mesmo havendo uma crescente no envolvimento das parcelas sociais com maiores influências políticas e econômicas, as capacidades de readequação se limitam a medida o acesso aos recursos se mantém privilegiados as classes dominantes. Em outras palavras, os problemas decorrentes das mudanças climáticas, não são os mesmos entre ricos e pobres, o que para uns pode ser um desconforto térmico, para outros representa o inacesso a água potável, alimentos e energia.

Ainda segundo Pryor *et al.* (2014), a produção desmedida se justifica por meio dos hábitos impulsionados pelo capital global, nos mostrando com relação aos alimentos, que atualmente produzimos até quatro vezes mais do que a capacidade de consumo da população mundial. Personificando os pressupostos do autor, dados do IPCC (2019) afirmam que só no ano de 2018 foram destinadas as lixeiras norte americanas, em torno de 150 mil toneladas de alimentos por dia, algo que segundo estimativas, alimentariam dignamente todas as 257 milhões de pessoas que passam fome diariamente na África.

Embaso neste mesmo viés reflexivo, temos o principal *slogan* do relatório *Bruntdtland*, “*Our Common Future*” (Nosso Futuro Comum), que desenvolvido pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), exprime a indispensabilidade de se: “Satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também as suas” (IBIDEM, 1987, p. 9). Além do relatório mirar nas vulnerabilidades das capacidades regenerativas do planeta, o mesmo também foca nas condições sociais ao qual muitos indivíduos são subjugados em detrimento das polarizações do sistema capitalista.

Outrossim, são as relevâncias contributivas das pautas do relatório, que posteriormente viriam a substanciar o ideário de sustentabilidade, fortalecendo o combate ao lema do “mais” como sinônimo do que se existe de melhor, e consequentemente daquilo que deve ser praticado e/ou adquirido (SANCHEZ, 1991). Tal contexto, nos evidencia a intensa batalha travada entre as normatizações ambientais e os interesses do capitalismo, respectivamente em fortalecer o ideário de se “produzir mais com menos”, e assim, amenizar os níveis de degradação da natureza, agravados pelas condições de desigualdades socioeconômicas, principalmente em países emergentes (WEART, 2008).

Já sobre a realidade brasileira, tais propostas seguiram em concordância as legislações internacionais estabelecidas pela (ONU), e pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), onde o país participa do Acordo Regional sobre Acesso à Informação, Participação Pública e Acesso à Justiça em Assuntos Ambientais na América Latina e no Caribe, assinado em Escazú - Costa Rica, em 4 de março de 2018. Dando destaque a este acordo firmado na esfera latino-americana, temos a busca pelo desenvolvimento sustentável da região, demonstrando primeiramente pela necessidade de cada nação participante em conhecer suas problemáticas, e segundo, em unir esforços

cooperativos afim de promover facilitações de ferramentas que difundam a igualdade das capacidades de enfrentamento a estes desafios (CEPAL, 2018).

Destarte, apesar de ser considerado um dos grandes poluidores do planeta, o Brasil possui consideráveis normatizações ambientais quando se comparado a outros países emergentes, além disto, o país já sediou importantes eventos desta pauta, resultando na criação e revisão de importantes políticas públicas e fundos de apoios financeiros, onde destacam-se: o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC), instituído pelo Decreto nº 7.343, de 26 de outubro de 2010, que normatizou a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009; e o Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que regulamentou os art. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, instituindo a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).

Contudo, como por outras palavras nos salientou Pryor *et al.* (2014), apesar de apresentar ser bem estruturada, em alguns aspectos as normatizações brasileiras apresentam inúmeras falhas quanto ao seu real engajamento em preservar o meio natural, e por consequência, parcelas populacionais são diariamente impactadas em meio a transformações que fogem as suas capacidades adequativas. Pensado nisto, Weart (2008) nos postula que embora inúmeras ações: conjuntas e estratégicas, venham sendo tomadas pelo governo brasileiro nos últimos anos, seus desdobramentos entre as esferas: locais, regionais, nacionais e internacionais, apresentam-se nitidamente desconexos, tendo em vista os divergentes interesses econômicos sobre cada área do país.

Ainda segundo o autor, está heterogeneidade de interesses tenta se justificar pela singularidade biofísica e socioeconômica das regiões, alegando haver limitações estratégicas dadas as dimensões continentais do país, o que por um lado é uma verdade, mas que por baixo dos panos, esconde as intenções de grandes proprietários e produtores que de algum modo lucram com a vulnerabilização do meio social e ambiental brasileiro.

### **3.3 Algumas evidências sobre as mudanças climáticas globais**

A Era Antropogênica, trouxe consigo diversas inovações e posteriormente o aperfeiçoamento tecnológico, colocando a humanidade num patamar de superação a variadas limitações e desenvolvimento de campos, tais quais: saúde, educação e cultura, suprimindo deficiências e abrindo caminho para novos desafios (RODRIGUES *et al.*, 2015). Todavia, conforme Weart (2008) nos menciona, muitos destes aperfeiçoamentos contribuíram para a atual situação de vulnerabilidade ecossistêmica de nosso planeta. E que apesar das incontáveis tentativas de sensibilizar a respeito da necessidade de equilíbrio entre as demandas sociais e as capacidades estruturais da Terra, Sanchez (1991) nos explica que esta tem sido uma tarefa mais complexa do que se mensura. Ainda nas palavras de Sanchez (1991), a sociedade funciona, ainda que em sua heterogeneidade, num ritmo processual alicerçado

ao capitalismo, fazendo com que setores: produtivos, sociais, políticos, territoriais, entre outros, demostrem rigidez ao terem de se readequar em práticas sustentáveis.

Assim, enquanto seguimos de forma vagarosa em readequar as já habituadas e análogas a insustentabilidade, produções geridas pelas influências da plutocracia (RODRIGUES, 2015), dados do IPCC (2014) nos evidenciam que as atividades que mais geram riquezas entre as nações, contribuem indiscriminadamente a liberação de GGE, tendo como principal consequência, o aumento das temperaturas globais. Logo, ao analisarmos tal panorama pela ótica do tipo de operacionalização em referenciamento de suas taxas contributivas em lançamentos de GEE, temos segundo o relatório: atividades industriais (21%); agropecuárias (24%); de eletricidade e aquecimento (25%) de energia (10%); de transporte (14%).

Ainda segundo a ata de 2014, o IPCC calculou que a humanidade utiliza de 69 a 76% da superfície não congelada do planeta, se extraíndo desta, de 1/4 a 1/3 da produção primária líquida potencial. Todavia, a má gestão dos recursos terrestres e seus eventuais desperdícios, não se dão apenas pela ausência de tecnologias e técnicas adequadas ao manejo da terra, uma vez que países com PIB (Produto Interno Bruto) elevados, portadores deste e daquele fator, são responsáveis por 2/3 dos GGE lançados na atmosfera. São tantos gases na atmosfera que ao compararmos as variações médias de temperaturas entre 1850-1900 e 2006- 2015, temos um aumento percentual de 1,53° na temperatura terrestre, que erroneamente pode parecer pouco, mas que vigorosamente contribui para a desestabilização dos ecossistemas globais (IPCC, 2019).

Nas condições naturais, 60% da radiação infravermelha emitida pelo Sol ao adentrar em nossa atmosfera é absorvida pelos elementos presentes na superfície terrestre, fazendo com que a outra parcela (entre 40-18%), seja refletida de volta para fora do planeta. Este ciclo é essencial para a manutenção das condições vitais, contudo, diante do aumento de GGE na atmosfera, especialmente por consequência das relações mantidas na Era Antropogênica, a radiação que outrora era refletida e externada ao planeta, vem se mantendo presa a atmosfera do terrestre, esquentando-o, e assim, condicionando-o a inúmeros descompassos biofísicos.

Assim sendo, além de nossa atualidade concentrar as maiores taxas de lançamentos de GGE na atmosfera, estamos emitindo outros gases muito mais perigosos que o famoso CO<sub>2</sub>, popularmente caracterizado como o grande vilão do aquecimento global. Combinações sintetizadas pelo homem no desenvolvimento de novas atividades, ao qual podemos citar: o HFC (presente em aerossóis de tintas e produtos cosméticos); o PFC (existente em caixas e bandejas de papel/papelão de alimentos gordurosos); e o SF<sub>6</sub> (componente de produtos com isolamento a arcos elétricos), vem contribuindo a cenários de incertezas e inseguranças. De igual maneira, dados da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL, 2018), nos mostram que além dos já citados, outros 24 gases

são provenientes a esta nova Era desenvolvimentista, que apesar de seus efeitos danosos, representam o pígio quantitativo de 1% da compostura atmosférica que é formada por 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases.

Busquemos então elucidar outra problemática, talvez a mais midiatizada em nossa atualidade, o lançamento de CO<sub>2</sub> na atmosfera(IPBES, 2019), que ao contrário do que erroneamente possa ser pensado, não são totalmente prejudiciais ao planeta. É necessário esclarecer que sem o CO<sub>2</sub> não existiria a sustentação da vida no planeta, sendo o seu excesso o maior vilão a continuidade harmoniosa destas dinâmicas, já que cerca de 8 bilhões de toneladas/ano (65%) deste gás, é aproveitado pelos ciclos biogeoquímicos do planeta, sendo seu restante, entre 35-19%, os verdadeiros catalizadores do aquecimento atmosférico e desestabilidades ambientais (ROBERT e LASAGA, 1989, p. 58).

Em níveis de esclarecimentos, são os nossos mares e florestas os grandes responsáveis pelas assimilações de CO<sub>2</sub>, trabalhando em ciclos contínuos, durante o dia os oceanos sequestram e à noite liberam CO<sub>2</sub>, da mesma forma que as florestas, sendo trabalhados aproximadamente 104 Gt./ano. Apesar disto, tanto mares quanto florestas vem sendo alvos diretos das expansões antrópicas, dando respectivamente espaço a destinação de poluentes despejados em rios ou áreas próximas, e a novas fronteiras agropecuárias, pondo a prova as capacidades naturais de absorção do planeta, posto que, as quantidades emitidas são equivalentes aos índices por ele naturalmente sequestrados.

### **3.4 As relações entre as vulnerabilidades do Bioma Caatinga e as mudanças climáticas**

Freire (2017) nos pontua que um bioma é caracterizado pelas inter-relações entre os fatores abióticos e os seres vivos de uma determinada região geográfica. Portanto, analisar biomas é entender a vegetação e suas características adaptativas aos fatores abióticos, ou seja, verificar sua significativa similaridade associada ao tempo evolutivo. Tais características são determinantes na evolução da interação da flora e fauna, mas também são condicionantes para a história econômica e social, revelando aspectos importantes da cultura e da forma como se desenvolveram o uso e a ocupação do solo pelas populações que habitam essa extensa região, em variados processos ao longo do tempo.

Ainda segundo Freire (2017), a pluralidade da composição natural brasileira proporciona uma rica diversidade ecossistêmica, que em contrapartida, demanda por específicas tomadas de decisões voltadas a sua eficaz preservação. Atreladas a esta pluralidade, está a existência de milhares de espécies: animais, vegetais e microrgânicas, algumas destas endêmicas a cada tipo de região, como é o caso do bioma Caatinga, onde estima-se que 20% de toda a cobertura vegetal seja única deste conjunto exclusivamente brasileiro(QUEIROZ *et al.*, 2017).

Tipificado por feições geoambientais de solos com pouca espessura, muitas pedras e elevados teores de salinidade, o cultivo do solo no bioma Caatinga vem sofrendo contínuas influências das modificações climáticas, acima de tudo pelo agravamento destas condições, devido ao aumento das temperaturas e baixa nas humidades (SILVA *et al.*, 2004).

Nas palavras de Marengo (2008) e Lacerda *et al.* (2016), cada vez mais vem sendo utilizados estabilizantes e produtos fitossanitários caseiros, em especial pelas famílias mais humildes, que recorrem a estas práticas por não possuírem recursos para comprar tais produtos industrializados. Tentam aos seus modos melhorar as chances de adaptação a condições cada vez mais extremas, à medida que desgastam ainda mais os solos devido aos efeitos temporários de recuperação, requerendo novas áreas e novos produtos, sustentando um ciclo vicioso de deterioração ambiental.

Logo, para melhor nos posicionarmos a nível de compreensão por sobre estes impactos, se faz necessário que antes fiquem destacadas as duas principais formas de interações entre o Homem e o meio, mais precisamente no que se refere a modificação deste último (RODRIGUES, 2015). Assim, primeiramente temos a extração por subsistência que é a maneira mais antiga de modificação da paisagem natural, personificada no bioma Caatinga por: caça por subsistência, atividades agrícolas de baixa ou inexistente utilização mecânica, e técnicas rústicas “tradicionalis”, de manuseio do solo e criação de animais, realizados em pequenos vilarejos e grupos familiares isolados.

Mesmo assim, são as atividades comerciais que resultam em maiores impactos ao cenário biofísico da Caatinga, visto que as áreas degradadas são mais extensivas, e a periodicidade dos desgastes ultrapassam os ciclos praticados pelos grupos familiares (CNRBC 2004). Para Drew (2002) ambas as categorias de relações com o bioma são geradoras de impactos diretos e indiretos, tanto aos ciclos naturais, como a própria vivência humana. Entretanto, as ações das pequenas famílias rurais, muitas vezes se desenvolvem sem que haja um conhecimento técnico sobre as capacidades do ambiente, degradando-o pela inexistência de conhecimentos em opções sustentáveis. Já as atividades comerciais, como produção de carvão vegetal, criação de animais e em casos mais extremos, comércio ilegal de espécies nativas, mostram-se como exercícios conscientes de suas negatividades, ainda assim, são largamente praticados devido a existência de mercado e baixo cumprimento de políticas ambientais e fiscalização.

Em continuidade, agora enfatizando as palavras de Primack e Rodrigues (2001), destaca-se que quando mencionamos os impactos diretos e indiretos, estamos aqui nos referindo tanto as modificações instantâneas ou delongadas, como ainda as de caráter visíveis e invisíveis ao olho humano. Assim, apesar das expansões territoriais proporcionarem a catalogação de novas espécies e insumos, provocando a criação de produtos e tecnologias, é preciso entender que ao se consumar tais avanços, em uma relação de bi-

causalidade, Homem e meio não são igualmente impactados, cabendo a natureza uma maior parcela de consequências, muitas vezes irreversíveis (DREW, 2002).

Já em um outro ponto de vista, Batista (2006) nos pontua que entre tais interações, a troca de microrganismos se configura como uma condição passível a maiores preocupações, uma vez que estas podem se acometer desde resultados inofensivos a efeitos letais a ambas as espécies. Assim, ao nos estreitarmos sobre as características do Bioma Caatinga, temos referenciados pelos dados do ICMBio (2017) que menos de 7,7% de sua área total original (57%), se encontram na condição de proteção ambiental ou de uso sustentáveis. Consequentemente, Silveira (2009) atribui a esta relação de redução das áreas preservadas no bioma, a brandura ou até mesmo inexistência de ações públicas que garantam o desenvolvimento natural e econômico de forma equilibrada no bioma, fortalecendo relações incondizentes como o uso e convivência inadequados as particularidades da região.

Destarte, e ligados a estes fatores, os impactos ambientais na extensão da Caatinga, ora denunciam- se pelas práticas insustentáveis da agropecuária, ao qual podemos pontuar as interações familiares, econômicas-produtivas e sociais (OBERMAIER, 2011), ora pelos conflitos de interesses: políticos e econômicos, que historicamente se desenvolveram na região, que em síntese, abarcam privilégios em recursos naturais e investimentos públicos/privados. Consequentemente estas situações contribuem a diferenciação nas capacidades de adaptação aos impactos climáticos, tornando vulneráveis as parcelas mais pobres, e as espécies mais sensíveis do bioma (OBERMAIER; LA ROVERE, 2011).

Sobre esta última condição, com base nos dados da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (PBBSE, 2019):

A tendência é que estas mudanças de uso e cobertura levem ao desaparecimento de espécies endêmicas e à homogeneização biótica, com consequente perda de interações ecológicas e funções ecossistêmicas, reduzindo o potencial destas áreas em prover serviços ecossistêmicos (por exemplo, o potencial de sequestrar carbono e contribuir assim para a regulação climática) e propiciando a expansão de espécies que podem ser consideradas pragas ou vetores de doenças. As mudanças tendem a ocorrer mais rapidamente após a perda de 60 a 70% da cobertura original. Por outro lado, mudanças no uso e na ocupação da terra podem ter efeitos benéficos, em particular no caso das populações indígenas que criam paisagens heterogêneas e multifuncionais, que são caracterizadas por alta diversidade de ecossistemas e espécies em múltiplas escalas espaciais.

Como a remodelação paisagística da Caatinga está longe de integrar uma pluralização das características naturais, bem como as desenvolvidas por comunidades indígenas e/ou grupos de culturas sustentáveis, é inegável que diante de tais fatores, as

capacidades de resiliência do bioma sejam decrescidas (SILVEIRA, 2009). E como as condições de equilíbrio dependem tanto das relações que se desenvolvem localmente, como também, das características globais e suas eventuais mudanças, as transformações climáticas globais impactam de modo direto na paisagem da Caatinga, desregulando ciclos hidrológicos que por natureza já são irregulares, desfavorecendo a sobrevivência de microrganismos e consequente proliferação de espécies predatórias, entre outros desfechos com potencial de elevação a eventos extremos (BATISTA, 2006; SAWYER, 2009; COE *et al.*, 2017; LAWRENCE E VANDECAR, 2015).

Em outra exemplificação, temos atrelados aos fatores de vulnerabilidade do Bioma Caatinga as rígidas secas provenientes do fenômeno de *El Niño* “o menino” (traduzido do espanhol), que de grosso modo, é um evento extremo, onde ocorre o aquecimento das águas oceânicas devido as modificações na temperatura global. O evento diminui bruscamente os níveis de umidade das massas de ar oceânicas que vão em direção aos continentes (ventos alísios), o que na opinião de Cunha (2004), além de contribuir aos riscos de incêndios e suas proliferações, as populações pobres são diretamente afetadas com o esvaziamento de rios intermitentes (de fluxos não contínuos), e açudes dependentes destas águas pluviais. Sendo ainda segundo o autor, tal fenômeno exclusivamente derivado das transformações impostas ao meio natural datadas do Antropoceno, tendo suas primeiras verificações por volta do ano 2005, no Chile.

### **3.5 Pandemia Covid-19 e impactos no meio ambiente**

Constantemente temos pela comunidade científica a exposição de novas informações destacando os impactos das alterações ambientais no planeta, sobretudo, causadas pelas ações antrópicas (SILVA, 2009). Por sua vez, estes atos mostram-se não só prejudiciais as capacidades de reposições dos recursos naturais, como também, a desestabilidade da vida ecossistêmica e aumento no descompasso do equilíbrio destas relações (BRASIL, 2010). A pandemia da Covid-19 é uma nítida exemplificação disto (FERRÃO, 2020; MANTOVANI, 2020).

O que se percebeu em questão, como nos afirma Macpherson *et al.* (2009) é que a depender das capacidades de deslocamento de seus vetores, os vírus facilmente podem atingir da escala local (endêmica) a escala global (pandêmica) em questão de meses, ou em alguns casos mais agressivos, até no período de dias. É imprescindível destacar que boa parte destes micróbios se popularizaram sobre a humanidade no desenrolar da Era Antropogênica, quando as relações sociais, principalmente as sistematizadas pela economia global, impulsionaram as modificações ao meio natural (MIRIAGOU *et al.*, 2012; CASTILHO, 2020).

Outro ponto importante fator de contribuição, tanto ao aumento da temperatura global, como a disseminação de patologias, é a baixa qualidade do ar. Em outras palavras, a poluição atmosférica aumenta a quantidade de partículas em suspensão no ar, que por sua vez, criam uma espécie de autoestrada para variados tipos de contaminações. Móvidas pelas correntes e massas de ar, estes poluentes podem permanecer estacionadas em uma região, ou se deslocar por grandes distâncias.

Em entrevista realizada no mês de abril de 2020, ao portal de notícias O GIFE, Frank Hammes, diretor da Plataforma Global de Informações sobre Qualidade do Ar (*IQAir* – sigla em inglês), afirmou que a qualidade do ar que respiramos é um dos fatores significativos na proteção ou disseminação de doenças virais. Com base nesta linha de raciocínio, Hammes esclareceu que aproximadamente 90% da população mundial respira em condições abaixo do classificado como saudável. Além disso, a crescente diminuição das áreas onde habitam espécies animais e vegetais, que em síntese, são barreiras da vida selvagem e polarização de diversas interconectividades microrgânicas, vem sendo diretamente afetadas, ora pelas atividades antrópicas, ora pelos impactos das mudanças climáticas (CASTILHO, 2020; UNIC-RIO, 2020).

Neste mesmo contexto, temos demonstrados por Alentejano(2020) que a diminuição da vegetação original do Bioma Caatinga, tem aumentado as migrações pela sobrevivência, onde animais e consequentemente seus microrganismos ocupam novas áreas, gerando novos tipos de relações. Estes fenômenos, além de muitas vezes gerar conflitos nestas novas áreas de habitação, ocasionam o desfavorecimento do equilíbrio alimentar entre as áreas ocupadas e evadidas, potencializando ou diminuindo presas e predadores. Majoritariamente, esta realidade vem favorecendo a sobreposição de algumas espécies, proporcionando a propagação de doenças e novas doenças, sobre as espécies residentes, que até então não haviam desenvolvido mínimos anticorpos as patologias trazidas pelas espécies “invasoras” (UJVARI, 2003; SPERANDELLI *et al.*, 2013; FERRÃO, 2020).

Neste seguimento, o novo Coronavírus nos expôs o paralelo de causalidades existentes entre a exploração exacerbada do meio natural e os atuais parâmetros produtivistas, nas palavras de Caio Borges, coordenador do programa de Direito e Clima do Instituto Clima e Sociedade (ICS), em entrevista a coluna de notícias O GIFE (2020):

“[...] Os cientistas têm alertado para o risco de que a destruição de ecossistemas, o desmatamento e o desertoamento de geleiras possam expor os seres humanos a vírus e outros microrganismos fatais, ainda desconhecidos, que hoje se encontram isolados ou restritos a certos hospedeiros, como os animais da floresta. Vetores de doenças que hoje proliferam apenas em determinadas regiões podem, com o aumento da temperatura global, alastrar-se por outras partes do planeta. São, portanto, questões inter-relacionadas. Tudo isso mostra que o uso sustentável dos recursos naturais

é fundamental para evitar perturbações ao meio ambiente que rompam com esse delicado equilíbrio entre a vida natural e humana no planeta”.

De acordo com Pascual *et al.* (2017) e dados exponenciados pela Plataforma Brasileira sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BBSE, 2019), nas últimas cinco décadas a população mundial duplicou e juntamente sua capacidade de extração de recursos naturais, produções de lixos e poluição do meio ambiente. Paralelo a estes fenômenos, temos a metropolização das cidades, que na busca por novas áreas para a urbanização, descharacterizam paisagens que outrora abrigava a vida animal, a mesma medida que presenciamos a crescente expansão das zonas produtivas, que impulsionadas pelas brechas contidas nas leis ambientais, estreitam áreas de matas ciliares e nativas, fazendo com que algumas espécies migrem, ou em casos mais extremos, acabem morrendo por não conseguirem se adequar à nova realidade de sobrevivência que lhes são impostas (LIMA, 1999).

Na Caatinga este cenário pode ser visto, principalmente nas áreas próximas as grandes cidades. Como disserta Cassimiro (2019), enquanto que nestas localidades existe a supressão das características naturais em prol da ambientação antrópica, áreas juntas a nascentes e cursos de rios e riachos são desmatadas, comercializa-se a lenha retirada e posteriormente se insere pastos de caprinos e ovinos, que apesar de menos numerosos que os rebanhos bovinos, demandam menos custos, além de serem mais resistentes as fortes temperaturas da região (IBGE, 2010). Já no contexto da agricultura familiar, questões econômicas têm exigido cada vez mais que as famílias carentes busquem comer carnes de animais selvagens e plantas para complementarem suas alimentações, expondo-os a incertezas que se somam ao consumo de água de baixa qualidade e fatores climáticos excessivos, como trabalhos sob o sol sem equipamentos de proteção, baixa humidade do ar e baixo ou inexistente acompanhamento médico (ALBUQUERQUE, 2018; JACOB *et al.*, 2020).

As evidências de que as mudanças climáticas contribuem para o aparecimento de zoonoses (doenças capazes de serem transmitidas entre animais e seres humanos), tornaram-se cada vez mais conclusivas devido ao alastramento da pandemia da Covid-19 pelo mundo. Atualmente a temperatura do planeta que se apresenta em média 2° Celsius acima da média registrada entre 1981 e 2010 (IPBES, 2019), vindo a contribuir de modo direto para a facilitação de condições ideais a vida e proliferação microbiana. Em paralelo cooperando ao desfavorecimento da vida animal e vegetal, duas importantes barreiras de proteção entre os homens e os microrganismos causadores de doenças (GARCIA, 2020; OPAS, 2020).

Ainda de acordo com a Organização Pan-americana de Saúde (OPAS, 2020), já são conhecidos 40 tipos distintos de Coronavírus, sendo apenas sete tipos presentes em hu-

manos, que de acordo com avaliações do PNUMA (2016), vieram a contagiar humanos devido as interferências e criação de vulnerabilidades ambientais em grande parte do planeta. Isto por sua vez, vem sendo intensificado pelo surgimento de eventos climáticos incomuns ou de ações repentinhas ao meio socioambiental, tais quais: secas, queimadas, enchentes, tráfico de animais, consumo irregular de espécies selvagens, predação animal e vegetal, entre outros.

Caso a temperatura global aumente de 2 a 3°C. em até 50 anos, como estima o relatório do IPCC (2013), Rodrigues *et al.* (2015) e Pascual (2017) nos relatam que as precipitações sobre o bioma Caatinga reduziriam em aproximadamente 10%, levando 66,8% das espécies mais resistentes de árvores nativas a diminuírem suas áreas de distribuição. Em contrapartida, as espécies mais frágeis personificariam taxas de extinção de até 0,5%. Somados a isto, haveria no bioma a susceptibilidade de prolongamentos de períodos secos, e consequente favorecimento a expansões de áreas desertificáveis em até 18%, algo que corresponderia a mais de 100 mil km<sup>2</sup>. Por sua vez, estes impactos acarretariam a impossibilidade de recuperação ambiental, acima de tudo, pela vegetação do bioma, que perderia entre 30-50% de sua capacidade de sequestro de carbono pelo ecossistema (ALTHOFF *et al.*, 2016).

Com relação a isto, é considerável destacar que, conforme Keesing, Holt, Ostfeld, (2006), 60% das doenças infecciosas circulantes entre os humanos, viveram de animais, e à medida que estes eram mantidos afastados, e em relações harmônicas no seu *habitat*, suas patologias mantinham-se intocadas, da mesma forma que doenças transmitidas pelos humanos restringiam-se a estes. Todavia, à medida que as expansões antrópicas desestabilizavam estas fronteiras, a exposição de novas condições tróficas entre: predadores/presas, vetores e hospedeiros, se complexarão ao ponto de formar mutações microrgânicas, exemplificadas no contexto histórico brasileiro, entre outras, temos as contaminações por esquistossomose (doença parasitária), hantavirose (doença viral), e atualmente a Covid-19 (doença viral). Todas patologias que apesar de distinta entre hospedeiros e épocas, compartilham da mesma origem de trato desarmoniosos com o meio ambiente (RANDOLPH e DOBSON, 2012; RIBEIRO, 2020).

Segundo matéria publicada em abril de 2020 pelo jornal Diário de Pernambuco, dados expostos pelo Centro de Pesquisas Ambientais (CEPAN) em parceria com o Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade Federal de Pernambuco (LEA-UFPE), catalogaram grandes modificações implicadas ao bioma Caatinga, só para se ter uma noção dos impactos, 51,06% dos 7 milhões de ha. da Caatinga já se apresentam desmatados e ocupados por zonas pastoris. Ainda sobre tal pesquisa, ficou constatado que 30,3% das APP inseridas na porção estadual pernambucana correspondentes ao bioma, mesmo sinalizadas como áreas de proteção, apresentavam 64,43% de suas áreas sob utilização de algum tipo de atividade agropecuária. O que nas palavras de Metzger *et al.* (2010) são

ações alimentadas pelas brechas contidas nas mudanças aprovadas na revisão do Código Florestal Brasileiro (**Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**).

Silva;Medeiros; Azevedo (2012) em conformidade com Metzger *et al.* (2010), nos pontuam que as áreas de preservações já eram insuficientes antes da reforma do Código Florestal, sendo sua reformulação a normatização de destruições ecossistêmicas inteiras. Que para Barcellos *et al.* (2009); Feitosa e Monteiro (2012) e Manhães *et al.* (2018), cedo ou tarde resultará, na também perda de vidas humanas, visto que tanto a conservação destes habitats garantem a contenção de inúmeras doenças, quanto amenizam muitas das distorções geradas pelas mudanças climáticas globais.

Com relação a exposição de dados sobre as consequências diretas da pandemia sobre o bioma, existe uma grande lacuna informativa caracterizada pela ausência de estudos científicos, gerando incertezas e impossibilitando estratégias eficazes de auxílio a possíveis problemáticas. Na perspectiva de Marengo, Torres, Alves (2018); Ary (2020), é sabido que situações de vulnerabilidades da Caatinga estejam sobrepostas as dificuldades da pandemia, entretanto, como pontua um dos relatórios apresentados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2016), a baixa produtividade de estudos sobre a área, dificulta a formação de estratégias alinhadas as singularidades de cada sensibilidade. Neste mesmo viés, informações do IPBES (2019), refletem que os esforços para se buscar compreender o bioma Caatinga, bem como seus impactos resultantes das modificações climáticas, não chegam nem aos 6% das pesquisas ecossistêmicas do país, a mesma medida que estudos sobre a Amazônia correspondem a 42,7%, seguida da Mata Atlântica (19,2%) e Cerrado (18,7%).

Como a região da Caatinga comporta quase a metade dos 397 municípios brasileiros que combinam altos índices de degradações ambientais sobrepostas a condições de pobreza e alta exposição as mudanças climáticas (IBGE, 2010; KASECKER *et al.*, 2018). Estima-se que as abruptas modificações acarretadas pela pandemia da Covid-19 possam ter impactado de maneiras diversas no que se refere às áreas urbanas e rurais da Caatinga, questões como: isolamento social, parada temporária das atividades não essenciais, aumento nos preços de alguns produtos de consumo e medidas sanitárias de deslocamentos, certamente aplicaram-se de maneira mais rígida nas áreas de maior concentração social. Por outra parte, calcula-se que a falta de saneamento básico, acesso à água e equipamentos de proteção como álcool em gel e máscaras, configuram- se como as maiores dificuldades enfrentadas pelas populações mais isoladas (SEMA, 2020; VENDRAME e COSTA, 2020).

Por fim, dando destaque a outra ótica destas mesmas degradações ambientais, é notável que as consequências das transformações intrínsecas a Era do Antropoceno estão acelerando-se a medida novas gatilhos são acionados. O acometimento de doenças ligadas a falta ou insuficiência de planejamento social e descaracterização biótica, tais como:

Dengue, Zika, Chicungunha, Leishmaniose, Febre Maculosa, Malária, entre outras, são bem conhecidas, principalmente em países de economias emergentes tal qual o Brasil. Sincronicamente, estes países apresentam desigualdades de acesso entre inúmeras condições básicas de segurança alimentar, hídrica, energética, econômica e sanitárias, campos que quando mal estruturados dão margem a perpetuação das mudanças climáticas e surgimento/proliferação de doenças zoonóticas (LAURANCE, 2015; MENESES, 2020; VALENCIO e VALENCIO, 2020).

## 4. CONCLUSÃO

A pandemia da Covid-19 implicou diversas modificações nas relações sociais, econômicas e ambientais de todo o planeta. Com base neste pressuposto, pudemos constatar uma mínima diminuição nos índices de poluentes e degradações consequentes as atividades antrópicas durante o curto período de isolamento social e parada temporária de grande parte das atividades econômicas. Apesar disto, pouco se sabe como estas dinâmicas desenvolveram-se em regiões onde lacunas científicas historicamente negligenciam a formação de base de dados e viabilidades de estratégias políticas.

O bioma Caatinga compartilha desta situação, fora do alcance das grandes emissoras jornalísticas, a falta de água, alimento e moradia, somaram-se as recomendações das autoridades sanitárias contra a pandemia, exigindo de muitos indivíduos, capacidades adaptativas além de seus alcances. Em vista disso, estas questões nos direcionam a um conhecido embate, sobretudo, travado no meio político, onde se discutem as parcelas de atribuição as influências antrópicas sobre as transformações do planeta e acometimentos de fenômenos extremos.

Os conflitos de interesses que permeiam cada fase destes diálogos, ora põem em prática ações comprometidas com o resguardo das características ambientais, ora mostram-se inoperantes frente a soberania das economias nacionais. Neste mesmo viés, temos ainda as dificuldades enfrentadas dentro dos próprios governos, que de maneira expressa ou velada, possuem representantes em ambos os lados dodebate.

Assim, ao alinharmos tal contexto de conflitos, sobre as características socioambientais brasileiras, temos no Bioma Caatinga, a personificação de realidades biofísicas e socioeconômicas, únicas e sensíveis as transformações condicionadas na biosfera. Mais ainda, por ser um ecossistema resistente as severas condições hidroclimáticas, características ao clima quente e seco do semiárido brasileiro, diferentemente de outros biomas nacionais, a vulnerabilidade da Caatinga vem se dando, não pela supressão das características de seu macroclima, mas sim pela potencialização deste, gerando deser-

tificações e desequilíbrios nas esferas: ambientais, sociais, econômicas, microrgânicas, entre outras.

O prolongamento de estações secas além de predispor a ocorrência de processos desertificáveis, incêndios e morte de algumas espécies animais e vegetais por falta de alimento e moradia, expandem as variáveis de susceptibilidades a pobreza extrema e difusão de zoonoses. Outrossim, são as condições que estas modificações potencializadas pelas mudanças climáticas impõem as populações locais, especificamente as mais pobres, que na tentativa de nutrir-sede maneiras alternativas, tanto se expõem ao consumo de animais selvagens, como gradativamente contribuem a pobreza e poluição dos solos, visto que pela ausência de técnicas adequadas as características da região, muitas destas áreas tem seu tempo de utilização reduzido, levando a busca por novas áreas e consequentes degradações.

As vulnerabilidades que cercam as questões da segurança alimentar na Caatinga, exponenciam as incongruências das normatizações ambientais brasileiras, denunciando o paralelo entre as extensivas propriedades rurais e pequenas atividades familiares, que de formas desiguais, travam a batalha adaptativa contra os impactos que as modificações locais, regionais, nacionais e globais vem exercendo sobre o bioma. Concomitantemente, é imprescindível salientar que muitas das ações irregulares sobre o bioma se valem da errônea ideia de área inóspita, desconsiderando que entre as particularidades biofísicas da Caatinga, coexistem uma vasta diversidade faunística e florística, sendo um ecossistema de suma importância para a manutenção do equilíbrio trófico nacional, e consequentemente global, visto que também contribui ao sequestro de carbono atmosférico.

Por fim, não se sabe ao certo quais como os efeitos da pandemia da Covid-19 avançaram sobre o bioma Caatinga, o que se sabe é que a região é tradicionalmente marcada pelas dificuldades e inacessos a elementos básicos da sobrevivência humana. Ainda assim, os atuais acontecimentos climáticos e pandêmicos nos posicionam em uma linha reflexiva onde inúmeros gatilhos podem estar prestes a serem acionados dentro do bioma, maximizando cenários de fragilidades ambientais e sociais.

O não acompanhamento de uma região como a Caatinga onde diversas capacidades de resiliência constantemente são exigidas, prontamente contribuem ao surgimento de novas zooantroposes (doenças transmitidas de animais para humanos), como também, seguindo o caminho inverso, a natureza pode ser contaminada por patógenos de origem humana (antropozoonoses). Assim, como midiatizado pela origem da pandemia da Covid-19, fica-nos identificável que desencorajar expansões de novas fronteiras agropecuárias, e de subsistência, ambas características bem presentes no bioma Caatinga, personifica-se como um dos diálogos que urgem ser substanciados, se não o mais importante a ser difundido entre aqueles que de alguma forma se relacionam com o bioma.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa no Programa Institucional de Iniciação Científica (PIBIC) e orientação concedida pelo Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para Pesquisa Social Mario Lacerda de Melo – CIEG, integrado a Fundação Joaquim Nabuco – Fundaj.

## 6. REFERÊNCIAS

Albuquerque, Ulysses Paulino de; Melo, Felipe P. L. Socioecologia da caatinga. **Ciência e cultura**, v. 70, p.40-44, 2018.

Althoff, T.D.; Menezes, R.S.C.; Carvalho, A.L.; et al. (2016) Os impactos das mudanças climáticas na sustentabilidade da colheita de lenha e nos estoques de carbono da vegetação e do solo em uma floresta tropical seca no município de Santa Teresinha, Nordeste do Brasil. **Ecologia Florestal e Gestão**, 360 (15): 367-375. doi: 10.1016 / j.foreco. 2015.10.001.

Ayoade, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 8º ed. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2002.

Alentejano, P.R.R. Reforma agrária, caos urbano, agronegócio e pandemia. **Rev. Tamboios**, ano 16, n.1, p.32-38, 2020. Disponível em: Acesso em: 01 out. de 2020.

Borges, C. **COVID-19 e meio ambiente: especialistas alertam para a importância do equilíbrio entre a vida natural e humana**. Brasil, 27 de abr. de 2020. Entrevista concedida à O GIFE. Disponível em:

<<https://gife.org.br/covid-19-e-meio-ambiente-especialistas-alertam-para-a-importancia-do-equilibrio-entre- a-vida-natural-e-humana/>>. Acessado em: 02 de jul. de 2020.

Batista, J. da S. Estimativa da variabilidade genética intra-específica da dourada – *Brycon platystomarousseauxii* Castelnau 1855 (Pimelodidae – Siluriformes) no sistema Estuário-Amazonas- Solimões. **Biota Neotrop.** Campinas, v. 6, n. 1, 2006.

Barcellos, Christovam; Monteiro, Antonio Miguel Vieira; Corvalán, Carlos; Gurgel, Helen C.; Carvalho, Marilia Sá; Artaxo, Paulo; Hacon, Sandra; Ragoni, Virginia. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, p. 285-304, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente-MMA. **Sistema Nacional de Unidade de Conservação**. Brasília, DF. 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Departamento de Vigilância Epidemiológica Doenças infecciosas e parasitárias**. Guia de Bolso. 8<sup>a</sup> ed. Brasília, 2010.

Cassimiro, C. A. L.; Oliveira Filho, F. S.; Pereira Junior, E. B.; Feitosa, S. S.; Siqueira, E. C. Convivência com o semiárido: interação social, ambiental e tecnológica com a Caatinga. **AGRICULTURA FAMILIAR**(UFPA), v. 13, p. 28-40, 2019.

Castilho. D. **Um vírus com DNA da globalização**: o espectro da perversidade. Opera Mundi, Plataforma digital da Uol. Publicado em: 26 março de 2020. Disponível em: <https://operamundi.uol.com.br/coronavirus/63761/um-virus-com-dna-da-globalizacao-o-espectro-da-perversidade>. Acesso em: 30 ago. de 2020

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (2018). **Acordo Regional sobre Acesso à InformaçãoParticipação Pública e Acesso à Justiça em Assuntos Ambientais na América Latina e no Caribe**. Publicação das Nações Unidas LC/PUB.2018/8 Distr.: Geral Original: Inglês Copyright © Nações Unidas, 2018. Impresso nas Nações Unidas, Santiago S.18-00493. Disponível em: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43611/S1800493\\_pt.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43611/S1800493_pt.pdf). Acessado em: 22 de mai.2020.

Coe, M. T.; Brando, P. M.; Deegan, L. A.; et al. As florestas da Amazônia e do Cerrado moderam o clima regional e são a chave do futuro. **Ciência da Conservação Tropical**, v. 10, p. 1-6, 2017.

Diário de Pernambuco. **Estudo aponta que Pernambuco perdeu metade da caatinga**. Publicado em: 24 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2020/04/estudo-aponta-que-pernambuco-perdeu-mais-da-metade-da-caatinga.html>. Acesso em: 11 ago. de 2020

Cunha, G. R. (Ed.). **Lidando com riscos climáticos: clima, sociedade e agricultura**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 400p.

CNRBC (2004) Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga. **Cenários para o bioma Caatinga**. Recife, Sec. Ciênc. Tecnol. Meio Ambiente, p. 283.

CMMAD. Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nossa Futuro Comum. Oxford: **Imprensa da Universidade de Oxford**, 1987.

Drew, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. EMBRAPA (2016). **Embrapa em números**. Secretaria de Comunicação. Brasília, DF: Embrapa, 138 p.

Organização das Nações Unidas no Brasil (ONU-BRASIL). **ENQUANTO COVID-19 tira vidas no mundo todo, ONU sugere caminho para evitar novas pandemias.** Centro de Informações das Nações Unidas no Brasil – UNIC Rio, Rio de Janeiro, 09 de jul. de 2020. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/enquanto-covid-19-tira-vidas-no-mundo-todo-onu-sugere-caminho-para-evitar-novas-pandemias/>>. Acessado em: 03 de jul. de 2020.

Ferrão, J. **A geografia da COVID-19:** algumas precisões. Publico. Opinião Coronavírus. Publicado em: 16 de abril de 2020. Disponível em: [https://www.publico.pt/2020/04/16/sociedade/opiniao/geografia-covid19-precisoes-1912527?fbclid=IwAR09iOOkE8aNISrt7l9HVYj90veYLSE3ysH3pQV58dDq8LRa0Zfn - F0RPjI](https://www.publico.pt/2020/04/16/sociedade/opiniao/geografia-covid19-precisoes-1912527?fbclid=IwAR09iOOkE8aNISrt7l9HVYj90veYLSE3ysH3pQV58dDq8LRa0Zfn-F0RPjI). Acesso em: 12 set. de 2020.

Feitosa, Flávia da Fonseca; Monteiro, A.M.V. Vulnerabilidade e modelos de simulação como estratégias mediadoras: contribuição ao debate das mudanças climáticas e ambientais. **Geografia** (Rio Claro. Impresso), v. 37, p. 100, 2012.

Freire, N. **Vulnerabilidades socioambientais no semiárido brasileiro.** Fiocruz, Rio de Janeiro: 2017.

Garcia, L. P.; Duarte, E. Intervenções não farmacológicas para o enfrentamento à epidemia da COVID-19 no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 29, n. 2, e2020222, 2020. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2237-96222020000200100](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222020000200100). Acesso em: 05 out. de 2020.

Guerra, A. F. S.; Jacobi, P. R.; Sulaimam, S. N.; Nepomuceno, T. C. Mudanças climáticas, mudanças globais: desafios para a educação. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. esp, p. 88-105, 2010.

Hammes, F. **Covid-19 e meio ambiente: especialistas alertam para a importância do equilíbrio entre a vida natural e humana.** Brasil, 27 de abr. de 2020. Entrevista concedida à O GIFE. Disponível em: <https://gife.org.br/covid-19-e-meio-ambiente-especialistas-alertam-para-a-importancia-do-equilibrio-entre-a-vida-natural-e-humana/>. Acessado em: 02 de jul. de 2020.

ICMBio (2017). **Dados de Visitação 2007 – 2016.** Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comuni-cacao/noticias/2017/dados\\_de\\_visita-cao\\_2012\\_2016.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comuni-cacao/noticias/2017/dados_de_visita-cao_2012_2016.pdf)>. Acessado em: 17 de jul. de 2020.

ICMBio (2018) **Livro Vermelho da fauna e flora ameaçada de extinção.** Brasília-DF: ICMBio/MMA. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comuni-cacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro\\_vermelho\\_2018\\_vol1.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comuni-cacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol1.pdf)>. Acessado em: 11 de jul. de 2020.

Imbroisi, E. G. **O processo de mercadificação da natureza como estratégia de reprodução do capital.** 2015. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós- -Graduação em Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

IPBES (2019). **Resumo para formuladores de políticas (SPM) do Diagnóstico de Cenários e Modelos do IPBES.** Disponível em: <[www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44\\_EN.pdf?file=1&type=node&id=13336](http://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44_EN.pdf?file=1&type=node&id=13336)>. Acessado em: 20 de jul. de 2020.

IPCC (2004). **Mudanças Climáticas 2014 Mitigação das Mudanças Climáticas.** Contribuição do Grupo de Trabalho 3 para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Resumo Técnico e Capítulo 6 (Avaliação de Caminhos de Transformação). Disponível em: <[http://https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_full.pdf](http://https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_full.pdf)>. Acessado em: 10 de jul. de 2020.

IPCC (2007). Mudança Climática 2007: Relatório de síntese. **Contribuição de Grupos de Trabalho I, II e III ao Quarto Relatório de Avaliação da Painel Intergovernamental sobre Clima Mudança** [Equipe Central de Redação, Pachauri, R.K e Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Genebra, Suíça, 104 pp.

IPCC (2014). **Sumário para os tomadores de decisão do Quinto relatório de avaliação** (2014). Traduzido por Iniciativa Verde, São Paulo, 2015.

IPCC (2019). **Resumo para formuladores de políticas.** In: *Mudança Climática e Terra: um relatório especial do IPCC sobre mudanças climáticas, desertificação, degradação da terra, gestão sustentável da terra, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres. EcoDebate - Rio de Janeiro, 2019.*

Jacob, Michelle Cristine Medeiros; Araújo de Medeiros, Maria Fernanda; Albuquerque, Ulysses Paulino. Biodiverse food plants in the semiarid region of Brazil have unknown potential: **A systematic review.**, v. 15, p.e0230936, 2020.

Junger, W.L. **Análise, imputação de dados e interfaces computacionais em estudos de séries temporais epidemiológicas** [tese]. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2008.

Juras, I.A.G.M. **Mudança do clima: principais conclusões do 5º Relatório do IPCC.** Brasília: Câmara dos Deputados/Consultoria Legislativa, 2013.

Juras, I.A.G.M. **Os impactos da indústria no meio ambiente.** Brasília: Consultoria Legislativa, 2015.

Kasecker, T.P.; Ramos-Neto, M.B.; Silva, J.M.C.; Sca-Rano, F.R. (2018). Adaptação baseada em ecossistemas à mudança climática: definindo municípios ativos para elaboração e

implementação de políticas no Brasil. **Estratégias de Mitigação e Adaptação à Mudança Global**, 23: 981-993.

Keesing, F.; Holt, R.D.; Ostfeld, R.S. (2006). Efeitos da diversidade de espécies no risco de doenças. **Ecology Letters**, 9 (4): 485-98. doi: 10.1111 / j.1461-0248.2006.00885.x.

Lacerda, F.F.; Nobre, P.; Sobral, M.C.M.; Lopes, G.M.B.; Assad, E.D. Tendência do clima do semiárido frente as perspectivas das mudanças climáticas globais; o caso de Araripe, Pernambuco. **Revista do Departamento de Geografia USP**, v. 31, p. 132-141, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1059165/tendencia-do-clima-do-semiarido-frente-as-perspectivas-das-mudancas-climaticas-globais-o-caso-de-araripina-pernambuco>. Acesso em: 22set. de 2020.

Laurance, W.F. (2015). Ameaças emergentes às florestas tropicais. **Anais do Missouri Botanical Garden** 100, 159-169. <https://doi.org/10.3417/2011087>.

Lima, N.T. 1999. **Um sertão chamado Brasil**. IUPERJ/UCAM, Rio de Janeiro.

Macpherson, D.W.; Gushulak, B.D.; Baine, W.B.; et al. Mobilidade populacional, globalização e resistência a medicamentos antimicrobianos. **Emerg Infect Dis**. 2009; 15: 1727-1732.

Marengo, J.A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-175, 2008. Disponível em: [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/329/323](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/329/323). Acesso: 20 set. de 2020.

Martine, G.; Ojima, R.; Marandola, J.R., E. **Dinâmica populacional e a agenda ambiental brasileira: distribuição espacial, desastres naturais e políticas de adaptação**. Série População e Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA), 2015.

Manhães, A. P.; Loyola, R.; Maz - Zochini, G. G.; et al. (2018). Estratégias de baixo custo para proteger os serviços do ecossistema e a biodiversidade. **Conservação Biológica**, v. 217, p. 187-194, 201.

Mantovani, E. T. **El Coronavirus más allá del Coronavirus: umbrales, biopolítica y emergencias**. Publicado em 19 de mar. de 2020. Disponível em: <<https://www.unitedexplanations.org/2020/03/25/el-coronavirus-mas-alla-del-coronavirus-umbrales-biopolitica-y-emergencias/>>. Acesso em: 23 ago. de 2020.

Marengo, J.A.; Torres, R.R. E.; Alves, L.M. (2017). Seca no nordeste do Brasil - passado, presente e futuro.

**Teoria e Climatologia Aplicada** 129, 1189-1200. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>. Metzger,

J. P.; Lewinsohn, T.; Joly, C. A.; Boscolo, D. **Devemos melhorar o código, não desfigurá-lo.** O Estado de São Paulo, São Paulo, p. A18- A18, 08 jun.2010. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/opiniao/2018/02/jean-paul-metzger-decisao-deve-seguir-evidencias-cientificas.shtml>. Acessado em: 20 de jul. de 2020.

Miriagou, V.; Cornaglia, G.; Edelstein, M.; et al. Carbapenemases adquiridos em patógenos bacterianos Gram-negativos: problemas de detecção e vigilância. **Infect Infectar microbiol de Clin.** 2010; 16: 112-122.

Montibeller, G F. Apropriações diferenciadas do conceito de desenvolvimento sustentável. **Geosul** (UFSC), Florianópolis/SC, v. 15, n.29, p. 44-54, 2000.

Moraes, A. S. Apolo e as marcas de sua epidemia na Ilíada. In: Rita de Cássia da Silva Almico; James William Goodwin Jr.; Luiz Fernando Saraiva. (Org.). **Na saúde e na doença: história crises e epidemias. Reflexões da História Econômica na época da Covid-19.** 1ed. São Paulo: HUCITEC, 2020, v. 1, p. 16-25.

Obermaier, M. **Velhos e novos dilemas nos sertões: mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação no semiárido brasileiro.** Rio de Janeiro, 2011. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

Obermaier, M.; La Rovere, E. L. Vulnerabilidade e resiliência socioambiental no contexto da mudança climática: o caso do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). **Parcerias Estratégicas**, v.16, p.109-134, 2011.

OPAS (2020). Folha informativa – **COVID-19 (doença causada pelo novo Covid-19).** Brasil, 17 de jul. de 2020. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875#:~:text=A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20da%20Sa%C3%BAde%20%28OMS%29%20declarou%2C%20em,da%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%2C%20conforme%20previsão%20no%20Regulamento%20Sanit%C3%A1rio%20Internacional..](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875#:~:text=A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20da%20Sa%C3%BAde%20%28OMS%29%20declarou%2C%20em,da%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%2C%20conforme%20previsão%20no%20Regulamento%20Sanit%C3%A1rio%20Internacional..) Acessado em: 19 de jul. de 2020.

Pascual, U. et al. (2017). Valorizando a natureza - noções para as pessoas: a abordagem IPBES. **Curr. Opin. Environ. Sustentabilidade**, 26: 7-16.

PBBSE(2019). Plataforma brasileira de biodiversidade e serviços ecossistêmicos - **1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos.** [livro eletrônico]. São Carlos, SP: Editora Cubo.

PNUMA (2016). **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.** Relatório Fronteiras do PNUMA 2016: questões emergentes de preocupação ambiental. Disponível em: <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7664>. Acessado em: 8 de jul. de 2020. Primack, R.B., Rodrigues, E. **Biologia da Conservação.** Londrina, 2001. 328p.

Pryor, S. C.; D. Scavia; C. Downer; M. Gaden; L. Iverson; R. Nordstrom; J. Patz e G.P. Robertson; 2014: cap. 18: Centro-Oeste. **Impactos da mudança climática nos Estados Unidos: A terceira avaliação nacional do clima.** J.M. Melillo, T. (T.C.) Richmond e G.W. Yohe, E., Programa de Pesquisa de Mudança Global dos EUA, 418-440. doi: 10.7930 / J0J1012N.

Queiroz L. P. et al. (2017). Diversidade e Evolução das plantas com flores de domínio Caatinga. Em JMC da Silva, IR Leal & M Tabarelli (eds.) Biodiversidade, Ecossistema, Serviços e Desenvolvimento Sustentável em Caatinga. **Springer.** doi: 10.1007 / 978-3-319-68339-3\_2.

Randolph, S.E.; Dobson, A.D. (2012). Pangloss revisitado: uma crítica ao efeito de diluição e ao paradigma da biodiversidade-tampão-doença. **Parasitology**, 139 (7): 847-63. doi: 10.1017 / S0031182012000200.

Resumo Técnico -IPCC (2013). Para os formuladores de políticas em mudança climática 2013: a base da ciência física. **Contribuição do grupo de trabalho I para o quinto relatório de avaliação do painel intergovernamental sobre mudanças climáticas.** ISBN 978-92-9169-138-8. Edição: 1749-077 Lisboa – Portuga. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5\\_wg1\\_spmportuguese.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg1_spmportuguese.pdf)>. Acessado em 12 de jul. de 2020.

Ribeiro, Silvia. **Os latifundiários da pandemia.** ETC, México: 2020. Publicado em: 01 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2020/04/01/artigo-os-latifundiarios-da-pandemia-por-silvia-ribeiro>. Acesso em: 17 out. de 2020.

Robert A. B.; A. C. Lasaga (1989). Modelando o ciclo de carbono geoquímico, **Scientific American**, vol. 260; n ° 3, março 1989.

Rodrigues, M. A. **Direito ambiental esquematizado.** São Paulo: Saraiva, 2015.

Rodrigues, P.M.S.; Silva, J.O.; Eisenlohr, P.V.; Schaefer, C.E.G.R. (2015) Efeitos das mudanças climáticas na distribuição geográfica de espécies arbóreas especializadas das florestas secas tropicais brasileiras. **Revista Brasileira de Biologia**, 75 (3): 679-684. doi: 10.1590 / 1519-6984.20913.

Sanchez, J. E. (1991). **Espacio, economía ysociedad.** Madrid, Siglo Veintiuno de EspañaRditores, S. A.

Sawyer, D. Fluxos de carbono na Amazônia e no Cerrado: um olhar socio - ecossistêmico. **Sociedade e Estado**, v. 24, n. 1, p. 149–171, 2009.

SEMA (2020). Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Bahia. **Debate discutiu a situação dos povos do semiárido baiano em tempos de pandemia.** Publicado em: 07 de maio de 2020. Disponível em: <http://www.meioambiente.ba.gov.br/2020/05/12005/Debate-discutiu-a-situacao-dos-povos-do-semiarido- baiano-em-tempos-de-pandemia.html>. Acesso em: 19 out. de 2020.

Silva, V. A. **Direitos fundamentais: conteúdo essencial, restrições e eficácia.** São Paulo: Malheiros, 2009.

Silva, J. A. L; Medeiros, M. C. S.; Azevedo, P. V. Legislação ambiental e sustentabilidade na Caatinga. **Polemica**, v. 11, n. 3, 2012.

Silva, J. M.; Tabareli, M., Fonseca, M. T &Lins, L V. **Biodiversidade da Caatinga:** áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

Silveira, L.M. (2009). Agricultura familiar no semiárido brasileiro no contexto de mudanças climáticas globais. In: Angelotti, F.; Sá, I.B.; Menezes, E.A.; Pellegrino, G.Q. (Ed.). **Mudanças climáticas e desertificação no Semiárido brasileiro.** Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 183-194.

Silva, M. G. Questão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: um desafio ético-político ao Serviço Social. São Paulo: Cortez, 2010. ZIEGLER, J. **Destrução em massa:** geopolítica da fome. São Paulo: Cortez, 2013.

Simões, A. F. et al. Aprimorando a capacidade adaptativa às mudanças climáticas: o caso dos pequenos agricultores no semi-árido brasileiro. **Ciência e política ambiental**, v.13, p.801-8, 2010.

Sperandelli, D. I. et al.(2013). Dinâmica da expansão urbana, terrenos baldios e espaços verdes na periferia metropolitana de São Paulo, Brasil. **Revista de Planejamento e Desenvolvimento Urbano**, 139 (4): 274- 279.

Trevisan, R. **Lixo interessante.** Nova Escola. São Paulo: abril, 2010.

Ujvari, S. C. **A história e suas epidemias:** a convivência do homem com os microrganismos. Rio de Janeiro:Senac Rio, 2003.

Valencio, Norma; Valencio, Arthur. **Crises conectadas:** antecedentes e desdobramentos sociais de uma crise sanitária no Brasil. In: Norma Valencio; Celso Maran de Oliveira. (Org.). COVID-19. 1ed. São Carlos: CPOI/UFSCar, 2020, v. 1, p. 425-447.

Vendrame, Sônia Inês. Costa, Luzia Sigoli Fernandes. Covid-19 fecha a fronteira da cidade para o campo: narrativas sobre a vida na roça esquecida pela mídia e governos durante a quarentena. 1ed. São Carlos: CPOI/UFSCar, 2020, v. 1, p. 323-335.

Vieira, R. F.; Camillo, J.; Coradin; L. (2016). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial plantas para o futuro – Região centro-oeste.** Brasília: MMA.

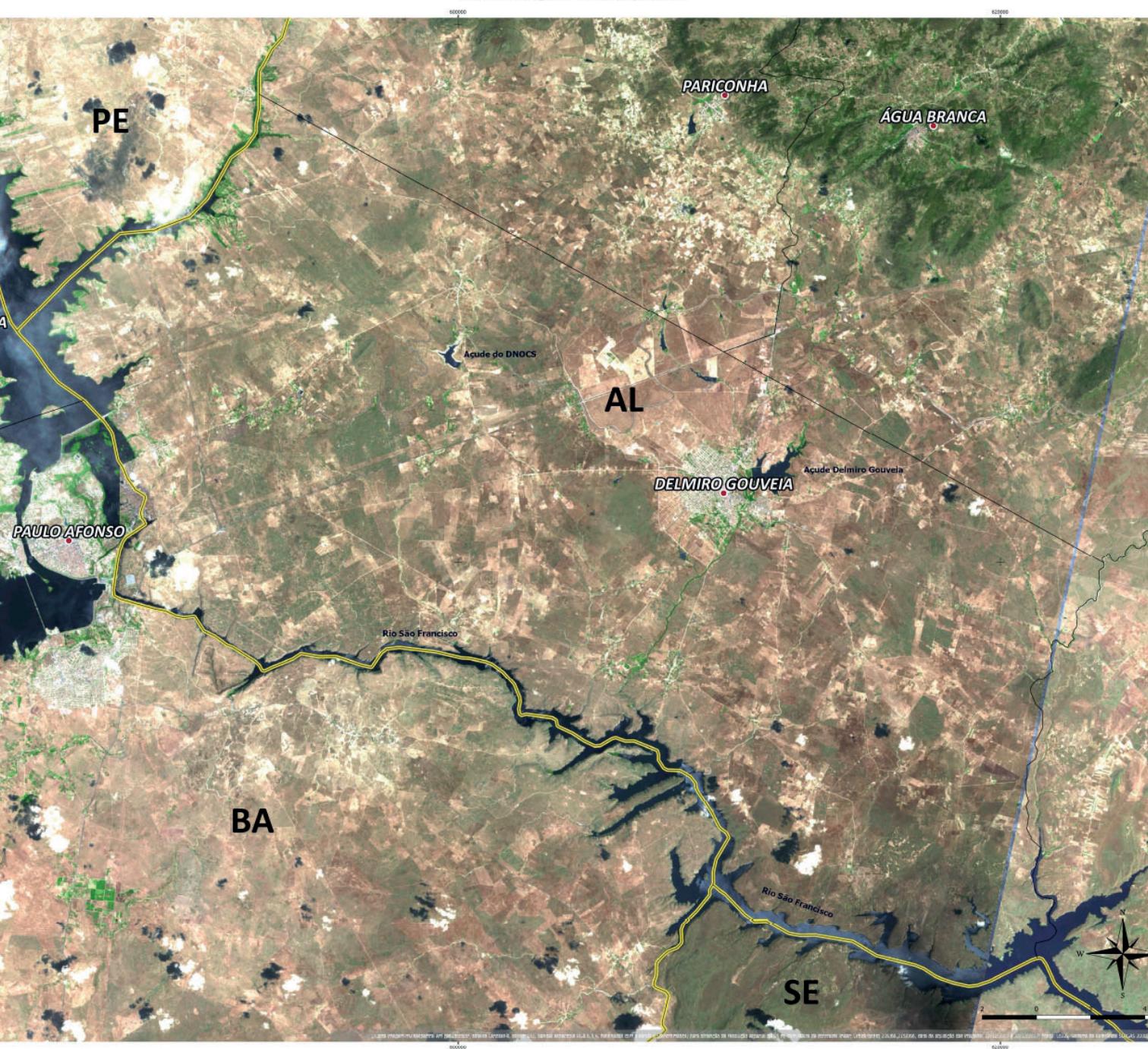
Viola, E. & Leis, H. “A evolução das políticas ambientais no Brasil, 1971-1991: do bisseitorialismo preservacionista para o multisectorialismo orientado para o desenvolvimento sustentável”. In: HOGAN, D. J. & VIEIRA, P. F. (org.) **Dilemas socioambientais e desenvolvimento sustentável.** Campinas, UNICAMP. p. 73-102, 1995.

Weart, S. (2008). **A descoberta do aquecimento global.** Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

# MUNICÍPIO DE DELMIRO GOUVEIA

ESTADO DE ALAGOAS

## Carta imagem Multiespectral



Fundação  
Joaquim  
Nabuco



Directoria de Pesquisas Sociais - Dipes  
Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social  
Mário Lacerda de Melo - CIEG

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU)  
Núcleo de Estudos do Estado da Cidade (NEST)

### CLIMAP - MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BIOMA CAATINGA: SENSORIAMENTO REMOTO, MEIO AMBIENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS

Coordenador: Prof. Dr. Neison Cabral Freire (Fundaj)

Pesquisadores:  
Prof. Dra. Débora Cavalcanti - UFAL  
Prof. Dr. Odair Moraes - UFAL  
Eng. Ambiental Flávia Michelle - UFAL

Estagiarinos e Bolsistas:

Vinícius D'Luccas Bezerra e Queiroz (UFPE-Fundaj)  
Guilherme Oliveira da Rocha Cunha (UFPE-Fundaj)

O primeiro nome dado à cidade de Delmiro Gouveia foi Pedra e o povoado se constituiu a partir de uma estação da estrada de ferro da então Great-Western. A denominação Pedra veio de grandes rochas que existiam junto da estação.

Em 1903 chegou à região, vindo de Recife (PE), o cerense Delmíro Augusto da Cruz Gouveia, que se estabeleceu vendendo couros de bovino e peles de animais silvestres. Ele era conhecido como Agro Pátria Mercantil, atraindo para a região muitos moradores e trazendo o desenvolvimento. Em 1921, Delmiro Gouveia conseguiu dotar o lugar de energia elétrica e água canalizada, vindos da cachoeira de Paulo Afonso. A vila operária recebeu o nome de Pedra, a Pedra de Delmiro.

A história registra como fato importante a visita do Imperador D. Pedro II à cachoeira, datada de 20 de outubro de 1859 e assinalada por um marco de pedra, erguido local. Em 1938 foi criado o distrito com o nome de Pedra. Em 1945 foi mudada a denominação da vila para Delmiro Gouveia. O nome, porém, só foi definitivamente em 1952, desmembrando de Água Branca, Delmiro Gouveia, o desbravador pioneiro no aprimoramento da cana-de-açúcar, fatoressa assassinado.

A principal atração do município é sua própria história, que pode ser pesquisada no Museu Delmiro Gouveia. Como beleza natural, a cidade ostenta parte do cânion do Rio São Francisco. Entre as festividades, estão a festa da padroeira e o carnaval.

FONTE: Texto publicado pelo IBGE <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/delmiro-gouveia/historico>>

BRASIL. Fundação Joaquim Nabuco, Min. da Educação. Carta Imagem Multiespectral do Município de Delmiro Gouveia - AL. Fundaj, Cieg: Recife, 2019.

Agradecimentos:  
Prefeitura Municipal de Delmiro Gouveia

Contato:  
Fundaj/Cieg  
Rua Dos Irmãos, 92 - Apipucos - CEP 52071-110 - Recife, PE

Telefone: (81) 3124-6641

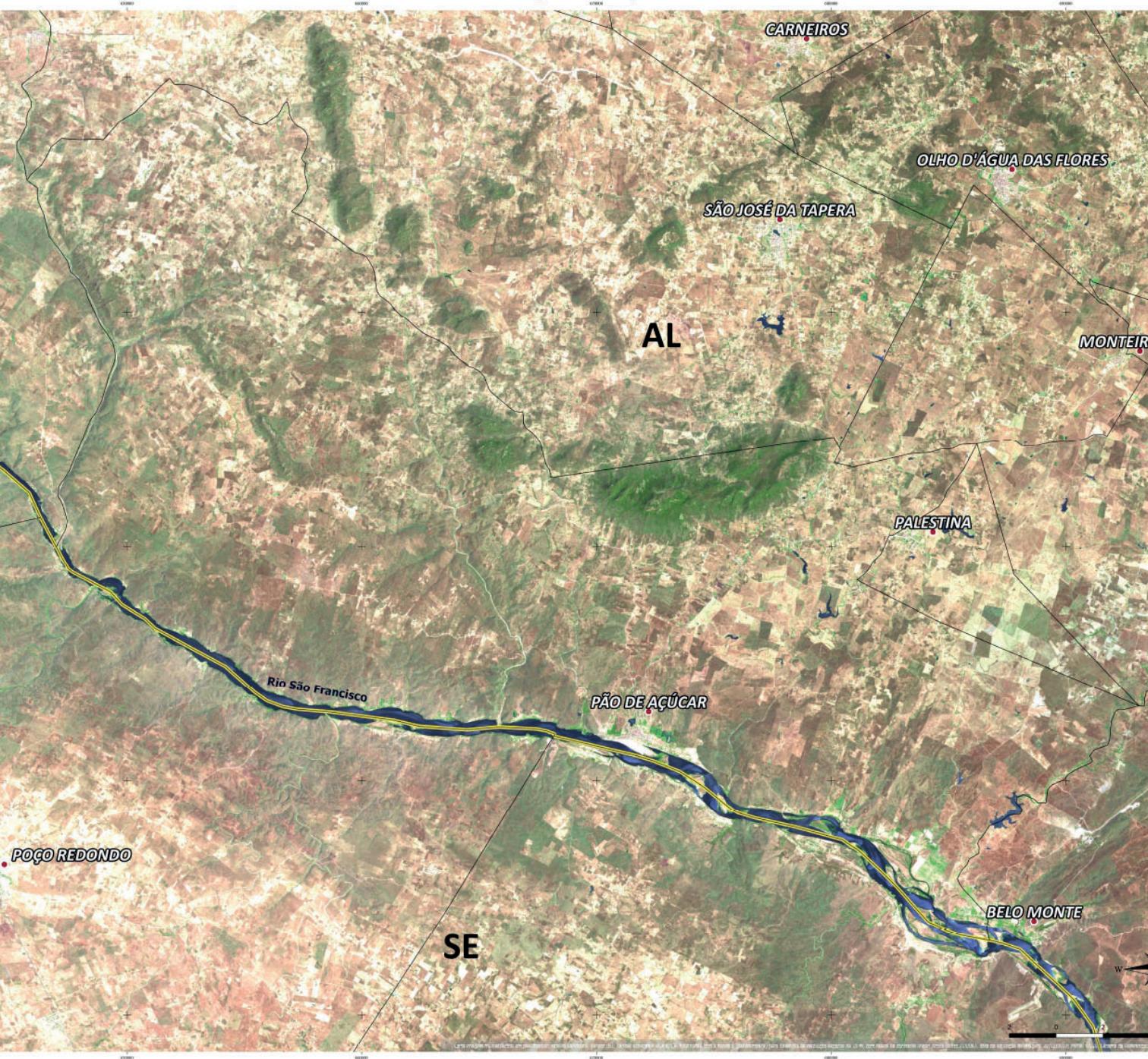
<http://www.fundaj.gov.br/cieg> - [cieg@fundaj.gov.br](mailto:cieg@fundaj.gov.br)



# MUNICÍPIO DE PÃO DE AÇÚCAR

ESTADO DE ALAGOAS

Carta imagem Multiespectral



POCO REDONDO

Fundação  
Joaquim  
Nabuco



Diretório de Pesquisas Sociais - Dipes  
Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social  
Mário Lacerda de Melo - CIEG

Universidade Federal de Alagoas (Ufal)  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU)  
Núcleo de Estudos do Estatuto da Cidade (NEST)

CLIMAP - MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BIOMA CAATINGA: SENSORIAMENTO REMOTO,  
MEIO AMBIENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS

Coordenador: Prof. Dr. Nelson Cabral Freire (Fundaj)

Pesquisadores:  
Prof. Dra. Débora Cavalcanti - Ufal  
Prof. Dr. Odair Moraes - Ufal  
Eng. Ambiental Flávia Michelle - Ufal

Estagiários e Beleiros:  
Vinicio D'Lucas Bezerra e Queiroz (Ufpe-Fundaj)  
Guilherme Oliveira da Rocha Cunha (Ufpe-Fundaj)

O início do povoamento começou por volta de 1611, através da mistura de brancos e índios da Serra do Aracá, Estado de Sergipe. No inicio do século XVIII, os Umarim, índios que habitavam a região, conseguiram do Rei D. João IV terras às margens do Rio São Francisco.

Perceberam que o lugar o nome de "Iarobá", que na linguagem tupi-guarani significa "Espelho da lua", à época canhão inveja aos índios cheiro, que invadiram as terras dos Umarim e os despossuíram de lá.

Em 1633, Cristóvão de Faria e Melo, possesse das terras onde hoje está o município. Em 1660, porém, as terras passaram, por carta de senhoraria, para o português Lourenço José de Britto Correia, que instalou uma fazenda de pão e deu a ela o nome de Pão de Açúcar. O nome vem da forma de um dos morros que era semelhante à maneira pela qual se purificava o açúcar. Em 1815, as terras foram leiloadas e arrematadas pela família do padre José Rodrigues Delgado, que deu grande impulso ao desenvolvimento do povoado. A freguesia, criada em 1853, invocou o Sagrado Coração de Jesus padroeiro da cidade. Pôde ser elevada a vila, em 1859, quando D. Pedro II permitiu-lhe, em sua viagem para Paulo Afonso. Foi elevado à condição de cidade em 1869, juntamente de LEST, através de decreto assinado de Mata Grande.

A grande atração dessa cidade ibérica do São Francisco são as piscinas naturais, às margens do rio, chamadas de "prainha", onde são saboreados, ao pé de uma réplica do Cristo Redentor, os pratos típicos da região: peixe surubim, camarão-pitu e a tradicional carne de sol. O artesanato, confeccionado em palha, couro, barro, tecido e madeira é atração na vila Iba do Ferro. As principais festividades são: a festa do padroeiro (6 de junho) e a Encarnação.

Genitivo: pão-de-açucarene

Fonte: Texto publicado pelo IBGE: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pao-de-açucar/historico>

BRASIL, Fundação Joaquim Nabuco, Min. da Educação. Carta imagem Multiespectral do Município de Pão de Açúcar - AL. Fundaj, Cieg: Recife, 2019.

Agradecimentos:  
Prefeitura Municipal de Pão de Açúcar

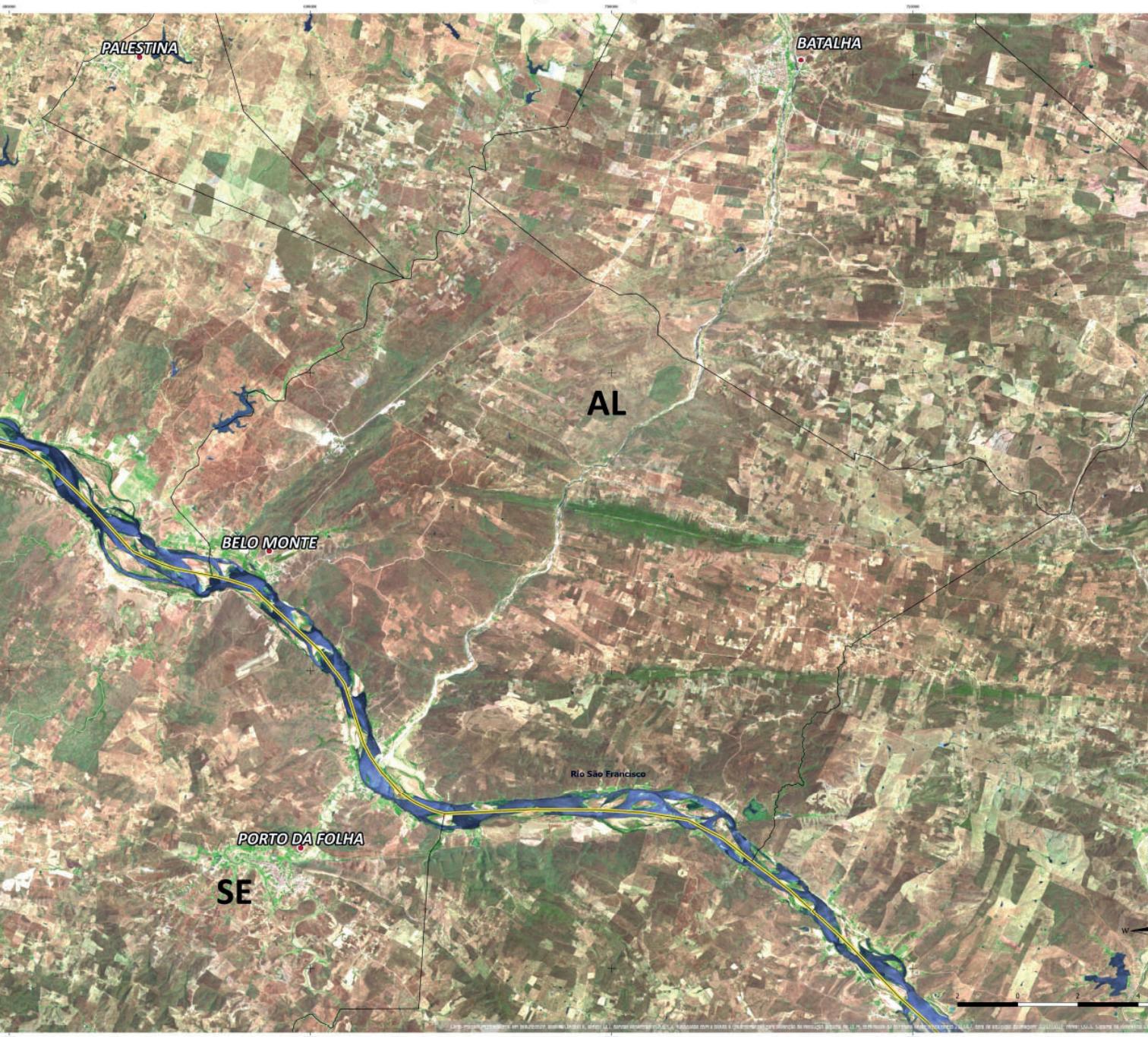
Contato:  
Fundaj/Dipes/CIEG  
Rua Dois Irmãos, 92 - Alpina - CEP 52071-440 - Recife, PE  
Telefone: (81)3073-6641  
http://www.fundaj.gov.br/cieg - cieg@fundaj.gov.br



# MUNICÍPIO DE BELO MONTE

ESTADO DE ALAGOAS

## Carta imagem Multiespectral



da  
municipais  
municipais  
Estaduais

Agricultura

Área Urbana



**Fundação  
Joaquim  
Nabuco**

Diretoria de Pesquisas Sociais - Dipes:  
Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social  
Mário Lacerda de Melo - CIEG

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU)  
Núcleo de Estudos do Estatuto da Cidade (NEST)



### CLIMAP - MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BIOMA CAATINGA: SENSORIAMENTO REMOTO, MEIO AMBIENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS

Coordenador: Prof. Dr. Nelson Cabral Freire (Fundaj)

Pesquisadores:  
Prof. Dra. Débora Cavalcanti - UFAL  
Prof. Dr. Odair Horres - UFAL  
Eng. Ambiental Flávia Micheli - UFAL

Estagiários e Bolistas:  
Vinicio D'Luccas Bezerra e Queiroz (UFPE-Fundaj)  
Guilherme Oliveira da Rocha Cunha (UFPE-Fundaj)

A partir de 1550, os exploradores iniciaram a subida pelo Rio São Francisco em busca de novas descobertas. Até chegar à Ipanema, encontraram nele uma estrada aberta para suas penetrações ao interior, que chegaram até Pesqueira, no estado de Pernambuco. Foi exatamente no ponto de encontro entre os dois rios, que se estabeleceu um núcleo populacional onde missionários, colonizadores e comerciantes dos centros maiores fadavam seus negócios. O local ficou sob o comando da Barra de Belo Monte, ainda hoje existente. O nome da localidade é de origem tupi, cujo nome é desconhecido, com destino à região hoje ocupada pelo município de Belo Monte. Fundado ali uma fazenda de gado bovino. O curral da propriedade situava-se onde é hoje a Praça Epamphoras Machado. Ainda se vêem, escavados na rocha, os buracos da Casa Grande.

O nome primitivo foi Lagoa Funda, pelo fato de existir próximo uma lagoa de grande profundidade. Segundo a tradição, o surgimento da colonização de Belo Monte foi por volta de 1822. Em 1866, foi elevada à condição de vila, com o nome de Belo Monte.

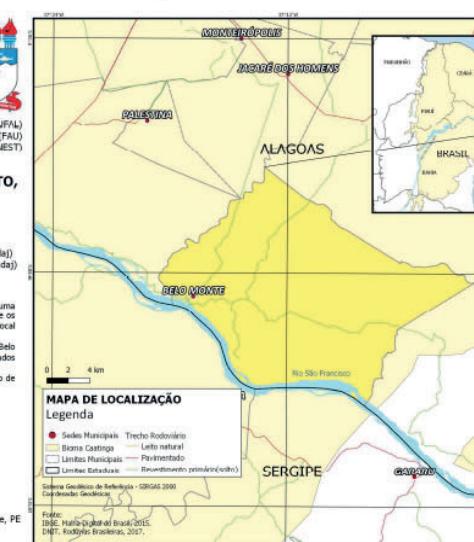
Genétilo: belo-montense

Fonte:IBGE <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/belo-monte/historico>>

BRASIL, Fundação Joaquim Nabuco, Min. da Educação. Carta imagem Multiespectral do Município de Belo Monte - AL. Fundaj, Cieg: Recife, 2019.

Agradecimentos:  
Prefeitura Municipal de Belo Monte

Contato:  
Fundaj/Dipes/CIEG  
Rua Dois Irmãos, 92 - Apipucos - CEP 52071-440 - Recife, PE  
Telefone: (81)3073-6641  
<http://www.fundaj.gov.br/cieg>



# MUNICÍPIO DE JARAMATAIA

ESTADO DE ALAGOAS

## Carta imagem Multiespectral



la  
unicipais  
unicipais

Afloramento Rochoso



Solo Exposto



Corpos hídricos superficiais

Área Urbana

Fundação  
Joaquim  
Nabuco

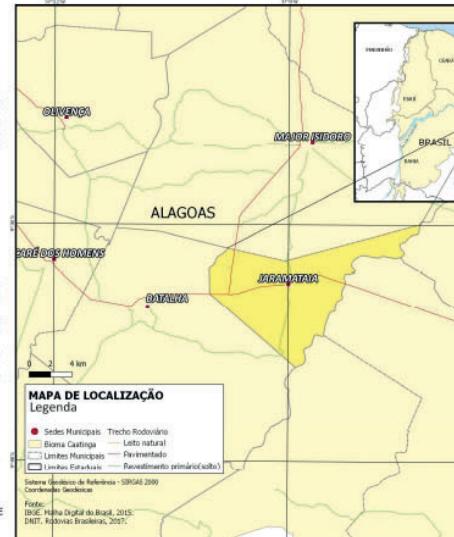
Diretoria de Pesquisas Sociais - Dipes  
Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social  
Mário Lacerda de Melo - CIEG

### CLIMAP - MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BIOMA CAATINGA: SENSORIAMENTO REMOTO, MEIO AMBIENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS

Coordenador: Prof. Dr. Nelson Cabral Freire (Fundaj)

Pesquisadores:  
Prof. Dra. Débora Cavalcanti - UFAL  
Prof. Dr. Odair Moraes - UFAL  
Eng. Ambiental Flávia Micheli - UFAL

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU)  
Núcleo de Estudos do Estatuto da Cidade (NECE)



Rejão de altitude

Fonte: Texto publicado pelo IBGE - <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/jaramataia/historico-2019>.

BRASIL. Fundação Joaquim Nabuco, Min. da Educação. Carta imagem Multiespectral do Município de Jaramataia - AL. Fundaj, Cieg: Recife, 2019.

Agradecimentos:  
Prefeitura Municipal de Jaramataia

Contato:  
Fundaj/Dipes/CIEG  
Rua Dois Irmãos, 92 - Apipucos - CEP 52071-440 - Recife, PE  
Telefone: (81)3073-6641  
http://www.fundaj.gov.br/cieg - cieg@fundaj.gov.br

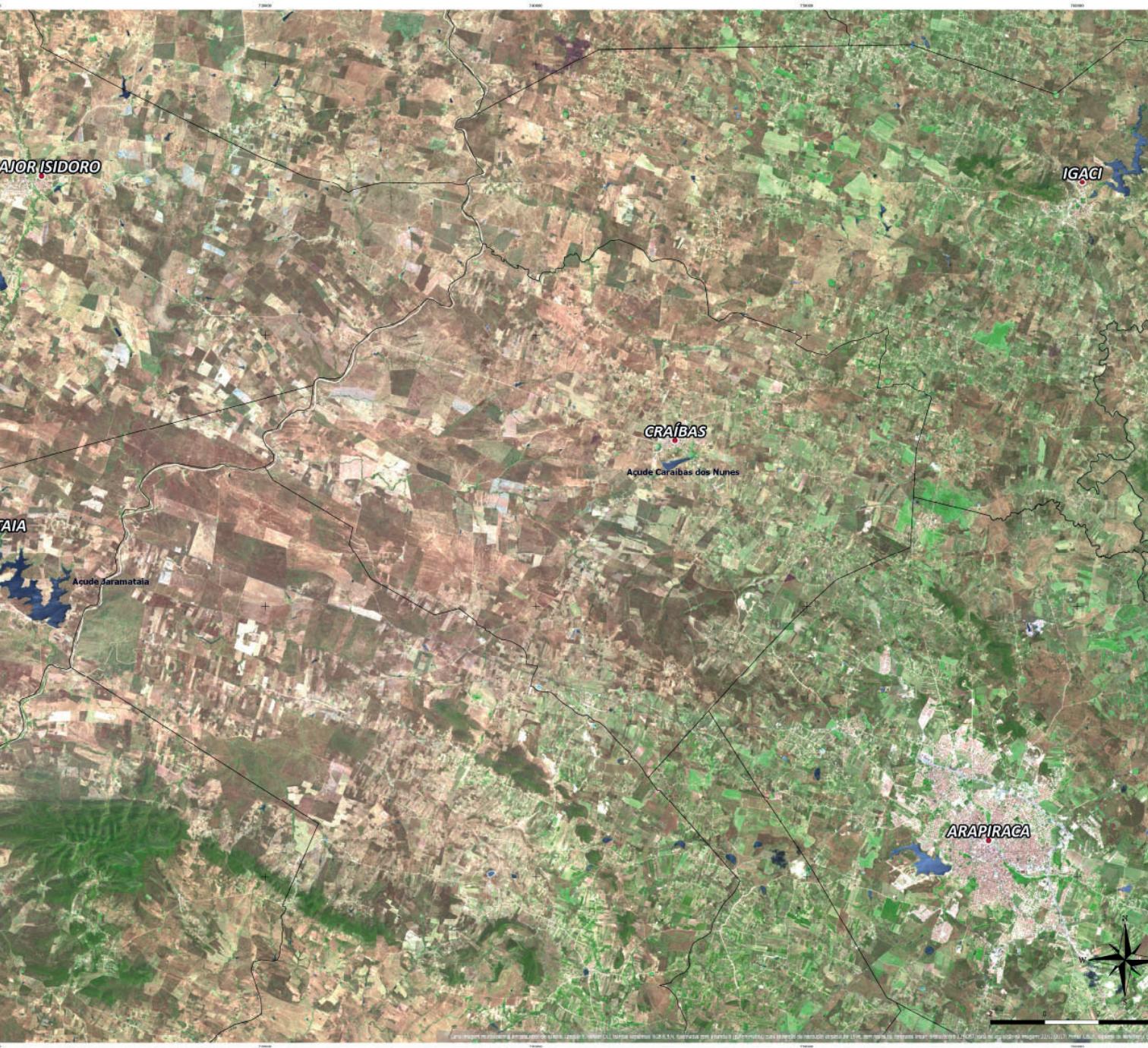
Sistema Geodésico de Referência - SGR45/2009  
Sistema Geodésico Geodésico

Foto: IBGE. Mapa Digital do Brasil, 2015;  
DNT, Rodovias Brasileiras, 2017;

# MUNICÍPIO DE CRAÍBAS

## ESTADO DE ALAGOAS

### *Carta imagem Multiespectral*



da  
s Municipais  
s Municipais

## Agricultura



## Área Urbana



### Corrosos hidráticos

Fundação  
Joaquim  
Nabuco

Directoria de Pesquisas Sociais - Dipes  
Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social  
Mário Lacerda de Melo - CIEG

**Pesquisadores:**  
Prof. Dra. Débora Cavalcanti - UFAL

Prof. Dr. Odair Moraes - UFAL  
Eng. Ambiental Flávia Machele - UFAL  
Guilherme Oliveira da Rocha Cunha (UFPE-Fundaj)  
Manelo Nunes da Silva Santos foi um dos primeiros habitantes da região onde está hoje o município de Cravais, tendo chegado por volta de 1685. Ele comprou um grande lote de terras que pertencia a Felipe Noeguera de Lima, composto basicamente de árvores e matas, particularmente, a cravais, que, no futuro, deu nome à cidade.  
Em 1702, Manelo Nunes da Silva Santos, pagou regularmente, o novo dono das terras reservas feita a ele mesmo, a morte de sua mulher, Jósefa Teixeira de Souza, em 1702, Jósefa Teixeira era a única filha de seu lar, com a qual teve esteas filhas: Ana, que foram divididas, Agenor, que teve uma filha e que se casou com o

1982, Manoel Nunes era o único dono de tudo. Com a partilha dos bens entre filhas e genros, as terras foram divididas. A partir daí, foi iniciado por eles o desenvolvimento no povoado.

No inicio do século XX que Crábas passou a ter características de cidade. Em 23 de março de 1923 foi realizada a primeira feira pública. Em 1929 foi instalado o primeiro cartório de registro civil.

A emancipação política de Crábas ocorreu no ano de 1962, através da Lei 2.471. O projeto, de autoria do deputado José Pereira Lúcio, foi aprovado na Assembleia Legislativa e sancionado pelo então governador Luiz Cavalcante. Antônio Barbosa, foi nomeado prefeito a realização de eleições no mesmo ano.

Crabas tem, em seu calendário, duas festividades bastante movimentadas: a festa de Emancipação Política (23 de abril) e a festa da padroeira, Nossa Senhora da Conceição (8 de dezembro).

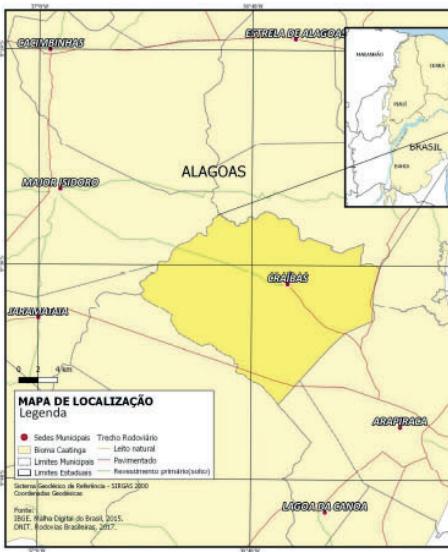
BRASIL. Fundação Joaquim Nabuco

Agradecimentos:  
Prefeitura Municipal de Cravinhos  
Fundaj/Dipes/CIEG  
Rua Dom Irmãoz, 92 - Apipucos - CEP 52071-440 - Recife,  
Telefone: (81)3073-6641  
<http://www.fundaj.gov.br/cieg - cieg@fundaj.gov.br>



Universidade Federal de Alagoas (UFAL)  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU)  
Núcleo de Estudos do Estatuto da Cidade (NEST)

## **ÚBLICAS**





# RESUMO EXPANDIDO

**TÍTULO DO PROJETO: CLIMAP - MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BIOMA CAATINGA: SENSORIAMENTO REMOTO, MEIO AMBIENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS.**

Título do Subprojeto: **Mudanças Climáticas e Pandemia Covid-19 no Bioma Caatinga: Revisão Bibliográfica Sobre os Impactos Socioambientais na Região. (Título Anterior: Registro, Análise e Mapeamento do Comportamento Espectroradiométrico da Caatinga).**

Orientador: **Prof. Dr. Neison Cabral Ferreira Freire**

Bolsista: **Thiago Breno de Medeiros Carmo**

A pesquisa “Climap – Mudanças Climáticas no Bioma Caatinga: Sensoriamento Remoto, Meio Ambiente e Políticas Públicas” (Resolução Condir nº 249, de 30/03/2017) teve por objetivo geral investigar, por meio da observação satelital de última geração e da modelização da superfície continental, as mudanças ocorridas nos últimos 30 anos nas áreas sob o domínio da vegetação remanescente de caatinga.

Todavia, com o acometimento da pandemia decovid-19, abruptas implicações logísticas, sobretudo alinhadas às recomendações de isolamento social, direcionaram a metodologia da pesquisa sobre outros panoramas. Assim, na impossibilidade de contestações *in loco*, necessárias à confirmação dos dados coletados obtidos via satélite, optou-se por conduzir a pesquisa por um viés de revisão bibliográfica, agregando reflexões a respeito do cenário pandêmico e suas consequências junto aos efeitos das modificações climáticas.

Sendo assim, a pesquisa se materializou em contextualizar informações da esfera científica, com relevantes contribuições viabilizadas em jornais e revistas internacionais. Desta maneira, aproximando o raciocínio sobre a popularização de alertas socioambientais e consequências atribuídas à continuidade de atividades incompatíveis às capacidades de resiliência do planeta e readequações sociais. Através disto, foi possível constatar que apesar de uma mínima diminuição nos índices de poluentes e degradações ambientais, consequentes às atividades antrópicas durante o curto período de isolamento social e parada temporária de grande parte das atividades econômicas (BORGES, 2020). Apesar disto, pouco se sabe como estas dinâmicas desenvolveram-se em regiões onde lacunas científicas historicamente negligenciam a formação de base de dados e viabilidades de estratégias políticas.

O bioma Caatinga compartilha desta situação. Fora do alcance das grandes emissoras jornalísticas, a falta de água, alimento e moradia somaram-se às recomendações das autoridades sanitárias contra a pandemia, exigindo de muitos indivíduos capacidades adaptativas além de seus alcances. Em vista disto, estas questões chamam a atenção a um conhecido embate, sobretudo travado no meio político, onde se discutem as parcelas de atribuição às influências antrópicas sobre as transformações do planeta e os acometimentos de fenômenos extremos. Os conflitos de interesses que permeiam cada fase destes diálogos ora põem em prática ações comprometidas com o resguardo das características ambientais, ora mostram-se inoperantes diante da soberania das economias nacionais. Neste mesmo viés, temos ainda as dificuldades enfrentadas dentro dos próprios governos, que de maneira expressa ou velada possuem representantes em ambos os lados do debate.

Assim, ao alinharmos tal contexto de conflitos sobre as características socioambientais brasileiras, temos no Bioma Caatinga a personificação de realidades biofísicas e socioeconômicas únicas e sensíveis às transformações condicionadas na biosfera (FREIRE, 2017). Mais ainda, por ser um ecossistema resistente às severas condições hidroclimáticas características ao clima quente e seco do semiárido brasileiro, diferentemente de outros biomas nacionais, a vulnerabilidade da Caatinga vem se dando não pela supressão das características de seu macro clima, mas sim pela potencialização deste, gerando desertificações e desequilíbrios nas esferas ambientais, sociais, econômicas, microrgânicas, entre outras.

O prolongamento de estações secas além de predispor a ocorrência de processos desertificáveis, incêndios e morte de algumas espécies de animais e vegetais por falta de alimento e moradia, expandem as variáveis de susceptibilidades à pobreza extrema e à difusão de zoonoses. Outrossim, são as condições que estas modificações potencializadas pelas mudanças climáticas impõem às populações locais, especificamente as mais pobres, que na tentativa de nutrir-se de maneiras alternativas tanto se expõem ao consumo de animais selvagens como gradativamente contribuem à pobreza e à poluição dos solos, visto que pela ausência de técnicas adequadas às características da região muitas destas áreas têm seu tempo de utilização reduzido, levando à busca por novas áreas e consequentes degradações.

As vulnerabilidades que cercam as questões da segurança alimentar na Caatinga exponenciam as incongruências das normatizações ambientais brasileiras, denunciando o paralelo entre as extensivas propriedades rurais e pequenas atividades familiares, que de formas desiguais travam a batalha adaptativa contra os impactos que as modificações locais, regionais, nacionais e globais vêm exercendo sobre o bioma (MARENKO; TORRES; ALVES, 2017). Concomitantemente, é imprescindível salientar que muitas das ações irregulares sobre o bioma se valem da errônea ideia de área inóspita, desconsiderando que entre as particularidades biofísicas da Caatinga coexistem uma vasta diversidade faunística e florística, sendo um ecossistema de suma importância para a ma-

nutenção do equilíbrio trófico nacional, e consequentemente global, visto que também contribui ao sequestro de carbono atmosférico.

Por fim, não se sabe ao certo quais os efeitos da pandemia decovid-19 avançaram sobre o bioma Caatinga, o que se sabe é que a região é tradicionalmente marcada pelas dificuldades e pelos inacessos a elementos básicos da sobrevivência humana. Ainda assim, os atuais acontecimentos climáticos e pandêmicos convergem para uma linha reflexiva onde inúmeros gatilhos podem estar prestes a serem acionados dentro do bioma, maximizando cenários de fragilidades ambientais e sociais. O não acompanhamento de uma região como a Caatinga, onde diversas capacidades de resiliência constantemente são exigidas, prontamente contribuem ao surgimento de novas zooantroposes (doenças transmitidas de animais para humanos), como também, seguindo o caminho inverso, a natureza pode ser contaminada por patógenos de origem humana (antropozoonoses) (PEUCH, 2020).

Assim, como midiatizado pela origem da pandemia decovid-19, fica-nos identificável que desencorajar expansões de novas fronteiras agropecuárias, e de subsistência, ambas características bem presentes no bioma Caatinga, personifica-se como um dos diálogos que urgem ser substanciados, se não o mais importante a ser difundido entre aqueles que de alguma forma se relacionam com o bioma. Por fim, tem-se na exposição dos diálogos aqui trazidos não apenas um somatório de ameaças, mas sim de uma multiplicação de impactos socioambientais e econômicos, derivados das degradações ambientais que nitidamente carecem de estudos científicos, e, sendo assim, precisam ser mais dialogadas e aprofundadas.

## REFERÊNCIAS:

BORGES, C. **COVID-19 e meio ambiente:** especialistas alertam para a importância do equilíbrio entre a vida natural e humana. Brasil, 27 de abr. de 2020. Entrevista concedida à O GIFE. Disponível em: <<https://gife.org.br/covid-19-e-meio-ambiente-especialistas-alertam-para-a-importancia-do-equilibrio-entre-a-vida-natural-e-humana/>>. Acessado em: 02 de jul. de 2020.

FREIRE, N. **Vulnerabilidades socioambientais no semiárido brasileiro.** Fiocruz, Rio de Janeiro: 2017.

MARENGO, J.A.; TORRES, R.R. E.; ALVES, L.M. (2017). **Seca no nordeste do Brasil - passado, presente e futuro.** Teoria e Climatologia Aplicada 129, 1189-1200. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>.

PEUCH, V. H. **Covid-19: o impacto da pandemia no meio ambiente.** Europa, 20 de abr. de 2020. Entrevista concedida à Euronews. Disponível em: <<https://pt.euronews.com/2020/04/13/covid-19-o-impacto-da-pandemia-no-meio-ambiente>>. Acessado em: 02 de jul. de 2020.

DIRETORIA DE PESQUISAS SOCIAIS - DIPES  
CENTRO INTEGRADO DE ESTUDOS GEORREFERENCIADOS PARA  
PESQUISA SOCIAL MARIO LACERDA DE MELO - CIEG

RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
PIBIC CNPQ/FUNDAJ

ORIENTADOR: **PROF.DR. NEISON CABRAL FERREIRA FREIRE**  
BOLSISTA: **THIAGO BRENODE MEDEIROS CARMO**

ÁREA / SUBÁREA DO PROJETO: **GEOGRAFIA, GEOCIÊNCIAS,  
ECOLOGIA.**

Título do Projeto: **CLIMAP - MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BIOMA CAATINGA:  
SENSORIAMENTO REMOTO, MEIO AMBIENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS.**

Título do Subprojeto: **MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PANDEMIA COVID-19 NO BIOMA  
CAATINGA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS  
NA REGIÃO. (TÍTULO ANTERIOR: REGISTRO, ANÁLISE E MAPEAMENTO  
DO COMPORTAMENTO ESPECTRORADIOMÉTRICO DA CAATINGA).**

**Recife**  
**Julho de 2020**

**THIAGO BRENO DE MEDEIROS CARMO**

Título do Projeto: **CLIMAP - MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BIOMA CAATINGA: SENSORIAMENTO REMOTO, MEIO AMBIENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS.**

Título do Subprojeto: **MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PANDEMIA COVID-19 NO BIOMA CAATINGA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA REGIÃO. (TÍTULO ANTERIOR: REGISTRO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DO COMPORTAMENTO ESPECTRORADIOMÉTRICO DA CAATINGA).**

**Relatório final apresentado ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – como resultado do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC –, com tutoria na Fundação Joaquim Nabuco – Fundaj –, tendo por orientador o prof. Dr. Neison Cabral Ferreira Freire.**

**Recife  
Julho de 2020**

# SUMÁRIO

Nota do orientador .....	166
Resumo .....	167
Resumen .....	168
1. Apresentação e objetivos do Projeto e Subprojeto .....	169
2. Procedimentos metodológicos .....	170
3. Revisão da literatura sobre o tema do subprojeto .....	171
3.1 Introdução .....	171
3.2 Mudanças climáticas globais: das causas naturais às antrópicas .....	173
3.3 Políticas públicas: uma balança entre o capital e o meio ambiente .....	175
3.4 Algumas evidências sobre as mudanças climáticas globais .....	178
3.5 Do internacional ao regional, uma síntese das políticas públicas e suas relações as vulnerabilidades do Bioma Caatinga .....	180
4. Pandemia Covid-19 e impactos no meio ambiente .....	184
5. Conclusões: discussão dos principais resultados obtidos no subprojeto .....	194
Referências .....	198

## NOTA DO ORIENTADOR

Em função da desistência e substituição do bolsista anterior e devido ao pouco tempo hábil para elaboração de uma pesquisa mais longa, além do perfil acadêmico do novo bolsista na área da Geografia, optou-se pela redefinição do subtítulo anteriormente proposto por uma temática que estivesse relacionada à área de atuação do atual bolsista, Thiago Breno de Medeiros Carmo.

O tema aqui desenvolvido contribuiu e atualizou a perspectiva das mudanças climáticas no bioma Caatinga, incorporando uma nova frente de pesquisa sobre os possíveis impactos da pandemia decovid-19 na Caatinga, tanto em áreas naturais protegidas como nas populações de alta vulnerabilidade que habitam extensas áreas de clima semiárido no Nordeste brasileiro.

Por ser um tema ainda em evolução, tanto do ponto de vista epistemológico como processual, o trabalho de pesquisa desenvolvido pelo bolsista objetivou incorporar os desafios do desenvolvimento sustentável na região estudada, tomando como base o acréscimo de outro fator de risco, tanto aos grupos sociais envolvidos como aos ambientes naturais. A sobreposição de riscos – mudanças climáticas e pandemia –, todavia, como mostrou esse trabalho, não traz um somatório, mas sim uma multiplicação de impactos socioambientais e econômicos, que ainda estão para serem mapeados. O estudo contribuiu, portanto, com a abertura de novas frentes de pesquisa científica, tanto para o orientando como para o orientador.

Recife, 27 de julho de 2020.

**PROF. DR. NEISON CABRAL FERREIRA FREIRE**

Orientador PIBIC

Pesquisador Titular da Fundação Joaquim Nabuco - Fundaj

## RESUMO

O presente relatório tem como desígnio promover a reflexão sobre como as interações humanas e seu desenvolvimento tecnológico vêm transformando as paisagens naturais e, consequentemente, interagindo com as modificações climáticas globais. Pensando nisto, reunimos neste estudo um conjunto de dados explorados e avaliados qualitativa e quantitativamente, para assim expor os diálogos em três propostas centrais. A primeira é buscar demonstrar como o aperfeiçoamento tecnológico pela humanidade consequentemente transformou paisagens naturais em regiões-paisagens, atribuindo assim características identitárias, culturais e socioprodutivas a ambientes que outrora encontravam-se intocados pelo Homem. Em continuidade, buscamos aqui exponenciar como a quebra da biodiversidade natural ocasionada pela inflexibilidade dos padrões insustentáveis característicos ao mercado de capital global vem potencializando o acometimento de fenômenos extremos, que, entre outros, podemos destacar: derretimento de geleiras, desertificações de áreas e aparecimento/difusão de zoonoses. Desta maneira, e enfatizando esta última problemática, pontuamos nesta pesquisa alguns aspectos da pandemia de covid-19, principalmente em como a modificação das paisagens potencializam a ruptura de barreiras naturais existentes nos *habitats* ecossistêmicos. Por fim, tratamos de contextualizar estas discussões às realidades políticas e ambientais desde a esfera internacional à local, aplicando-as sobre a diversidade ecossistêmica presente no bioma Caatinga, onde, devido a suas sensibilidades e especificidades, tentamos alinhar o paralelo existente entre vulnerabilidades – degradações e degradações – ambientação favoráveis a zoonoses. Assim, e longe de tentar comprovar a equivalência das degradações presentes na Caatinga à possibilidade de novas doenças virais, esta pesquisa se alinha em demonstrar como tal área ecossistêmica necessita de novos estudos e levantamentos de dados, não só para que por meio disto sejam propostas novas políticas de uso sustentáveis, mas substancialmente para se evitar que desinformações ou descompromissos ambientais desfavoreçam o desenvolvimento econômico e social da região.

**Palavras-chave:** Covid-19, Desenvolvimento socioeconômico, Desenvolvimento sustentável, Mudanças climáticas, Sustentabilidade da Caatinga.

## RESUMEN

El propósito de este informe es promover la reflexión sobre cómo las interacciones humanas y su desarrollo tecnológico han ido transformando los paisajes naturales y, en consecuencia, interactuando con los cambios climáticos globales. Con esto en mente, reunimos en este estudio, un conjunto de datos explorados y evaluados cualitativa y cuantitativamente, con el fin de exponerlos diálogos entre propuestas centrales, primero en buscar demostrar cómo la mejora tecnológica de la humanidad, en consecuencia, transformó los paisajes naturales en paisajes-regiones, atribuyendo de ahí, las características identitarias, culturales y socio-productivas de ambientes que alguna vez fueron intocados por el hombre. En continuidad, buscamos aquí exponer cómo la ruptura de la biodiversidad natural, provocada por la inflexibilidad de patrones insostenibles característicos del mercado global de capitales, ha estado potenciando la participación de fenómenos extremos, que entre otros, podemos destacar: deshielo de glaciares, desertificación de áreas y aparición / difusión de zoonosis. De esta forma, y enfatizando este último problema, señalamos en esta investigación algunos aspectos de la pandemia Covid-19, principalmente, en cómo la modificación de los paisajes potencialmente rompe la barrera natural existente en los hábitats de los ecosistemas. Finalmente, tratamos de contextualizar estas discusiones con las realidades políticas y ambientales desde el ámbito internacional al local, aplicándolas a la diversidad ecosistémica presente en el bioma de Caatinga, donde, por sus sensibilidades y especificidades, intentamos alinear el paralelo existente entre vulnerabilidades - degradaciones y degradaciones - ambiente favorable a las zoonosis. Así, y lejos de intentar probar la equivalencia de las degradaciones presentes en la Caatinga con la posibilidad de nuevas enfermedades virales, esta investigación se alinea con demostrar cómo tal área ecosistémica necesita nuevos estudios y levantamientos de datos, no solo para que se propongan nuevas políticas, uso sostenible, pero sustancialmente para evitar que la desinformación o la desvinculación ambiental socaven el desarrollo económico y social de la región.

**Palabras clave:** Cambio Climático, Desarrollo Socioeconómico, Desarrollo sostenible, Sostenibilidad de Caatinga.

## 1. APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS DO PROJETO E SUBPROJETO

A pesquisa “Climap - Mudanças Climáticas no Bioma Caatinga: Sensoriamento Remoto, Meio Ambiente e Políticas Públicas” (Resolução Condir nº 249, de 30/03/2017) tem por objetivo geral investigar como a observação satelital de última geração e a modelização da superfície continental sob o domínio da vegetação remanescente de caatinga, por meio de métodos adequados à análise e ao tratamento de dados espectrais e validados por pesquisas de campo em áreas selecionadas e apoiado por literatura científica atualizada, podem contribuir para que o País possa ter êxito em relação aos compromissos assumidos em relação aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 1 (ODS) aprovados pela Organização das Nações Unidas (ONU) em setembro de 2015, na cidade de Nova York, e o Acordo do Clima, aprovado em Paris em dezembro do mesmo ano.

Para desenvolver o tema proposto pela pesquisa Climap, este subprojeto de pesquisa tem como objetivo geral aprofundar e discutir a gênese sobre as mudanças climáticas no âmbito global e como se dão as repercussões no Brasil e, mais especificamente, no bioma Caatinga. Para tanto, uma revisão de literatura sobre o tema está sendo executada com enfoque especial sobre a vulnerabilidade social das populações residentes no espaço dominado pela vegetação de Caatinga, caracterizado por ambientes com alta biodiversidade e, ao mesmo tempo, impactados por processos de desenvolvimento mais recentes que fragmentam o território, além de colocar em xeque a sustentabilidade ambiental dos ambientes naturais.

Tal fragmentação vem exibindo uma configuração de espaços heterogêneos em termos de desenvolvimento socioeconômico, onde antigas e tradicionais estruturas de poder e domínio de territórios passam a conviver com espaços dinâmicos e conectados com mercados globais, como é o caso, por exemplo, do polo irrigado de fruticultura de Petrolina e o avanço da soja na região do Oeste Baiano, em Bom Jesus da Lapa e Luís Eduardo Magalhães, dentre outras localidades. Logo, espera-se que as capacidades de resiliência e adaptação sejam distintas nesses grupos sociais. Essa hipótese aqui formulada parte da premissa de que, apesar de as mudanças climáticas serem globais, as repercussões nos meios de produção e condições de vida podem ser diferentes, segundo as condições que cada localidade ou região apresente em relação aos meios e modos de produção diante de tais mudanças no clima.

Nesse contexto, a análise do alcance e da efetividade de políticas públicas setoriais se torna relevante no cenário de mudanças socioeconômicas observado atualmente no Brasil e no mundo. Tal situação coloca em evidência a importância não apenas da conservação da biodiversidade em regiões periféricas ou de economia retardatária – –como ainda é o caso de extensas áreas do semiárido brasileiro –, mas também o desafio apresentado aos gestores públicos e ao setor privado no que se refere à necessidade urgente e

crescente por consumo de recursos naturais de grande parte da população com altos índices de vulnerabilidade social. Além disso, há uma constante demanda por novas áreas para a expansão das atividades agropastoris na área do bioma Caatinga. Essa demanda, quando associada a um cenário previsto por especialistas e organismos multilaterais de mudanças climáticas mais severas em ambientes semiáridos, faz emergir a incerteza e poderá colocar em risco econômico o modelo brasileiro do agronegócio exportador de commodities.

Refletir sobre como as alterações dos parâmetros de temperaturas afetam os vetores de adaptações tecnocientíficas do país e seus variados setores (energia, agricultura, água, indústria, proteção ambiental...) (MAGRIN *et al.*, 2014) é imprescindível para o aprimoramento de políticas públicas que visem a adaptabilidade e a convivência com as mudanças climáticas, especialmente no ambiente semiárido sob o domínio da vegetação de Caatinga.

Embora inicialmente este subprojeto de pesquisa estivesse voltado exclusivamente ao registro de assinaturas espectrais de espécies endêmicas da Caatinga –uma área específica do Sensoriamento Remoto Hiperespectral –envolvendo uma proposição de estratégias de recuperação de áreas degradadas no cenário das mudanças climáticas no bioma, tornou-se evidente a necessidade de um redirecionamento dessa parte da pesquisa Climap no sentido de aprofundar uma revisão atualizada da literatura e seu respectivo estado da arte, dada a complexidade e a transdisciplinaridade das mudanças climáticas que permeiam e perpassam várias áreas do conhecimento. Assim sendo, após essa reflexão *ex ante*, objetiva-se a formulação de uma reflexão teórico-metodológica que permita avaliar as mudanças climáticas e a vulnerabilidade social no bioma Caatinga sob a ótica de novos desafios ao desenvolvimento sustentável da região e possíveis impactos geradores de condições favoráveis ao surgimento de zoonoses, contextualizando a importância deste estudo aos panoramas da pandemia de covid-19.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este relatório é fruto de um conjunto de pesquisas exploratórias e descritivas, em que se propôs investigar a influência das mudanças climáticas e suas relações com as atividades sociais, econômicas e ambientais desenvolvidas pelo Homem no decorrer de seu processo histórico de desenvolvimento, dando ênfase ao período atual caracterizado por alguns teóricos como Antropoceno.

Para isto, de modo a substanciar um diálogo a respeito da temática aqui proposta, alinhamos por meio de uma revisão bibliográfica um conjunto de vieses teóricos, em que informações de relatórios governamentais, dados de comunidades científicas e considerações de jornais e revistas de influência no cenário internacional puderam ser contextualizadas.

Quanto às abordagens deste relatório, encontram-se aqui expostas perspectivas qualitativas e quantitativas, agregando números e reflexões na tradução das informações

coletadas. Outrossim, são as delimitações das variáveis contidas no direcionamento de interesses e manipulação dos dados científicos, ora utilizados em negação, ora em afirmação à participação das atividades antrópicas nas modificações climáticas.

Já em delimitação do cenário pesquisado, partimos de um contexto mundial, explicitando tanto as consequências das interações antrópicas (agressivas ao meio natural) como também elucidando as políticas internacionais de mitigação das poluições e degradações do meio ambiente. Posteriormente, de forma gradativa, buscamos especificar o contexto latino-americano de tais governanças, ao ponto finalístico de demonstrar como as normatizações brasileiras, especificamente somadas ao gerenciamento pernambucano, lidam com as diferentes realidades de enfrentamento às mudanças climáticas correlatas à porção estadual compreendida pelo Bioma Caatinga.

Por fim, devido às recomendações sanitárias, tendo o isolamento social como principal medida de amenização aos impactos do SARS-CoV-2, causador da covid-19, as análises de campo da presente pesquisa tiveram de ser canceladas. Apesar disto, e observando a importância de dialogar sobre tal realidade, nos propusemos a reunir dados bibliográficos que correlacionassem degradações ambientais ao surgimento de zoonoses, e como o ecossistema Caatinga, mais precisamente a sua degradação, poderia favorecer o desequilíbrio natural, característico a estas situações de contaminações virais.

### **3. REVISÃO DA LITERATURA SOBRE O TEMA DO SUBPROJETO**

#### **3.1 Introdução**

Com o objetivo de sintetizar e divulgar os mais altos estudos e novos conhecimentos sobre mudanças climáticas, em 1988, por intermédio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente –PNUMA– e da Organização Meteorológica Mundial –OMM–, foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas –IPCC (sigla em inglês). Mais especificamente, os relatórios anuais do IPCC apontam causas e efeitos, riscos sociais e ambientais, além de propor caminhos para combater tais problemáticas. Entre estas coletâneas, damos destaque ao documento de 2004, que definiu mudanças climáticas como sendo: “[...] uma variação a médio ou longo prazo em parâmetros climáticos, tais quais: temperaturas, precipitações ou ventos” (IPCC, 2004, p. 3).

Desta maneira, atrelando as possibilidades contextuais ao que pudemos debruçarmo-nos sobre a inserção do termo “atividades humanas”, o relatório do IPCC (2019, p. 5) alterou a nomenclatura de mudanças climáticas para: “as alterações climáticas dadas numa forma abrupta de mudança do clima, atribuídas direta ou indiretamente às ativi-

dades humanas capazes de alterar a composição da atmosfera global e que em adição a variabilidade natural do clima é observada sobre longos períodos”.

A partir disto, inúmeras ações conjuntas e estratégicas vêm sendo tomadas, desdobrando-se em influências locais, regionais, nacionais e internacionais, podendo estas estarem personificadas no formato de encontros, convenções, congressos, tratados, acordos e metas. Ambas em caráteres públicos normativos, e apesar das dualidades pautadas por conflitos de interesses, tais políticas públicas à medida que visam manter a estabilidade econômica das nações, tentando evitar seus colapsos ambientais, também expõe as fragilidades destas articulações, apesar de suas relevâncias nas esferas políticas, sociais, ambientais e econômicas no enfrentamento das mudanças climáticas.

Já com relação ao nosso país, somos um importante parceiro tanto nas pesquisas quanto na adoção de normatizações ambientais e combate às mudanças climáticas. E tendo em vista a proporção continental do Brasil, é possível identificar tomadas de ações e planejamentos, compreendidos entre as políticas internacionais, latino-americanas, nacionais e regionais. Contudo, não há dúvidas de que se tratando de pesquisas referentes às vulnerabilidades ambientais e enfrentamento das mudanças climáticas, a região amazônica é uma das áreas brasileiras mais contempladas e, consequentemente, mais amparadas pelo desenvolvimento de ações.

Apesar disto, o aumento dos impactos ambientais nas áreas do Nordeste brasileiro, em especial as compreendidas pelo bioma Caatinga, vem chamando a atenção de novos estudos e, paralelamente, de políticas socioambientais, necessárias à amenização das fragilidades existentes. Sobre estas, Simões *et al.* (2010) nos aponta que nesta região chuvas irregulares, escassez de água potável, prolongados períodos de secas e alta vulnerabilidade socioeconômica caracterizam os mais de 940 mil km<sup>2</sup> do Sertão, onde se encontra inserido o bioma Caatinga.

Há ainda ligados a estes fatores os impactos ambientais, que ora se denunciam pelas práticas insustentáveis de agricultura, das quais podemos destacar as interações familiares, econômicas-produtivas e sociais (OBERMAIER, 2011), ora pelos conflitos de interesses políticos e econômicos que historicamente se desenvolvem na região, acarretando a formação de privilégios em recursos naturais e investimentos públicos e privados, diferenciando as capacidades de adaptações aos impactos climáticos (OBERMAIER & LA ROVERE, 2011).

Destarte, este trabalho é fruto das reflexões contextuais desenvolvidas pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC–, desenvolvido no Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para Pesquisa Social Mario Lacerda de Melo – CIEG–, que está integrado à Fundação Joaquim Nabuco – Fundaj, trazendo em seu desenvolvimento as reflexões teórico-metodológicas sobre as mudanças climáticas, partindo da esfera macro, panoramas mundiais, à micro, destacando as vulnerabilidades do bioma Caatinga pela ótica de suas interações socioambientais e ministrações de políticas públicas.

Apesar do curto período para o desenvolvimento da pesquisa, apenas 6 meses, dentre os quais 5 meses encontraram-se compreendidos entre o período de pandemia de covid-19, em que as orientações passaram a ser remotas, via ferramentas tecnológicas de comunicação, ficando assim impossibilitadas análises de campo para o aprofundamento do trabalho, entende-se que o objetivo principal foi alcançado, ao se revisar as principais políticas públicas de enfrentamento às mudanças climáticas em suas escalas internacionais, nacionais e regionais, e, com relação a estas últimas, explanando as normatizações pernambucanas. Além disto, apontamos aqui as principais fragilidades da Caatinga, em especial destacando as lacunas de dados a respeito de estudos mais amplos sobre a região, uma vez que se sabe que a partir destes conhecimentos novas políticas podem ser formadas, da mesma forma que as já existentes podem ser readequadas para uma melhor aplicabilidade.

### **3.2 Mudanças climáticas globais: das causas naturais às antrópicas**

De todos os elementos contribuintes às mudanças climáticas, pode-se dizer que a queima de matérias orgânicas é a que possui maior notoriedade entre os diversos debates ambientais, primeiro pela facilidade em se consumar tal ação, ocasionando a liberação de CO<sub>2</sub>, segundo por ter sido este o ápice energético da Era Antropogênica, com o desenvolvimento de máquinas movidas a vapor. No entanto, vale salientar que os gases de dióxidos de carbono são compostos naturais de nosso planeta, e necessariamente não decorrem das atividades antrópicas sobre a natureza, visto que, em exemplificação, temos na respiração de animais e vegetais a produção natural deste gás, como ainda em erupções vulcânicas e na “respiração” dos oceanos.

O CO<sub>2</sub> representa -0,03% do ar atmosférico, e com o nitrogênio (78,08%) e o oxigênio (20,94%) são responsáveis tanto pela formação da camada de ozônio como pelo efeito estufa, ambos fundamentais à manutenção da vida no planeta. Entretanto, desde a transição do sistema feudal para o sistema capitalista (1760 – 1840), marcada principalmente pela inserção de maquinários, de início movidos pelo vapor da queima de carvão mineral, tem-se observado cada vez mais mudanças relacionadas às taxas naturais dos gases atmosféricos. Relatórios do IPCC (2019) demonstram que a absorção de calor por tais gases vem gerando nos últimos 50 anos um aumento na temperatura do globo, e, em decorrência disto, um desequilíbrio dos ciclos naturais, sendo capazes de potencializar a configuração de novas fronteiras: desertificáveis, alagáveis e degeláveis.

Assim, percebesse que se ressalta não apenas um debate a respeito das consequências dos atos gerados nos últimos 50 ou 100 anos, mas sim o que se pode/deve fazer a respeito da tentativa de se evitar maiores desajustes ao meio natural. Ainda em confirmação a estas mudanças, dados do PNUMA, em conjunto com o Instituto Goddard de

Estudos Espaciais IGEE (2019), nos mostram que de fato a frequência das variabilidades do clima global tem correlação com as ações antrópicas (Figura 2). Isto pelo fato de terem sido realizadas diversas projeções meteorológicas em centros mundiais de pesquisas da Europa, do Japão, da Austrália e dos Estados Unidos, no intuito de se constatar uma possível explicação a tais mudanças que não estivesse ligada ao Homem.

Os dados descartaram as emissões vulcânicas nos últimos 300 anos, pois as mesmas foram consideradas incapazes de produzir tamanha quantidade de Gases de Efeito Estufa–GEE–, presentes na atmosfera. No entanto, mostrou-se que os níveis de variações solares no início do século XX não poderiam ser descartados como possíveis causas do aumento da temperatura global, porém sendo considerados incapazes de sozinhos produzirem o quantitativo presente na camada de ar que envolve o planeta, levando os pesquisadores do quartorelatório do IPPC a declararem as variações como sendo uma mudança “interna e naturalmente forçada” (IV IPCC, 2007).

**Figura 2: Variabilidade da temperatura global entre os anos de 1880-2019.**

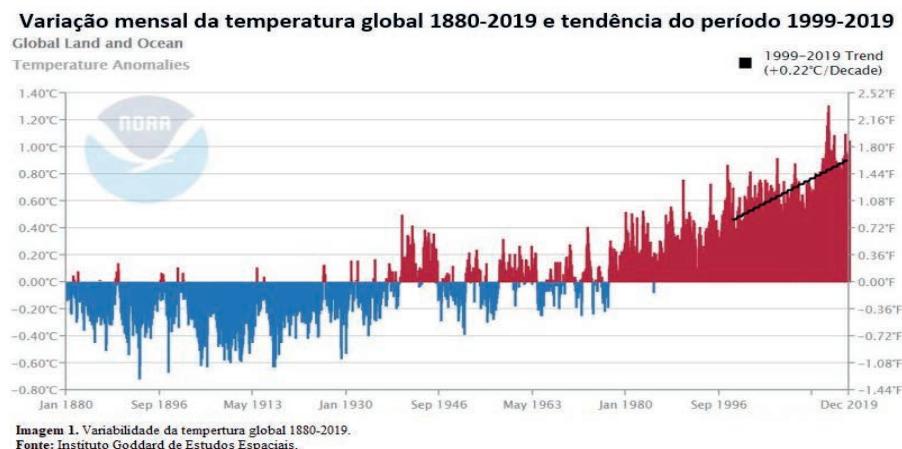


Imagen 1. Variabilidade da tempertura global 1880-2019.  
Fonte: Instituto Goddard de Estudos Espaciais.

**Fonte: Instituto Goddard de Estudos Espaciais (2020).**

Dessa maneira, e como interpretável no gráfico anterior, o aumento da temperatura do ar atmosférico global vem sofrendo fortes distorções nos últimos 130 anos, e, em virtude disto, várias linhas de pensamentos vêm se debruçando em tentar compreender tal fenômeno, uns considerando estes aumentos de temperaturas como algo natural ao planeta, como Ayoade (2002), e outros atribuindo tais condições às atividades antrópicas tal qual infere o relatório do IPCC (2007).

O que de fato deve ser considerado preocupante, assim como anteriormente nos apresentou os relatórios do III e IV IPCC, não é a existência das mudanças climáticas, mas a acelerada periodicidade entre estas transições. Tais informações significativamente foram comprovadas assim que o quinto relatório do IPCC foi publicado em Estocolmo na Suécia no ano de 2013, nos revelando que:

[...] o aquecimento do sistema climático é inequívoco e, desde os anos 1950, muitas das mudanças observadas não têm precedentes em décadas ou milênios. A atmosfera e o oceano se aqueceram, a quantidade de gelo e neve diminuiu, o nível do mar se elevou e as concentrações de GEE aumentaram. Cada uma das últimas três décadas tem sido sucessivamente mais quente na superfície terrestre que qualquer década anterior desde 1850 [...]. (IPCC, 2013)

Seguindo-se esta linha de raciocínio, não nos restam dúvidas de que os impactos ambientais, sociais e econômicos alcançam as escalas globais, tendo em vista a não aleatoriedade do ponto de poluição e da degradação ambiental com as áreas afetadas pelas catástrofes geradas pelas mudanças.

Apesar de inúmeras medidas já terem sido tomadas na tentativa de amortizar os efeitos gerados pela reconfiguração da paisagem natural e eventual poluição do Planeta Terra, Juras (2013, p. 4-9) nos alerta que “A maior parte dos aspectos da mudança do clima persistirá por muitos séculos, ainda que as emissões de CO<sub>2</sub> sejam interrompidas”. Teóricos como Thompson (1989) e Marx (1984) já se debruçavam criticamente em contraste às teorias econômicas vigentes na época, que priorizavam a geração do lucro (capital) em detrimento das questões ambientais.

A princípio, tinha-se a produção de artefatos para a satisfação das necessidades de consumo, que de forma artesanal assumia uma escala de tempo proporcional às capacidades de resiliência da natureza, da qual tais matérias-primas eram extraídas. Entretanto, com a inserção e a modernização das máquinas, a extração de matérias-primas assumiu uma escala superior às capacidades naturais de reestabelecimento, e não se tratava mais de uma produção voltada às satisfações locais, mas sim às necessidades de um mercado agora global (MAZZUCCHELLI, 1985).

Neste viés, Trevisan (2010) nos pontua que em tal período o Homem se tornou capaz de produzir mais do que o necessário para sobreviver, enquanto Biagio et al (2007, p.76) nos diz que este foi o momento das relações de mudanças mais radicais entre a humanidade e o ambiente. Ainda nesta perspectiva, Juras (2015, p.51) nos esclarece que “a poluição é sem dúvida uma das extremidades mais marcantes do modo de produção e consumo da sociedade moderna, que tem a indústria como uma de suas características marcantes”.

### **3.3 Políticas públicas: uma balança entre o capital e o meio ambiente**

O Relatório *Brundtland, Our Common Future*–Nosso Futuro Comum –, de 1987, trouxe-nos ao debate o que Charles Montesquieu, em 1721, e Thomas Malthus, em 1820, já haviam problematizado a respeito das possibilidades de estarem correlatas as mazelas socioambientais e os padrões organizativos da humanidade sobre a natureza.

Um ponto em questão a ser destacado é a perspicácia em que, apesar de elaborados em épocas distintas, ambos os estudos atribuem a uma espécie de “ciclo vicioso”, a criação de cenários de vulnerabilidades e incertezas quanto ao futuro das condições humanas e ambientais (MALTHUS, 1982a; 1982b; RICARDO, 1983).

Hoje, e a partir do que foi fundamentado no relatório “Nosso Futuro Comum”, a preocupação entre as capacidades de resiliência do planeta e as influências dos mercados globais de consumo, em sua maioria capitalistas, se pautam no *slogan* do “mais” como sinônimo do que se existe de melhor, e, consequentemente, do que deve ser praticado, adquirido, pondo em risco os equilíbrios do planeta.

Em curtos períodos, produtos e tecnologias são aprimorados e massivamente inseridos na sociedade de consumo, porém a cada “inovação” uma parcela de insumos é exigida da natureza, à medida que outra parcela, a de produtos considerados obsoletos, é devolvida ao meio ambiente, ora de formas positivas, ora majoritariamente negativas. No que tange às negatividades destas relações, estão as modificações dos equilíbrios naturais presentes nas paisagens, atingindo desde uma escala local a uma global, e a precarização das relações humanas, recaídas sobre as populações pobres, em sua maioria localizadas em países de economias emergentes.

Ao preço desta manutenção econômica, iminentes catástrofes naturais estão científicamente previstas, e, apesar de a necessidade de serem breves as tomadas de decisões diante destas problemáticas, apenas as medidas tracejadas sobre longos prazos apresentam aceitáveis aos susceptíveis acordos globais de preservação do meio ambiente e cooperações para o desenvolvimento da humanidade. Isto, para que as crescentes das economias não sejam diretamente afetadas, como em exemplificação nos propõeo relatório *Brundtland* ao sugerir que o aperfeiçoamento tecnológico das áreas produtivas em resposta à futura escassez de insumos pode dar ao homem a capacidade de se “produzir mais com menos”, e assim amenizar tanto os níveis degradantes ambientais como as desigualdades socioeconômicas.

É notório que a orientação do relatório não somente visa o barateamento de produtos, como também o maior acesso à renda pelas parcelas mais pobres, o que consequentemente, pela lógica do capital, aumentaria suas qualidades de vidas. Todavia, o que se percebe em nossa atualidade é que, apesar de as grandes economias concentrarem o que existe de mais moderno em termos tecnológicos e produtivos, estas se tornaram as nações que mais degradam o meio ambiente e impulsionam as desigualdades sociais, tanto dentro de seus territórios nacionais como por ações descentralizadas em países menos desenvolvidos, onde o preço de matérias-primas e mãos de obra são mais “rentáveis”, ora por quaisquer outras ações justificáveis pelo interesse do capital.

Pensando nisto, Montibeller (2000) nos explica que os avanços tecnológicos possuem as potencialidades necessárias a um combate efetivo das condições de desperdício.

cios, degradações e a clividade das mudanças climáticas, entretanto, desde que aplicados em paralelo a readequações de padrões de consumo, que, de tão exacerbados em algumas regiões do planeta, chegam a violar garantias básicas como acesso à água, alimentos e energia. Montibeller (2000) ainda nos menciona que a produção se justifica pelos hábitos e que, mesmo diminuindo a produção mundial de insumos pela metade, ainda existiria mais alimentos produzidos do que as capacidades de consumo dos habitantes do planeta. Para se ter uma ideia da magnitude dos desperdícios, a quantidade de alimentos que vão para o lixo das casas estadunidenses (150 mil toneladas/dia) alimentaria com dignidade todas as 257 (milhões de pessoas) que passam fome diariamente no continente África.

Visando se posicionar estratégicamente diante das consequências das mudanças climáticas, inúmeras ações conjuntas e estratégicas viriam a ser tomadas visando contornar as dificuldades provenientes de tais desequilíbrios. Entre estas, enfatizamos como marco inicial e midiático das políticas públicas de abrangências plurinacionais a Conferência de Estocolmo, em 1972, na Suécia, que se propunha a promover melhorias nas relações do homem com o meio ambiente, que mais tarde se maturaria no conceito de desenvolvimento sustentável, que, em síntese, é a garantia de “satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também as suas” (CMMAD, 1987, p. 9).

Em continuidade, a Conferência Rio 92, ou popularmente ECO 92, não só foi o segundo encontro internacional sobre questões ambientais organizado pelo PNUMA, como também foi realizada em nosso país, dando destaque à presença brasileira nas ações e relações ambientais internacionais. O evento foi realizado na cidade do Rio de Janeiro em 1992, e recebeu 172 representantes de diferentes países que tinham por pauta principal uma revisão normativa em prol da inovação das diretrizes internacionais, uma vez que já haviam se passado 20 anos desde o estabelecimento das metas firmadas entre os países representados na reunião anterior.

Desta maneira, após o Rio 92, outros compromissos ambientais foram realizados: a Conferência das Partes (COP-1) em 1995; a (COP-2) em 1996; a (COP-3) em 1997; a Rio +10 em 2002; a Rio +20 em 2012 e o Acordo de Paris em 2016, marcado pela promoção de diálogos privilegiando investimentos em matrizes de energias eólicas, solares, biodigestores e outras sustentáveis (LAYRARGUES, 1997). Outrossim, foi o firmamento de um novo acordo entre as 130 nações que mais produzem e paralelamente poluem, com exceção dos Estados Unidos da América –EUA–, que abandonaram o compromisso de até 2025 reduzir seus níveis de emissões de GEE, que, em síntese, são os principais responsáveis pelo despejo de GEE na atmosfera e, em decorrência disto, do aumento da temperatura global (MORITA, 2001).

A saída dos EUA do acordo de Paris foi justificada por seu até então presidente Donald Trump como um ato de proteção nacional, uma vez que, segundo ele, assumir tais

responsabilidades significariam uma redução de (milhares) empregos e estreitamento da economia nacional. Contudo, segundo relatórios da *National Climate Assessment*–Agência Nacional de Clima Norte Americana –, o discurso de Trump abrandou os impactos gerados pela manutenção do capital internacional, ignorando que, ainda segundo a agência, os EUA será um dos países mais afetados pelos efeitos das mudanças climáticas nos próximos 50 anos, expondo um quadro irreversível de solos inférteis e áreas desertificáveis, além de tempestades costeiras e problemáticas urbanas, como poluição atmosférica, ilhas de calor e inversões térmicas. Sobre este contexto, Pryor *et al.* (2014) nos pontua que um ato que visou conter empregos não será capaz de amenizar o descontrole da natureza.

### **3.4 Algumas evidências sobre as mudanças climáticas globais**

No ápice da Era Antropogênica, o aperfeiçoamento tecnológico colocou a humanidade num patamar de superação a variadas limitações, não só no que concerne às capacidades produtivas, mas também no desenvolvimento de áreas como saúde, educação e cultura, suprimindo deficiências e abrindo caminho para novos desafios. Entretanto, hoje muitas destas inovações vêm contribuindo às modificações climáticas e, em detrimento disto, exigindo que medidas sejam tomadas na tentativa de se reverter a realidade catastrófica decorrente da ação humana (WEART, 2008).

Portanto, podemos dizer que deste panorama de incertezas surgiu uma das bases do discurso sustentável, que é a de tentar equilibrar as necessidades e demandas sociais às capacidades estruturais espaciais. Na perspectiva defendida por Sanchez (1991), para que uma dada sociedade funcione adequadamente, deve-se haver uma compatibilidade entre as diferentes estruturas que a compõe, sejam elas produtivas, sociais, políticas e territoriais, para através disto serem mínimos os impactos gerados pelas mudanças (desenvolvimentos) de uma das partes, assim garantindo a capacidade de superação às demais partes e atenuando eventuais conflitos.

Apesar disso, o aumento dos níveis de produtividade, principalmente industriais (queima e liberação de CO<sub>2</sub>), agrários (liberação de CO<sub>2</sub>), pecuários (dispersão de CO<sub>2</sub>) e extração de insumos naturais (queima e liberação de CO<sub>2</sub>), vem gradativamente desequilibrando os níveis aceitáveis de CO<sub>2</sub> necessários à manutenção da vida. Sobre esta questão, vale também destacar a produção e o lançamento de outros gases prejudiciais às estabilidades ecossistêmicas, pois contribuem com o lado negativo do efeito estufa, como o Monóxido de Carbono CO e o Dióxido de Enxofre SO<sub>2</sub>, que, entre outros, estão entre os produtos consumidos de forma massiva e que contribuem para as reações de impermeabilidade e dispersão calorífica na Camada de Ozônio.

Com relação a isto, dados do IPCC (2019) nos apontam que a humanidade utiliza de 69 a 76% da superfície não congelada do planeta, se extraindo destas entre 1/4 e 1/3

da produção primária líquida potencial. Todavia, o mau gerenciamento dos recursos terrestres e seus eventuais desperdícios impedem a efetivação de ações sustentáveis concretas, porém estas ingerências não são consequências diretas das ausências de capacidades técnicas e sofisticações de manejo, uma vez que os países com rendas elevadas e, vale destacar, portadores de modernas tecnologias, são responsáveis por 2/3 dos GEE lançados na atmosfera.

Assim sendo, segundo o último relatório do IPCC, entre 1850 – 1900 e 2006 – 2015 a temperatura média do ar na superfície da terra aumentou 1,53°, o que corresponde a quase o dobro da temperatura média global. De certa parte, tal aquecimento é consequência do desmatamento de áreas florestais (diminuição das áreas de albedo) e intensificação das atividades industriais (aumento no despejo de gases GEE) (GIANNETTI, 2007).

Em vias de esclarecimentos, para melhor se entender as consequências no aumento de GEE na atmosfera, nas condições naturais 60% da radiação infravermelha emitida pelo Sol adentra a atmosfera terrestre em direção à superfície, os elementos presentes na superfície terrestre absorvem uma parcela desta energia e refletem outra porcentagem no sentido de saída ao planeta, porém boa parte desta energia é impedida de sair do planeta pela ação química de alguns gases presentes na atmosfera, sendo absorvida e redirecionada novamente para a superfície, mantendo-a numa temperatura média de 30 °C.

No entanto, ao dividirmos os GEE em relação às emissões pré e pós Era Antropogênica, temos no “pós Era” a dispersão de gases inexistentes aos períodos pretéritos à nossa contemporaneidade. Assim, juntamente ao conhecido CO<sub>2</sub>, somam-se outros 24 GEE, que contribuem ao aumento da temperatura global, e vale destacar que o conjunto de tais gases representa menos de 1% da composição atmosférica (78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases).

Outro grande “vilão” destas modificações é carbono “C”, que se apresenta na natureza nas seguintes proporções: 0,06% na atmosfera, oceanos, plantas, animais e 99,94% nas rochas e nos sedimentos oceânicos. Contudo, os primeiros casos são as principais fontes capazes de interagirem entre si, formando o ciclo biogeoquímico do carbono (ROBERT; LASAGA, 1989, p. 58). Destarte, estima-se que em torno de 8 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> são lançadas anualmente na atmosfera terrestre, dentre os quais apenas 3,2 bilhões permanecem no ar em contribuição às condições do efeito estufa, e o resto do que é emitido anualmente (65%) é sequestrado pelos mares e biota terrestre, evidenciando a relevância destes ambientes.

Por outro lado, é importante frisar que ambos (mares e biota terrestre) são responsáveis tanto pela emissão quanto pelo sequestro destes gases. Com relação às florestas, a dispersão se dá pela “respiração” eo sequestro, pela fotossíntese do CO<sub>2</sub>. Assim, estima-se que de forma natural as florestas no mundo absorvem durante o dia em torno de 100 Gt.

de carbono por ano, liberando à noite a mesma quantidade que assimilam ao longo do dia. Já os mares liberam naturalmente cerca de 100 Gt. de CO<sub>2</sub> por ano na atmosfera, à medida que no mesmo período sequestram 104 Gt. do mesmo gás.

Entre outras reflexões, estes dados nos levam a pensar sobre como as emissões de GEE de formas não naturais (antrópicas) podem sobrepor as capacidades de assimilações do planeta, levando-o à deflagração de fenômenos extremos e a exposições de vulnerabilidades das condições ideias de manutenção à vida ecossistêmica entre os biomas e as relações sociais.

### **3.5 Do internacional ao regional, uma síntese das políticas públicas e suas relações às vulnerabilidades do Bioma Caatinga**

Apesar de suas próprias normatizações ambientais de enfrentamento às mudanças climáticas, o Brasil, além de integrado às legislações internacionais estabelecidas pela ONU, ainda se integra à Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe – CEPAL–, participando do Acordo Regional sobre Acesso à Informação, Participação Pública e Acesso à Justiça em Assuntos Ambientais na América Latina e no Caribe, assinado em Escazú,– Costa Rica, em 4 de março de 2018. O multilateralismo deste acordo, que, dentre outros pontos, prima o desenvolvimento sustentável regional, demonstra um papel ativo aos países latino-americanos e caribenhos no combate às desigualdades e discriminações, estabelecendo entre si a promoção de compromissos mútuos e facilitações de ferramentas que difundam a igualdade das capacidades de enfrentamento aos desafios de nosso tempo (CEPAL, 2018).

A este modo, em destaque as principais normatizações brasileiras, podemos mencionar o Decreto s/n, de 28 de agosto de 2000, que criou o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, dando, entre outras, as primeiras providências do que no ano de 2007 viria a se tornar o Comitê Interministerial sobre Mudanças do Clima –CIM– (Decreto nº 6.263 de 21 de novembro de 2007), que alcançou relevante importância, pois orientou a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima –PNMC.

Já a partir de 2002, e impulsionado pela Rio+10 realizada em Johanesburgo,– África do Sul, o Brasil se destacou em regulamentar o Decreto n.º 7.343 de 26 de outubro de 2010, que normatiza a Lei n.º 12.114 de 9 de dezembro de 2009, criando o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima – FNMC. E no mesmo ano, apenas dois meses depois da criação do FNMC, o governo brasileiro instituiu o Decreto n.º 7.390 de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta os art. 6º, 11 e 12 da Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009, instituindo a Política Nacional sobre Mudança do Clima –PNMC.

Por conseguinte, é importante destacar que,devido às dimensões continentais do Brasil, uma mesma política pública pode conter diferentes objetivações e pontos de im-

pactos, de modo a atingir da maneira mais efetiva as especificidades de cada região. Pensando nisto, e migrando nossas discussões para as vulnerabilidades das áreas de bioma Caatinga no estado de Pernambuco, vemos um conjunto de normatizações voltadas ao enfrentamento de tais problemáticas, tomando por ponto de início a Lei Estadual n.º 14.090 de 17 de junho de 2010, que, dentre outras providências, institui a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas – PEEMC.

Destarte, além da PEEMC fomentar ações de apoio a instrumentos econômicos, educacionais e tecnológicos voltados às diretrizes previstas no programa de sua Lei, em especial do desenvolvimento sustentável, temos em caráter de complementação a Política Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PECDMES–, ou Lei Estadual n.º 14.091 de 17 de junho de 2010, que se prontifica em normatizar e difundir melhorias na efetividade dos trabalhos de controle às modificações na paisagem. Outrossim, foram as conceituações e delimitações que esta legislação trouxe consigo, destrinchando termos como desertificação, degradação da terra, combate à desertificação e áreas susceptíveis à desertificação – ASD–, interagindo efetivamente com as características do bioma Caatinga e suas vulnerabilidades (PBMC, 2013).

Em continuidade, complementando a Política Estadual de Resíduos Sólidos – PERS–, ou Lei Estadual n.º 14.236 de 13 de dezembro de 2010, temos a Política Florestal de Pernambuco – PFP–, Lei Estadual n.º 11.026 de 31 de março de 1995, que atribui limitações, controle e ordenamentos de manejo sobre as terras que revestem à fauna silvestre, à biodiversidade, à qualidade e à regularidade da vazão das águas, à paisagem, ao clima, à composição atmosférica e aos demais elementos do ambiente no estado de Pernambuco.

Por fim, o estado promulgou o decreto n.º 48.661, de 13 de fevereiro de 2020, que estipula o Fórum Pernambucano de Mudanças do Clima – FPMC–, que, dentre outras atribuições, possui a finalidade de promover discussões no âmbito estadual, considerando os fenômenos globais de mudanças do clima, subsidiando a formulação e implementação, revisão e readequação de políticas públicas (HASSENTEUFEL *et al.*, 2017).

Freire (2017) nos pontua que um bioma é caracterizado pelas inter-relações entre os fatores abióticos e os seres vivos de uma determinada região geográfica. Portanto, analisar biomas é entender a vegetação e suas características adaptativas aos fatores abióticos, ou seja, verificar sua significativa similaridade associada ao tempo evolutivo.

Tais características são determinantes na evolução da interação da flora e fauna, mas também são condicionantes para a história econômica e social, revelando aspectos importantes da cultura e da forma como se desenvolveram o uso e a ocupação do solo pelas populações que habitam essas extensas regiões, em variados processos ao longo do tempo.

De acordo com o Ministério da Integração Nacional (MI, 2007), os municípios inseridos na região do semiárido são aqueles com precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm, índice de aridez  $<0,5$  entre 1961 e 1990 e o Risco de seca  $>60\%$ , to-

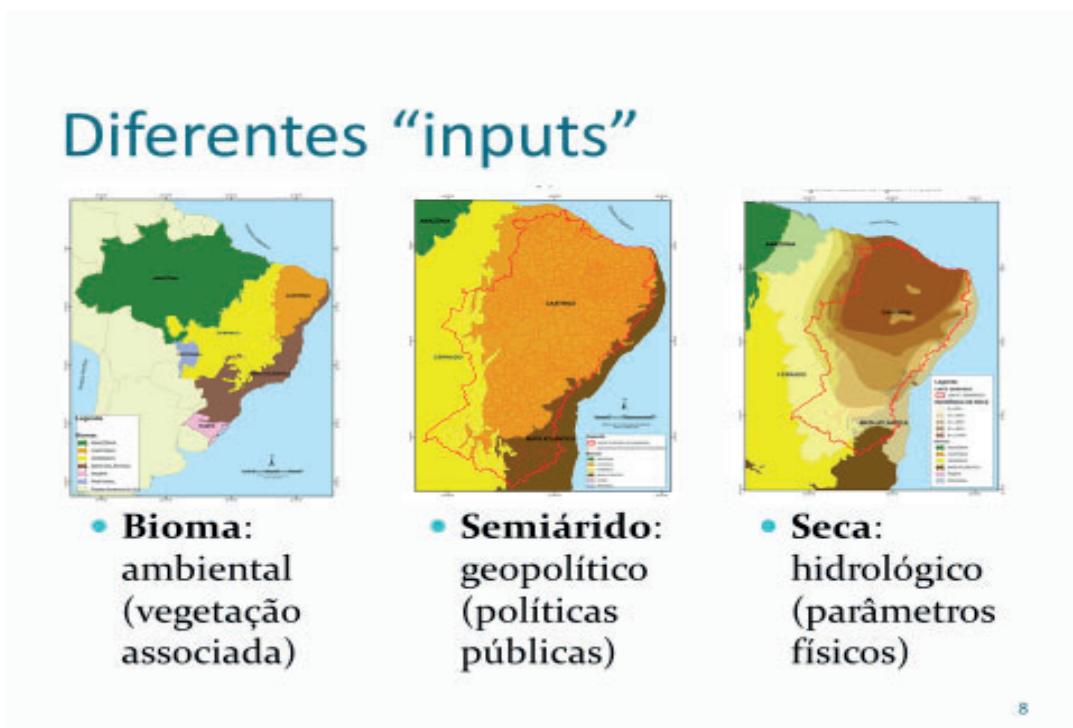
mando-se por base o período entre 1970 e 1990. Com essa definição, a região do semiárido concentra 1.135 municípios, distribuídos em oito estados do Nordeste, com exceção do Maranhão, além dos municípios da região norte de Minas Gerais.

É importante registrar que no semiárido se aplica o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste – FNE–, que visa diminuir a desigualdade entre as regiões brasileiras, por meio do financiamento de investimentos de longo prazo na região Nordeste, como também a desigualdade dentro da própria região.

Já a Lei 175/36 (revisada em 1951 pela Lei 1.348) reconheceu o Polígono das Secas como a área do Nordeste brasileiro composta de diferentes zonas geográficas com distintos índices de aridez e sujeita a repetidas crises de prolongamento das estiagens. Nessas áreas ocorrem, periodicamente, secas que representam, na maioria das vezes, grandes calamidades, ocasionando sérios danos à agropecuária nordestina e graves problemas sociais, razões pelas quais são áreas objeto de especiais providências do Poder Público.

Assim, as definições geográficas entre caatinga, semiárido e polígono das secas têm diferentes *inputs*, conforme a figura 1. Logo, analisar os impactos e a definição de políticas públicas sob os efeitos das mudanças climáticas na região requer um aprofundamento da inter-relação e da integração entre as distintas agendas. Acompanhe o mapa a seguir:

**Figura 1: Mapas com as entradas na definição de biomas, semiárido e seca.**



**Fonte:** Freire (2017).

A princípio, percebe-se através do mapa de Freire (2017) que a pluralidade da composição natural brasileira proporciona uma rica diversidade ecossistêmica, e que, em contrapartida, demandam específicas tomadas de decisões voltadas à sua eficaz pre-

servação. Atreladas a esta pluralidade está a existência de milhares de espécies animais, vegetais e microrgânicas, algumas destas endêmicas a cada região, como é o caso do bioma Caatinga, onde se estima que 20% de toda a cobertura vegetal seja única deste conjunto exclusivamente brasileiro (QUEIROZ *et al.*, 2017). A este sentido se deve uma das importâncias de zelar pela conservação natural do bioma Caatinga, pois, assim como nos demais biomas terrestres, sua modificação pode gerar desde consequências imediatas até mesmo impactos a longo prazo para a nossa sociedade.

Logo, para melhor nos posicionarmos ao nível de compreensão sobre estes impactos, se faz necessário que antes fiquem destacadas as duas principais formas de interações entre o Homem e o meio, mais precisamente no que se refere à modificação deste último. Assim, primeiramente temos a extração por subsistência que é a maneira mais antiga de modificação da paisagem natural, contudo não tão impactante quanto as modificações da natureza para fins de atividades comerciais (CNRBC 2004). Destarte, o que podemos destacar destas intervenções à natureza, muitas destas selvagens e inéditas ao contato humano, é que em algumas delas habitavam espécies convivendo em ciclos integrativos há bem mais tempo que o desenvolvimento tecnológico e expansivo da sociedade humana (RODRIGUES, 2015), impactando, assim, direta e indiretamente tantoesses ciclos naturais como a própria vivência humana (DREW, 2002).

Em continuidade, e enfatizando as palavras de Primack e Rodrigues (2001), destaca-se que quando mencionamos os impactos diretos e indiretos estamos aqui nos referindo tanto às modificações instantâneas ou delongadas como ainda às de caráter visíveis e invisíveis ao olho humano. Assim, apesar de as expansões territoriais proporcionarem a catalogação de novas espécies e possíveis novos recursos às atividades de consumo e fomento de matérias-primas, às produções já conhecidas e/ou também ao desdobramento de novas atividades, devemos considerar a relação de bi causalidade destas interações, ainda que impactadas de formas distintas entre ambos (BATISTA, 2006).

Neste sentido, ao considerarmos as interações microrgânicas presentes nas relações entre Homem e meio, ao nos referirmos ao bioma Caatinga, segundo dados do ICM-Bio (2017), atualmente restam menos de 7,7% de sua área total original, e, destas áreas remanescentes (57%), apesar de em sua maioria encontrarem-se em localidades de preservação ambiental, se configuram ameaças devido à inexistência ou baixa efetividade de políticas públicas e também pelas modificações climáticas globais (SILVEIRA, 2009).

A estas condições, é inevitável que sejam perpetuadas características de insegurança alimentar, que na Caatinga chega a atingir até 46,1% da população local (nível mais baixo do país). Para Vieira, Camillo e Coradin (2016), esta situação de vulnerabilidades se potencializa pelo fomento a ações predatórias e manejos insustentáveis, pondo em risco a biodiversidade do ecossistema e deslocando a condições críticas os níveis hídricos e alimentares da região, expondo déficits cada vez maiores.

Ainda neste sentido, Martine, Ojima e Marandola (2015) nos corrobora que as parcelas mais pobres são as mais atingidas por tais descaracterizações do bioma, como podemos analisar segundo dados levantados pela Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (PBBSE, 2019):

A tendência é que estas mudanças de uso e cobertura levem ao desaparecimento de espécies endêmicas e à homogeneização biótica, com consequente perda de interações ecológicas e funções ecossistêmicas, reduzindo o potencial destas áreas em prover serviços ecossistêmicos (por exemplo, o potencial de sequestrar carbono e contribuir assim para a regulação climática) e propiciando a expansão de espécies que podem ser consideradas pragas ou vetores de doenças. As mudanças tendem a ocorrer mais rapidamente após a perda de 60 a 70% da cobertura original. Por outro lado, mudanças no uso e na ocupação da terra podem ter efeitos benéficos, em particular no caso das populações indígenas que criam paisagens heterogêneas e multifuncionais, que são caracterizadas por alta diversidade de ecossistemas e espécies em múltiplas escalas espaciais.

Como a remodelação paisagística da Caatinga está longe de integrar uma pluralização das características naturais, nas quais se desenvolvem as comunidades indígenas e/ou grupos de culturas sustentáveis, é inegável que, diante de tais fatores, as capacidades de resiliência do bioma não sejam decrescidas (SILVEIRA, 2009). E como as condições de equilíbrio dependem tanto das implicações locais, regionais e globais, apesar de Sawyer (2008); Coe *et al.* (2017); Lawrence e Vandecar (2015) se debruçarem sobre a importância de se entender as características das mudanças globais nas paisagens, Batista (2006) nos expressa que são dos desequilíbrios microrgânicos que podem vir os maiores transformos à continuidade dos sistemas sociais vigentes, sendo esta uma temática pouca estudada sobre a região.

#### **4. PANDEMIA COVID-19 E IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE**

Constantemente temos pela comunidade científica a exposição de novas informações destacando os impactos das alterações ambientais no planeta, sobretudo causadas pelas ações antrópicas. Por conseguinte, estes atos vêm se mostrando não só prejudiciais às capacidades de reposições dos recursos naturais, como também vêm gerando desestabilidades à vida ecossistêmica devido ao aumento da insustentabilidade nestas relações (SILVA, 2009).

Desta maneira, dada as inovações tecnológicas que facilitam as análises e os reconhecimentos destas transformações, a interatividade das relações sociais exponenciou as vulnerabilidades que o Homem e a natureza demostram perante o outro. A pandemia de

covid-19 é uma nítida exemplificação disto, e apesar de as evidências do aparecimento de calamidades nos mais diversos setores, como a resultante de contágios massivos pelo vírus, estarem ligadas à degradação do meio ambiente, a difusão de doenças virais não é oriundados impactos do Antropoceno, mas é algo intensificado por este (NOBRE; REID; VEIGA, 2012).

De maneira resumida, os vírus existem no planeta Terra há milênios, e especialistas afirmam que há muito mais tempo que os primeiros hominídeos, e, por se tratarem de organismos microscópicos, tornaram-se conhecidos aos achados científicos da humanidade há pouco tempo (BRASIL, 2010). Os primeiros relatos datam de 1546, quando o italiano, médico e professor universitário Girolamo Fracastro (1478 – 1553) propôs que algumas doenças infecciosas eram causadas por “organismos invisíveis” que apresentavam fácil propagação. Para Fracastro, estes seres se apresentavam na forma de estruturas conectadas a esporos, que, de grosso modo, são casulos protetores, fabricados principalmente por bactérias em prol do resguardo de seu material genético em áreas desfavoráveis à sua reprodução (VERONESI; FOCACCIA, 2006).

Contudo, foi só por volta de 1674 que a microbiologia – ramo da biologia que estuda os organismos microscópicos – ganhou a seriedade merecida às suas reflexões, isto devido à criação do primeiro microscópio, pelo alemão, cientista e construtor Antony Van Leeuwenhoek (1632 – 1723), que, em síntese, resumia-se a um aparelho composto por uma lente biconvexa que conseguia aumentar a imagem em 1.000 vezes, possibilitando, assim, a confirmação da existência de bactérias e protozoários. Outro ponto importante para a compreensão da microbiologia são as contribuições dadas pelas descobertas do cientista francês Louis Pasteur (1822 – 1895), desenvolvedor da teoria microbiana da doença, que, em suma, demonstrava a relação de causalidade entre algumas enfermidades e micróbios (CHIN, 2002).

A teoria de Pasteur, entre outros termos, explicitava que tais microrganismos só podiam surgir e se multiplicar a partir da matéria viva, o que, apesar de ser uma informação lógica em nossa atualidade, representou uma importante elucidação ao entendimento da sociedade da época, que desde os tempos dos impérios egípcios acreditavam que estas doenças eram um castigo divino, principalmente por se apresentarem, até então, impossibilitadas da visualização de seus acometimentos, o que é característico as doenças virais e bacterianas (BRASIL, 2010).

Destarte, conforme Peard (1996) nos elucida, hoje sabemos que os vírus existem na proporção das centenas de milhares, isto em variadas diferenciações, basicamente se alojando e depositando seu material genético em hospedeiros que os espalham geograficamente. Os vírus podem ser tanto compostos de RNA quanto de DNA, ambas moléculas presentes em quase toda a completude das espécies animais, vegetais e até bacterianas. Estes microrganismos podem chegar a ser tão letais a seus portadores que, em casos mais

extremos, condicionam as células hospedeiras a replicarem seu material no lugar do material genético natural, ocasionando, assim, a morte da célula hospedeira e a liberação do material viral replicado para novas células do organismo infectado, levando-o à morte.

O que se percebe em questão, como nos afirma Macpherson et al. (2009), é que a depender das capacidades de deslocamento de seus vetores, os vírus facilmente podem atingir a escala local (endêmica) ou a escala global (pandêmica) em questão de meses, ou, em alguns casos mais agressivos, até no período de dias. Sua facilidade de multiplicação no corpo de seus hospedeiros, como ainda de proliferação entre os organismos vivos suscetíveis à sua área de contaminação direta ou indireta, se dão principalmente por suas cargas genéticas se assimilarem às de seus portadores, fazendo com que os vírus usem tais características em seu favor, modificando a metabolização das células de seu hóspede, substituindo o DNA celular por seu ácido nucleico, o que, de grosso modo, controla as funções da célula, forçando-a a replicar o material viral aos milhões (GRANJEIRO et al., 2006).

Sobre este contexto de contaminações humanas por micróbios, é importante frisar que muitas destas doenças se restringiam a áreas específicas, próximas a ou onde antes existiam áreas ambientais (selvagens). Como nos postula Miriagou et al. (2012), cada vez mais estas situações vêm ocorrendo devido às expansões características da economia global inserida em grande parte das nações. Em contrapartida, estas sobreposições de paisagens, como é abordado no relatório do PNUMA (2016) e pelo Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014), tanto contribuíram para a rápida difusão de zoonose, como é o caso do vírus Sars-CoV-2, causador da covid-19, como ainda podem potencializar a propagação de novas doenças virais decorrentes das interações predatórias do homem sobre o meio ambiente.

Apesar de toda a preocupação em torno da covid-19, em uma entrevista realizada ao portal de notícias O GIFE (abril de 2020), Frank Hammes, diretor da Plataforma Global de Informações sobre Qualidade do Ar (IQAir – sigla em inglês), afirmou que a poluição do ar atmosférico é responsável por matar anualmente cerca de sete milhões de pessoas no mundo, configurando a mesma como uma das principais consequências dos altos índices de despejo de GEE na atmosfera do planeta. Ainda segundo Hammes, 90% da população mundial respiram ares em níveis de qualidade abaixo dos considerados saudáveis.

A qualidade do ar é um dos fatores importantes na disseminação de uma doença, e está diretamente conectada às atividades antrópicas que provocam degradações ambientais, pois, como nos afirma Alessandro Miani, presidente da Sociedade Italiana de Medicina Ambiental, em entrevista ao jornal Euronews (2020): “particularmente, quando há uma certa densidade, quando há muito smog, muita poluição atmosférica, podemos considerar que se cria uma espécie de autoestrada para a aceleração da epidemia”. O “smog” referenciado por Miani é uma espécie de mistura entre nevoeiro (fenômeno natural) e fumaças (fenômeno natural e antrópico), comum em áreas urbanas e que,

entre outras características, pode carregar nas micropartículas suspensas no ar vírus e bactérias por extensivas áreas. Logo, nota-se que, similar às características dos esporos bacterianos propostas por Girolamo Fracastro em 1546, a poluição atmosférica proporciona caminhos à difusão de doenças, como a covid-19.

Por outro lado, apesar de o isolamento social decorrente das medidas de controle às expansões da covid-19 proporcionarem uma diminuição nas emissões globais de CO<sub>2</sub> na atmosfera, Vincent-Henri Peuch, diretor do serviço de monitorização da atmosfera do programa COPERNICUS, citou em entrevista, também ao jornal Euronews (2020):

“Não creio que possamos dizer que vai haver um impacto a longo prazo desta redução. No entanto, a curto prazo, acho que essas reduções são úteis. O nível de poluição do ar tem afetado a saúde cardiopulmonar em geral, portanto, ter menos poluição num momento em que este vírus anda por aí só pode ser bom”.

Continuamente, outro importante ponto que deve ser considerado ao nos referirmos ao favorecimento de condições propícias a doenças virais devido às atividades antrópicas, além da poluição do ar, é a crescente diminuição das áreas onde habitam espécies animais e vegetais, que, em síntese, são barreiras ecossistêmicas da vida selvagem, e que vêm se personificando como um gatilho ao surgimento destas catástrofes ambientais e sanitárias. Esta ideia se reafirma nos enunciados trazidos pelo relatório do PNUMA, onde nos está exposto que a fragmentação dos equilíbrios naturais pode ocasionar desde a destruição direta dos *habitats*, como derrubada de árvores, poluição do ar e das águas, como “indireta”, exemplificada pela retirada de algumas espécies (tráfico ou morte de animais) e alojamento de outras invasoras, desequilibrando o *habitat* e favorecendo a aparição de doenças (UNC RIO, 2020).

Em níveis de elucidações quanto à nossa atualidade de pandemia, a covid-19 foi responsável por quase estagnar a economia mundial, isto devido à parada temporária de muitos setores, sendo permitida apenas a atividade de serviços considerados essenciais, como hospitais, mercados e indústrias de produtos e fábricas de insumos pertencentes a estas categorias de prioridade. Esta situação não só nos expôs o paralelo de causalidades existentes entre a exploração do meio natural e as atuais condições de produção e consumo, como também, sobretudo, reafirmou os resultados de diversas organizações sobre a eventualidade de crises decorrentes das modificações climáticas.

Nas palavras de Caio Borges, coordenador do programa de Direito e Clima do Instituto Clima e Sociedade –ICS–, em entrevista à coluna de notícias do site O GIFE (2020):

“Tanto uma crise aguda de saúde global, como um fenômeno mais estrutural e perene no tempo – como é o caso das mudanças climáticas –, são

capazes de causar inestimável sofrimento humano e disruptão aos sistemas econômicos. Os cientistas têm alertado para o risco de que a destruição de ecossistemas, o desmatamento e o derretimento de geleiras possam expor os seres humanos a vírus e outros microrganismos fatais, ainda desconhecidos, que hoje se encontram isolados ou restritos a certos hospedeiros, como os animais da floresta. Vetores de doenças que hoje proliferam apenas em determinadas regiões podem, com o aumento da temperatura global, alastrar-se por outras partes do planeta. São, portanto, questões inter-relacionadas. Tudo isso mostra que o uso sustentável dos recursos naturais é fundamental para evitar perturbações ao meio ambiente que rompam com esse delicado equilíbrio entre a vida natural e humana no planeta”.

Nesta perspectiva, de acordo com Pascual *et al.* (2017) em dados exponenciados pela Plataforma Brasileira sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos – BPBES (2019)–, nas últimas cinco décadas a população mundial duplicou sua capacidade de extração de recursos naturais. Produções de lixos e poluições do meio ambiente cresceram em paralelo à metropolização das cidades, que, na busca por novas áreas para a urbanização, descharacterizam paisagens que outrora abrigavam a vida selvagem. Estes avanços ainda ocorrem, e à mesma medida que presenciamos a crescente expansão das zonas produtivas, impulsionadas pelas brechas contidas nas leis ambientais, áreas de matas ciliares e nativas são estreitadas, fazendo com que algumas espécies migrem ou, em casos mais extremos, acabem morrendo por não conseguirem se adequar à nova realidade de sobrevivência que lhes são impostas pelo desenvolvimento humano (LIMA, 1999).

As evidências de que as mudanças climáticas contribuem para o aparecimento de zoonoses – doenças capazes de serem transmitidas entre animais e seres humanos – tornaram-se cada vez mais objetivas devido ao alastramento da pandemia de covid-19. Correlatos a isto, temos também a atualidade da temperatura do planeta, que, em uma média 2° Celsius acima dos índices registrados entre 1981 e 2010 (IPBES, 2017), vem contribuindo diretamente para a facilitação de condições ideais à vida microbiana, e desfavorecendo a vida animal e vegetal, duas importantes barreiras de proteção entre os homens e os microrganismos causadores de doenças.

Segundo a Organização Pan-americana de Saúde – OPAS (2020)–, já são conhecidos 40 tipos diferentes do Coronavírus, sendo apenas sete destes presentes em humanos. Da mesma forma, segundo avaliações do PNUMA (2016), este índice de presença é resultado das condições de desequilíbrios e proximidades consequentes das atividades humanas (moradias, ingestões irregulares de animais e vegetais selvagens, tráficos de espécies, entre outros) nas áreas desconfiguradas e, consequentemente, em alguns casos, infectadas. Além destas crises microrgânicas, estas transformações ainda implicam o surgimento de eventos climáticos incomuns e/ou ações repentinas ao meio ambiente, tais como secas, queimadas e enchentes.

Aplicando o desfecho destas hipóteses devastadoras ao meio natural, com um aumento de 2 a 3° C na temperatura terrestre até 2070, teremos no bioma Caatinga a susceptibilidade de prolongamentos de períodos secos, e consequentemente o favorecimento da expansão de áreas desertificáveis em até 18%, o que corresponderia a mais de 100 mil km<sup>2</sup> das áreas remanescentes (RODRIGUES *et al.*, 2015). Assim, a impossibilidade de recuperação ambiental, principalmente pela vegetação do bioma, proporcionaria o decréscimo entre 30 e 50% da capacidade de sequestro de carbono pelo ecossistema (ALTHOFF *et al.*, 2016).

A diminuição da vegetação do bioma Caatinga deflagra a migração obrigatória de espécies animais e microrgânicas a áreas de transições ou ecossistêmicas fronteiriças, ocasionando assim o desequilíbrio entre espécies por efeitos de competitividade e/ou predações. Consequentemente e tendo em vista o aumento nas possibilidades de disseminação de doenças, ou até mesmo o surgimento de novas endemias, Sperandelli *et al.* (2013) nos afirma que o avanço destes fenômenos de sobreposição de *habitats* são gerados principalmente pela falta de planejamento e uso inadequado dos recursos naturais, e pelas irregularidades das organizações urbanas, que cada vez mais se aproximam das áreas que outrora eram de natureza selvagem.

Como define Tedesco *et al.* (2017), a maioria dos estudos sobre readequações e minimizações destes impactos projetam em ações de longo prazo cenários onde reformas políticas e programas de sustentabilidade valorizem os panoramas biológicos, criando desde corredores verdes, áreas de reservas protegidas até a capacitação das populações em prol do manejo sustentável, com rodízio de culturas e técnicas de fertilizações naturais nos solos, evitando assim o uso de produtos fitossanitários.

No entanto, a desigualdade de esforços para se buscar compreender os impactos nos biomas terrestres, como é o caso da não isonomia dos estudos sobre os ecossistemas brasileiros, demonstra o bioma Caatinga como uma área de pouca observação. Para fins de esclarecimentos, os estudos sobre a Caatinga nem chegam aos 6% das pesquisas ecosistêmicas do país, na mesma medida que estudos sobre a Amazônia correspondem a 42,7%, seguida da Mata Atlântica (19,2%) e Cerrado (18,7%) (NOBRE; NOBRE, 2002; IPBES, 2019).

Tais dados nos exponenciam a importância de se zelar pela preservação deste bioma exclusivamente brasileiro, que, além de apresentar níveis de baixas e irregulares precipitações entre 300–1000 mm/ano, abrange temperaturas relativamente elevadas, com uma média anual de 23–27 °C, ambas condições marcantes das características do semiárido. Além disso, a perda da biodiversidade da Caatinga vulnerabiliza as parcelas sociais mais pobres à exposição de possíveis vetores de doenças, como mosquitos, ratos e pulgas. Todavia, as contaminações também podem se dar por meio da ingestão de carnes, águas e até mesmo pela respiração de ares infectados com patógenos (WHO 2015).

Além disso, Keesing Holt e Ostfeld (2006) inferem que 60% das doenças infecciosas circulantes entre os humanos anteriormente já existiram em animais e se restringiam a estes à medida que eles se mantinham intocados em seus ecossistemas. Consoante a isto, Randolph e Dobson (2012) citam que, a partir das expansões humanas sobre a natureza e, consequentemente, com a troca de microrganismos, as taxas de interações vetor-hospedeiro se complexaram ao ponto de formar mutações microrgânicas, como exemplificadas pelo contexto histórico brasileiro no desenvolvimento da esquistossomose (parasitária) e hantavirose (viral), ambas doenças primárias, respectivamente em caramujos e roedores, mas que de alguma forma precisavam destes para se proliferarem, porém encontraram nos humanos suas hospedagens vetoriais definitivas.

Na caatinga, segundo dados do ICMBio (2018), o endemismo animal chega a compreender cerca de 13 espécies de mamíferos, 23 de lagartos, 20 de peixes e 15 de aves, totalizando 327 espécies endêmicas, das quais 46 se encontram ameaçadas de extinção, ambas seres vivos de suma importância para a manutenção do ecossistema, mas que apesar disto apresentam-se em crescente diminuição, isto devido a três fatores: a morte por incapacidade de adaptação às degradações do bioma; o tráfico de animais silvestres; e a migração das espécies para outras regiões, o que geralmente culmina em sua morte, também por incapacidade de adequar-se e/ou pela existência de novos predadores da sua espécie.

Por conseguinte, a não isonomia entre as espécies vem favorecendo a multiplicação de algumas populações em detrimento de outras, expondo as minorias às condições dos dominantes, sendo estes primeiros acometidos por doenças e outras situações atreladas à incapacidade de defesa. Assim, com relação a estes processos de patologias, a depender dos vetores, estes podem a vir se tornar zoonoses, somando-se aos  $\frac{3}{4}$  dos patógenos vírais acometendo humanos que tiveram por origem organismos animais. Neste contexto podemos citar o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV – Sigla em inglês), a Síndrome Respiratória Aguda Grave (Sars – Sigla em inglês), e a Doença pelo Vírus Ebola (Ebola – Sigla em inglês) (GREGER, 2007).

Paralelamente, temos atrelados aos fatores de vulnerabilidades do Bioma Caatinga as rígidas secas provenientes do fenômeno de *El Niño*, “o menino” (traduzido do espanhol), que, de grosso modo, é o aquecimento das águas oceânicas devido às modificações na temperatura global. O evento diminui bruscamente os níveis de umidade das massas de ar oceânicas que vão em direção ao continente (ventos alísios). Na opinião de Cunha (2004), este aumento de calor, além de contribuir a proliferações de incêndios, põe em risco as populações pobres que são diretamente afetadas com o esvaziamento de rios intermitentes (de fluxos não contínuos) e açudes dependentes destas águas pluviais.

Já com relação às doenças decorrentes destas situações, temos a diarreia – doença viral ligada ao consumo de águas contaminadas, causando inflamações no intestino –, e doenças respiratórias, como as principais enfermidades decorrentes da baixa umidade

do ar. Temos ainda com o aumento do calor a potencialização de suspensão de partículas, dentre as quais podem estar microrganismos que, quando inalados, causam diversas infecções, principalmente pulmonares (JUNGER, 2008).

Ainda de acordo com Cunha (2004), os efeitos do *El Niño* são exclusivamente derivados das transformações impostas pelo Antropoceno, tendo suas primeiras verificações por volta do ano de 2005, ano em que foram registradas 350 mil mortes e prejuízos de US\$ 200 bilhões decorrentes de desastres naturais pelo mundo (INMET, 2015). Apesar disto, mesmo com estas e outras evidências correlacionando a degradação ambiental ao surgimento de fenômenos extremos, no ano de 2012 foi sancionado no Brasil o novo Código Florestal – Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 –, que, entre outras providências, autorizou a expansão de fronteiras agrícolas (diminuição de Áreas de Preservação Permanente – APP), vulnerabilizando espécies e alterando os ciclos ecossistêmicos das áreas ocupadas pelas atividades humanas (MAGALHÃES; CASATTI; VITULE, 2011).

Tal afrouxamento das diretrizes de preservações ambientais, segundo Costa (2018), favoreceram a modificação ecossistêmica do bioma Caatinga, pois 51,06% dos 7 milhões de ha. do bioma já se apresentavam desmatados para a formação de áreas pastoris. O estudo que contou com a parceria do Centro de Pesquisas Ambientais – CEPAN – e com o Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade Federal de Pernambuco – LEA-UFPE – constatou que apenas 30,3% das áreas de APP inseridas na porção estadual de Pernambuco encontravam-se de fato protegidas, e com relação às áreas restantes, 64,43% destas estavam sendo utilizadas por alguma atividade agropecuária.

Neste mesmo ponto de vista, Metzger *et al.* (2010) nos expressa que:

A comunidade científica já se pronunciou, por diversas vezes, através de publicações veiculadas em revistas científicas do Brasil e do exterior, incluindo artigos na prestigiosa revista *Science*, e através de compilações de evidência científicas que foram organizadas pelas maiores e mais importantes sociedades científicas do Brasil, como a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, a Academia Brasileira de Ciências, a Associação Brasileira de Ciência Ecológica e Conservação e a Associação Brasileira de Limnologia. Todos esses documentos mostram que algumas das mudanças aprovadas na revisão do Código Florestal em 2012 são perigosas para a segurança hídrica, climática e alimentar do Brasil, o que acabou originando as ações de inconstitucionalidade agora em discussão no STF.

Silva, Medeiros e Azevedo (2012), em conformidade com Metzger *et al.* (2010), nos pontua que as áreas de preservações já eram insuficientes antes da reforma do Código Florestal, e agora a biodiversidade do bioma Caatinga sofre impactantes riscos. Já para Manhães *et al.* (2018) as consequências da destruição ecossistêmica têm como impacto mais

extremo a perda de vidas humanas, por isto a imprescindibilidade da conservação deste *habitat* que possivelmente deve estar garantindo a contenção de possíveis doenças, e que substancialmente garante o equilíbrio e a continuidade das condições vitais no planeta.

O autor ainda nos expõe que existe uma espécie de “efeito corrente”, em que uma ação culmina no agravamento de outra, formando, assim, um ciclo condicional de impactos perpetuados pelo crescimento humano em um planeta de recursos finitos.

Não é à toa que as projeções futuras preveem condições desfavoráveis à continuidade da vida no planeta. O aumento na ocorrência de doenças antes restritas a determinadas regiões, a escassez hídrica, entre outras situações, vêm demandando articulações compatíveis às realidades presentes (EMBRAPA, 2016). Pesquisas da Embrapa Semiárido vêm trabalhando no desenvolvimento de técnicas capazes de utilizar menos recursos em técnicas de produções, especialmente sustentabilizando o uso da água, um recurso cada vez mais escasso no bioma Caatinga.

O monitoramento da região é algo que ainda se concentra às áreas de grandes e médias produções de alimentos. As localidades mais vulneráveis social e economicamente, características de produções de subsistência, ainda sofrem com a ausência de estudo e promoção de técnicas sustentáveis, sendo estas últimas as áreas mais degradadas pelo efeito da má usabilidade e a concomitância das modificações climáticas (MARENKO; TORRES; ALVES, 2017).

Ainda segundo estudos realizados por Kasecker *et al.* (2018), 397 municípios brasileiros combinam altos índices de degradações ambientais com condições de pobreza e altas exposições às mudanças climáticas. A Caatinga se destaca neste cenário por apresentar quase metade destes municípios. O desmatamento da Caatinga é um dos principais impactos da expansão humana sobre seus domínios. Para se ter uma noção, de acordo com estudos do IPCC (2013), caso as temperaturas no Brasil, em especial sobre o bioma Caatinga, aumentem de 3 a 5° C até 2100, as precipitações reduzirão cerca de 10%, levando 66,8% das espécies mais resistentes de árvores nativas a reduzirem suas áreas de distribuição. Em contrapartida, quanto às espécies mais frágeis, suas taxas de extinções podem chegar a até 0,5%.

Com base nisto, Zwiener *et al.* (2017) nos pontua que a reestruturação destes panoramas deve ser vista pela associação de melhorias às qualidades de vida das populações que se inserem no bioma, já que estes contribuem diretamente para atividades tanto preservativas quanto de degradações. Assim, surtos de doenças que possuem ligações evidentes com a falta ou o baixo planejamento social e descaracterização do meio ambiente teriam suas contribuições minimizadas, uma vez que as populações de vetores não seriam potencializadas. Em exemplificação a estas ações conjuntas podemos destacar o combate sistêmico a dengue, zika, chicungunha, leishmaniose, febre maculosa, malária, entre várias.

Em conformidade com Laurance (2015), temos a exposição de que a falta de acesso a recursos hídricos por muito tempo vem forçando populações nordestinas a utilizarem águas de baixa qualidade e, em alguns casos, até contaminadas, neste caso por estarem expostas a vetores de doenças ou contaminantes derivados de atividade humanas, como fezes, urinas e produtos fitossanitários.

A utilização de águas contaminadas é algo bem definido em atividades de combate e melhorias por meio das normatizações públicas, gerando outro debate a respeito dos interesses de intervenções governamentais na região, pois se articulam em atividade de melhoramento às condições hídricas, sobretudo as questões de acesso, visando levar qualidade de vida às populações pobres da região. Outrossim, é impedir por meio de tais medidas que águas do bioma sejam contaminadas, e que seu acesso às atividades produtivas não tenha de ser interrompido, pois se sabe que grande parcela destas águas alimentam as indústrias, plantações e criações animais presentes na região.

Ainda sobre a busca pela segurança hídrica e minimização de condições propícias ao surgimento de patologias, conforme dados do IPCC (2013), 80% das águas que abastecem os reservatórios hidrelétricos de nosso país derivam de áreas protegidas, e, sendo estas localidades alvos de constantes estreitamentos, vemos um quadro de vulnerabilidade ao abastecimento hídrico em nosso país. Continuamente à exposição dos dados, são as áreas populosas e de grandes extensões produtivas as maiores consumidoras dessas águas, ao mesmo modo que também são responsáveis pelos maiores impactos às faixas que protegem estas nascentes, porém são as áreas periféricas e interioranas as mais atingidas com as secas e os racionamentos hídricos.

Ainda sobre a vulnerabilidade hidrológica do bioma Caatinga, vejamos outro ponto de extrema importância, que é a dualidade do benefício de obras geradoras de impactos ambientais, que em partes auxiliam no desenvolvimento destas localidades penalizadas com as transformações climáticas. Vejamos o exemplo da transposição do rio São Francisco, uma colossal obra no Nordeste brasileiro que, em síntese, visou a construção de canais ligados ao curso do rio para o deslocamento de suas águas a áreas afetadas por secas severas. Contudo, é importante se frisar que é proibida a retirada de água dos canais de transposição, sendo a água transposta encaminhada aos reservatórios estaduais e de lá encaminhadas às populações. Por um lado, a obra amenizou as duras condições de diversas parcelas populacionais do bioma Caatinga, e, por outro, gerou um exponente impacto ao ecossistema (LEMOS;AGRAWAL, 2006).

## 5. CONCLUSÕES: DISCUSSÃO DOS PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS NO SUBPROJETO

Diante dos desafios, sobretudo científicos, por um planejamento que garanta menores riscos aos diferentes processos produtivos, vemos um paralelo entre dois ideais capazes de direta e indiretamente influir na qualidade de vida da população de nosso planeta: o conflito de interesses entre o desenvolvimento e o desenvolvimento sustentável.

Percebe-se que desenvolvimento é algo indissociável às duas nomenclaturas, não só pelo fato de desenvolver-se uma condição necessária à cultura humana, como ainda pela imposição das diretrizes do capital global, no qual boa parte das economias mundiais encontram-se pautadas.

Além disto, e devido ao aumento nas constantes climáticas, que vêm contribuindo principalmente para o surgimento de eventos naturais que afetam os mais diversos setores e põem em risco o equilíbrio da vida na Terra, a sustentabilidade pode ser tomada como uma tentativa de continuidade aos processos de produções mais conscientizados aos limites e capacidades de resiliência de nosso planeta, e, ainda que sejam esperados retornos financeiros de suas ações, é de suma importância que estes não sejam o objetivo principal de suas aplicações.

Em continuidade, também devemos considerar que boa parte das capacidades sustentáveis alcançadas em nossa atualidade se devem não somente aos investimentos privados sistematizados pelas inovações, mas também às governanças ambientais das mais variadas esferas de poderes, abrangendo do contexto local ao internacional. E, diferentemente do que se possa pensar, que a modificação de métodos desenvolvimentistas por progressos mais bem adequados aos equilíbrios ambientais e sociais sejam sumariamente tidos por meio da imposição de normatizações e suas obrigatoriedades, esclarece-se que é através do diálogo que muitas destas normas, que, em suma, visam o decaimento das relações impactantes ao meio, são aceitas e entram em vigor.

Através dos diálogos promovidos no referente estudo, ficou evidenciado que a tomada de ações voltadas à preservação das condições vitais no planeta estão intimamente ligadas à conservação das características naturais presentes em cada ecossistema terrestre, substancialmente daqueles de maiores vulnerabilidades às modificações climáticas, que, destacado pelo Antropoceno, favorece os atuais impactos ambientais na mesma medida que torna eminentes o acometimento de novos desastres.

Por sua vez, os danos de tais desfechos podem tantogerar a destruição de características sociais e naturais como causar variações por diminuição exponencial de fatores químicos, biológicos e estruturais, muitas vezes necessários à manutenção do equilíbrio ecossistêmico, gerando assim uma nova reação, que consequentemente gera outra ação, em síntese, um encadeamento de desastres.

Logo, em observância aos históricos de debates nacionais e internacionais voltados às mudanças climáticas, seus impactos e suas possibilidades de mitigações por meio da conservação e utilização sustentável dos recursos do planeta, temos no bioma Caatinga a expressiva necessidade de gerenciamentos dos riscos que estas transformações climáticas propiciam, pois nos fica saliente que os índices de vulnerabilidades sociais, capacidades de resiliências naturais e habilidades técnicas adaptativas a processos sustentáveis por meio da população local formam uma espécie de lacuna temporal na região do semiárido brasileiro, onde o bioma está compreendido.

Em resposta às desigualdades de capacidades adaptativas às mudanças climáticas, temos o emprego de tecnologias, que, mesmo capazes de em muitos casos trazer melhorias às realidades sociais das populações impactadas pela degradação do bioma, demandam custos de implementações e capacitações e, principalmente, o interesse coletivo por mudanças, e substancialmente a modificação de pensamentos daqueles que de alguma forma lucram com a degradação natural do ecossistema Caatinga.

Apesar disto, panoramas positivos de desenvolvimentos sustentáveis já podem ser vistos a médio e longo prazos, tendo em vista os investimentos de programas públicos como bolsa família, aposentadorias rurais e capacitações técnicas em prol do uso adequado dos solos, vindo a integrar estas populações a uma nova realidade adaptativa, por vezes tão necessária, visto os índices de insegurança alimentar, esgotamento dos solos e extinção da biodiversidade local.

Assim, ao analisarmos os pontos atrelados ao melhoramento das técnicas de cultivo e criação de animais pelas populações do bioma Caatinga, temos não só uma promoção à diversificação alimentar, como também diminuição de necessidades por novas áreas de pastagens, plantios ou predações de animais silvestres para consumo, pois é notável que a garantia da aplicação eficaz de técnicas compatíveis às necessidades de cada família e às condições de cada porção do espaço propiciam a extração de produtos sem que para tal sejam abertas novas fronteiras produtivas, o que de grosso modo garante o equilíbrio entre o ecossistema e as populações humanas, fortalecendo a cultura sertaneja intrínseca ao trabalho com a terra.

Outro ponto são as constantes que contribuem aos processos de desertificações, reflexos da simultaneidade de causalidades instantâneas e delongadas, geradoras de condições propiciadas tanto pelas mudanças climáticas como pelas práticas de manejos nocivos ao meio natural, sendo estas últimas, apesar dos poucos estudos as evidenciando, características bem demarcadas nas pesquisas a respeito do bioma Caatinga. Destarte, também se destaca a influência das melhorias locais atribuídas à confecção de cisternas, e, em algumas localidades específicas, favoráveis por sua composição geográfica, a construção de barragens subterrâneas, ambos instrumentos capazes de amenizar o massivo êxodo social e a busca por insumos e possíveis degradações em áreas do bioma, conservando assim as vivências locais.

Por fim, e integrando os interesses deste estudo aos impactos da pandemia de covid-19, temos em sua culminância a reafirmação de diversas fragilidades e necessidades por tomadas de decisões que as diversas esferas administrativas, públicas e sociaishá tempos necessitavam tomar para evitar impactos mais extremos decorrentes das mudanças climáticas.

Apesar destas exposições globais sobre a lógica brasileira pela busca de novos espaços entre os mercados globais, o país vem se mostrando bastante propício em afrouxar suas normatizações ambientais desde que seus índices econômicos aumentem e se mostrem positivos. No entanto, ainda que a governança brasileira seja significativa em pendenciar seus interesses primeiramente à economia e, em segundo plano, às conservações ambientais, o país apresenta uma das mais complexas sistematizações ambientais entre os governos nacionais, porém pouco aplicáveis tendo em vista a baixa fiscalização das ações desenvolvidas em seu território.

Entretanto, ações desenvolvidas por grupos quilombolas e povos indígenas, entre outras organizações descentralizadas, se destacam na luta pela preservação da natureza, alguns destes presentes no bioma Caatinga, que como os demais biomas brasileiros vem sofrendo crescentes perdas em suas áreas originais. Outra questão de potencialidade às degradações da Caatinga são os consensos errôneos daqueles que atribuem baixo ou inexistente valor à biodiversidade do biomapor conta de a vegetação, por exemplo, se apresentar de forma muito distinta à exuberância das florestas tropicais ou matas atlânticas, ocasionando desmatamentos que por sua vez afetam as capacidades hidrológicas, animais e microrgânicas do biossistema.

Nestas condições, nota-se a relevância deste estudo não só pela tentativa de se elucidar lacunas expositivas referentes às vulnerabilidades do bioma Caatinga decorrentes das ações antrópicas e mudanças climáticas globais, mas principalmente, e em meio ao contexto social no qual nos encontramos, buscar demonstrar que, assim como a pandemia de covid-19 se deflagrou através da descaracterização indiscriminada de um equilíbrio natural, a modificação do Bioma Caatinga pode vir a gerar iguais consequências, a depender da zoonose e do vetor, vindo a atingir as populações locais sucessivamente.

Como nos foi evidenciado no decorrer do texto, não é cientificamente aceito que o isolamento social gerado pela pandemia de covid-19 possa trazer impactos duradouros ao meio ambiente. Apesar de serem nítidas as melhorias a curto prazo, são os impactos que foram gerados por longos e contínuos períodos que provocam as mudanças que hoje presenciamos em nosso planeta. Assim, não se deve projetar índices otimistas dessa pandemia para o meio ambiente, pois sabemos que estas estão se dando ao custo de milhares de vidas humanas. O que nos resta como aprendizado a esta situação tão alarmante que estamos nos desdobrando é de que os sistemas vitais do planeta devem ser respeitados. É inadmissível que apesar de já estarem expressas as projeções catastróficas

ao futuro da vida no planeta as economias globais continuem com seus padrões insustentáveis de produção e consumo.

Em conclusão, destacamos a publicidade de dados, o diálogo e a participação de todos os envolvidos nos processos de resguardo a uma estrutura social equilibrada no planeta como uma imprescindível tática de desenvolvimento por meio de ações que visem contornar os impactos gerados pelas mudanças, considerando que existem diferentes vulnerabilidades e capacidades adaptativas, cabendo aos agentes normatizadores promoverem sistematizações que visem primordialmente a igualdade nas capacidades de enfrentamentos a estas transformações impostas.

## REFERÊNCIAS

- ALTHOFF, T.D.; MENEZES, R.S.C.; CARVALHO, A.L. *et al.* (2016) **Os impactos das mudanças climáticas na sustentabilidade da colheita de lenha e nos estoques de carbono da vegetação e do solo em uma floresta tropical seca no município de Santa Terezinha, Nordeste do Brasil.** Ecologia Florestal e Gestão, 360 (15): 367-375. doi: 10.1016 /j.foreco. 2015.10.001.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 8º ed. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2002.
- BORGES, C. **COVID-19 e meio ambiente:** especialistas alertam para a importância do equilíbrio entre a vida natural e humana. Brasil, 27 de abr. de 2020. Entrevista concedida à O GIFE. Disponível em: <<https://gife.org.br/covid-19-e-meio-ambiente-especialistas-alertam-para-a-importancia-do-equilibrio-entre-a-vida-natural-e-humana/>>. Acessado em: 2 de jul. de 2020.
- BATISTA, J. da S. Estimativa da variabilidade genética intraespecífica da dourada – *Brachyplatystomarousseauxii* Castelnau 1855 (Pimelodidae – Siluriformes) no sistema Estuário-Amazonas-Solimões. **Biota Neotrop.**, Campinas, v. 6, n. 1, 2006.
- BPBES (2019). Plataforma brasileira de biodiversidade e serviços ecossistêmicos - **1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos.** [livro eletrônico]. São Carlos, SP: Editora Cubo.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF, senado. 1988.
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Departamento de Vigilância Epidemiológica Doenças infecciosas e parasitárias Guia de Bolso.** 8ª ed. Brasília, 2010.
- CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (2018). **Acordo Regional sobre Acesso à InformaçãoParticipação Pública e Acesso à Justiça em Assuntos Ambientais na América Latina e no Caribe.** Publicação das Nações Unidas LC/PUB.2018/8 Distr.: Geral Original: Inglês Copyright © Nações Unidas, 2018. Impresso nas Nações Unidas, Santiago S.18-00493. Disponível em: <[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43611/S1800493\\_pt.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43611/S1800493_pt.pdf)>. Acessado em: 22 de mai. 2020.
- COE, M. T.; *et al.* As florestas da Amazônia e do Cerrado moderam o clima regional e são a chave do futuro. **Ciência da Conservação Tropical**, v. 10, p. 1–6, 2017.

COSTA, P. **Pernambuco perdeu metade da caatinga aponta estudo**. Folha de Pernambuco, 5 nov. 2018. Disponível em: <<https://www.folhape.com.br/noticias/noticias/meio-ambiente/2018/11/05/NWS,86472,70,645,NOTICIAS,2190- PERNAMBUCO-PERDEU-METADE-CAATINGA-DIZ-ESTUDO.aspx>>. Acesso em: 11 de jul. de 2020.

CUNHA, G. R. (ed.). **Lidando com riscos climáticos:** clima, sociedade e agricultura. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 400p.

CHIN, J. **Manual de controle de doenças transmissíveis**. 17. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

CNRBC. (2004). Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga. **Cenários para o bioma Caatinga**. Recife, Sec. Ciênc. Tecnol. Meio Ambiente, p. 283.

CMMAD. Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. Oxford: Imprensa da Universidade de Oxford, 1987.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

EMBRAPA (2016). **Embrapa em números**. Secretaria de Comunicação. Brasília, DF: Embrapa, 138 p.

ENQUANTO COVID-19 tira vidas no mundo todo, ONU sugere caminho para evitar novas pandemias. **Centro de Informações das Nações Unidas no Brasil – UNIC Rio**, Rio de Janeiro, 09 de jul. de 2020. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/enquanto-covid-19-tira-vidas-no-mundo-todo-onu-sugere-caminho-para-evitar-novas-pandemias/>. Acessado em: 3 de jul. de 2020.

ÉPOCA/Notícias - Blog do planeta. **Trump sai do Acordo de Paris**: Ruim para o planeta, pior para os EUA. Disponível em <https://epoca.globo.com/ciencia-e-meio-ambiente/blog-do-planeta/noticia/2017/06/trump-sai-do-acordo-de-paris-ruim-para-o-planeta-pior-para-os-eua.html>. Acessado em: 26 de fev. de 2020.

FREIRE, N. **Vulnerabilidades socioambientais no semiárido brasileiro**. Fiocruz, Rio de Janeiro: 2017.

GIANNETTI, B.F.; ALMEIDA, C.M.V.B.; BONILLA, S.H. **A ecologia industrial dentro do contexto empresarial**. 2007. Disponível em: <[www.banasqualidade.com.br](http://www.banasqualidade.com.br)> Acesso em: 22 de fev. 2020.

IGEE- Instituo Goddard de Estudos Espaciais (2019). A Análise de temperatura da superfície do GISS (GISTEMP v4). Disponível em: <<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>>. Acessado em: 08 de mar. de 2020.

GRANJEIRO, A. *et al.*. Sustentabilidade da política de acesso a medicamentos anti-retrovirais no Brasil. **Rev. Saúde Pública** 2006; 40 (supl): 2-12.

GREGER, M. (2007). A interface humano/animal: Surgimento e ressurgimento de doenças infecciosas zoonóticas. **Critical Reviews in Microbiology**, 33 (4): 243-299. doi: 10.1080 / 10408410701647594.

HAMMES, F. **Covid-19 e meio ambiente: especialistas alertam para a importância do equilíbrio entre a vida natural e humana.** Brasil, 27 de abr. de 2020. Entrevista concedida à O GIFE. Disponível em: <<https://gife.org.br/covid-19-e-meio-ambiente-especialistas-alertam-para-a-importancia-do-equilibrio-entre-a-vida-natural-e-humana/>>. Acessado em: 02 de jul. de 2020.

HASSENTEUFEL, P. *et al.* Difusão e tradução de políticas: o caso das agências de saúde. **Novos Estudos** - CEBRAP, v. 36, n. 01, p. 77-98, mar. 2017.

ICMBio (2017). **Dados de Visitação 2007 – 2016.** Disponível em: <**Erro! A referência de hiperlink não é válida.**>. Acessado em: 17 de jul. de 2020.

ICMBio (2018) **Livro Vermelho da fauna e flora ameaçada de extinção.** Brasília-DF: ICMBio/MMA. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro\\_vermelho\\_2018\\_voll.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_voll.pdf)>. Acessado em: 11 de jul. de 2020.

INMET (2015). Instituto Nacional de Meteorologia – **Análise das anomalias de temperaturas no ano de 2015.** Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page>> HYPERLINK “[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=notas\\_tecnicas](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=notas_tecnicas)”& HYPERLINK “[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=notas\\_tecnicas](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=notas_tecnicas)”page=notas\_tecnicas>. Acessado em: 22 de jul. de 2020.

IPBES (2019). **Resumo para formuladores de políticas (SPM) do Diagnóstico de Cenários e Modelos do IPBES.** Disponível em: <[www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44\\_EN.pdf?file=1](http://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44_EN.pdf?file=1)> HYPERLINK “[http://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44\\_EN.pdf?file=1&type=node&id=13336](http://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44_EN.pdf?file=1&type=node&id=13336)”& HYPERLINK “[http://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44\\_EN.pdf?file=1&type=node&id=13336](http://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44_EN.pdf?file=1&type=node&id=13336)”type=node HYPERLINK “[http://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44\\_EN.pdf?file=1&type=node&id=13336](http://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44_EN.pdf?file=1&type=node&id=13336)”& HYPERLINK “[http://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44\\_EN.pdf?file=1&type=node&id=13336](http://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/IPBES-44_EN.pdf?file=1&type=node&id=13336)”id=13336>. Acessado em: 20 de jul. de 2020.

IPCC (2007). **Mudança Climática 2007:Relatório de síntese. Contribuição de Grupos de Trabalho I, II e III ao Quarto Relatório de Avaliação da Painel Intergovernamental sobre Clima Mudança** [Equipe Central de Redação, Pachauri, R.K e Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Genebra, Suíça, 104 pp.

IPCC (2014). **Mudanças Climáticas 2014 Mitigação das Mudanças Climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 3 para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Resumo Técnico e Capítulo 6 (Avaliação de Caminhos de Transformação). Disponível em: <[http://https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_full.pdf)>. Acessado em: 10 de jul. de 2020.

IPCC (2013). **Para os formuladores de políticas em mudança climática 2013: a base da ciência física**, contribuição do grupo de trabalho I para o quinto relatório de avaliação do painel intergovernamental sobre mudanças climáticas.

IPCC (2019). Resumo para formuladores de políticas. In: **Mudança Climática e Terra**: um relatório especial do IPCC sobre mudanças climáticas, desertificação, degradação da terra, gestão sustentável da terra, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres. EcoDebate - Rio de Janeiro, 2019.

IPCC (2014). **Sumário para os tomadores de decisão do Quinto relatório de avaliação** (2014). Traduzido por Iniciativa Verde, São Paulo, 2015.

JUNGER, W.L. **Análise, imputação de dados e interfaces computacionais em estudos de séries temporais epidemiológicas** [tese]. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2008.

JURAS, I.A.G.M. **Mudança do clima**: principais conclusões do 5º Relatório do IPCC. Brasília: Câmara dos Deputados/Consultoria Legislativa, 2013.

JURAS, I.A.G.M. **Os impactos da indústria no meio ambiente**. Brasília: Consultoria Legislativa, 2015.

MAGRIN, G. et al. América Central e do Sul. In: BARROS, V.R. et al. (Eds.). **Mudança Climática 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade. Parte B: Aspectos regionais. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

NOBRE, C. A.; NOBRE, A. D. **O balanço de carbono da Amazônia brasileira**. Estud. av. vol.16 no.45. São Paulo, mai/ago. 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext)> HYPERLINK “[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142002000200006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142002000200006)”& HYPERLINK “<http://>

www.scielo.br/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0103-40142002000200006"pid=S0103-40142002000200006>. Acessado em: 23 de mar. de 2020.

KASECKER, T.P. *et al.* (2018). **Adaptação baseada em ecossistemas à mudança climática:** definindo municípios ativos para elaboração e implementação de políticas no Brasil. *Estratégias de Mitigação e Adaptação à Mudança Global*, 23: 981-993.

KEESING, F.; HOLT, R.D.; OSTFELD, R.S. (2006). Efeitos da diversidade de espécies no risco de doenças. *EcologyLetters*, 9 (4): 485-98. doi: 10.1111/j.1461-0248.2006.00885.x.

LAURANCE, W.F. (2015). Ameaças emergentes às florestas tropicais. *Anais do Missouri Botanical Garden* 100, 159-169. <https://doi.org/10.3417/2011087>.

LAWRENCE, D.; VANDECAR, K. Efeitos do desmatamento tropical no clima e na agricultura. *NatureClimateChange*, v. 5, n. 1, p. 27-36, 2015.

LAYRARGUES, P. P. Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de um conceito? **Proposta**, Rio de Janeiro, v. 24, n.71, p. 1-5, 1997.

LEMOS, M. C.; AGRAWAL, A. (2006) **Governança ambiental**. Revisão Anual da Environmental Resources, 31: 297-325.

LIMA, N.T. 1999. **Um sertão chamado Brasil**. IUPERJ/UCAM, Rio de Janeiro.

MACPHERSON, D.W.; GUSHULAK, B.D.; BAINE, W.B.; et al. Mobilidade populacional, globalização e resistência a medicamentos antimicrobianos. *EmergInfectDis*. 2009; 15: 1727-1732.

MAGALHÃES, A.L.B.; CASATTI, L.; VITULE, J.R.S. (2011) Alterações no Código Florestal Brasíliro Favorecem Espécies Não Nativas de Peixes de Água Doce. **Natureza e Conservação**, 9: 121-124. doi: 10.4322 / nat - con.2011.017.

MALTHUS, T. **Ensaio Sobre a População**. São Paulo: Abril Cultural, 1982a (1798).

MALTHUS, T. **Princípios de Economia Política**. São Paulo: Abril Cultural, 1982b (1820).

MARTINE, G.; OJIMA, R.; MARANDOLA, JR. **Dinâmica populacional e a agenda ambiental brasileira:** distribuição espacial, desastres naturais e políticas de adaptação. Série População e Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA), 2015.

MANHÃES, A. *Petal.* (2018). Estratégias de baixo custo para proteger os serviços do ecossistema e a biodiversidade. **Conservação Biológica**, v. 217, p. 187-194, 201.

MARENKO, J.A.; TORRES, R.R. E.; ALVES, L.M. (2017). Seca no nordeste do Brasil - passado, presente e futuro. **Teoria e Climatologia Aplicada** 129, 1189-1200. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>.

MARX, K. **O Capital**. São Paulo: Abril Cultural, 1984. Vol. 1, tomo 2.

MAZZUCHELLI, F. (1985). **A contradição em processo:** o capitalismo e suas crises. São Paulo: Brasiliense.

METZGER, J. *et al.* **Devemos melhorar o código, não desfigurá-lo.** O Estado de São Paulo, São Paulo, p. A18 - A18, 08 jun. 2010. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/opiniao/2018/02/jean-paul-metzger-decisao-deve-seguir-evidencias-cientificas.shtml>>. Acessado em: 20 de jul. de 2020.

MIANI, A. Covid-19: **o impacto da pandemia no meio ambiente.** Europa, 20 de abr. de 2020. Entrevista concedida à Euronews. Disponível em: <<https://pt.euronews.com/2020/04/13/covid-19-o-impacto-da-pandemia-no-meio-ambiente>>. Acessado em: 02 de jul. de 2020.

MIRIAGOU, V. *et al.* Carbapenemases adquiridos em patógenos bacterianos Gram-negativos: problemas de detecção e vigilância. **Infect. infectar microbiol de Clin.** 2010; 16: 112-122.

MONTIBELLER, G. F. Apropriações diferenciadas do conceito de desenvolvimento sustentável. **Geosul** (UFSC), Florianópolis/SC, v. 15, n.29, p. 44-54, 2000.

MORITA, T. *et al.* **Cenários e implicações de mitigação de emissões de gases de efeito estufa.** p.143 no IPCC TAR WG3, 2001.

NOBRE, C. A.; REID, J.; VEIGA, A. P. S. Fundamentos Científicos das Mudanças Climáticas. 1<sup>a</sup>. ed. São José dos Campos: **INPE**, 2012. v. 1. 42p.

OBERMAIER, M. **Velhos e novos dilemas nos sertões:** mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação no semiárido brasileiro. Rio de Janeiro, 2011. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

OBERMAIER, M.; LA ROVERE, E. L. Vulnerabilidade e resiliência socioambiental no contexto da mudança climática: o caso do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). **Parcerias Estratégicas**, v.16, p.109-134, 2011.

OPAS (2020). **Folha informativa – COVID-19 (doença causada pelo novo Covid-19).** Brasil, 17 de jul. de 2020. Disponível em: <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content)> HYPERLINK “[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content)”

content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875”& HYPERLINK “[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875)”view=article HYPERLINK “[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875)”& HYPERLINK “[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875)”id=6101:covid19 HYPERLINK “[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875)”& HYPERLINK “[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875)”Itemid=875#:~:text=A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20da%20Sa%C3%BAde%20%28OMS%29%20declarou%2C%20em,da%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%2C%20conforme%20previsto%20no%20Regulamento%20Sanit%C3%A1rio%20Internacional.>. Acessado em: 19 de jul. de 2020.

PASCUAL, U. *et al.* (2017a). Valorizando a natureza - noções para as pessoas: a abordagem IPBES. Curr. Opin. Environ. **Sustentabilidade**, 26: 7-16.

PBMC. (2013). **Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil.

PEARL, J.G. 1996. Medicina tropical no Brasil do século XIX: a ‘Escuela Tropicalista Bahiana’, 1860-1890, pp. 31-52. Em Cueto M (ed.), **Saúde, cultura e sociedade na América Latina**. Instituto de Estudos do Peru - Organização Pan-Americana da Saúde, Lima.

PEUCH, V. H. **Covid-19**: o impacto da pandemia no meio ambiente. Europa, 20 de abr. de 2020. Entrevista concedida à Euronews. Disponível em: <<https://pt.euronews.com/2020/04/13/covid-19-o-impacto-da-pandemia-no-meio-ambiente>>. Acessado em: 02 de jul. de 2020.

PNUMA (2016). **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. Relatório Fronteiras do PNUMA 2016: questões emergentes de preocupação ambiental. Disponível em: <<http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7664>>. Acessado em: 8 de jul. de 2020.

PRIMACK, R.B., RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina, 2001. 328p.

PRYOR, S. C. *et al.* 2014: cap. 18: Centro-Oeste. **Impactos da mudança climática nos Estados Unidos**: A terceira avaliação nacional do clima. J.M. MELILLO, T. (T.C.) RICHMOND e G.W. YOHE, E., Programa de Pesquisa de Mudança Global dos EUA, 418-440. doi: 10.7930 / J0J1012N.

QUEIROZ, L. P. *et al.* (2017). Diversidade e Evolução das plantas com flores de domínio Caatinga. In: SILVA, J. M. C., LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (eds.) **Biodiversidade, Ecos-**

sistema, Serviços e Desenvolvimento Sustentável em Caatinga. **Springer**. doi: 10.1007 / 978-3-319-68339-3\_2.

RANDOLPH, S.E.; DOBSON, A.D. (2012). Pangloss revisitado: uma crítica ao efeito de diluição e ao paradigma da biodiversidade-tampão-doença. **Parasitology**, 139 (7): 847-63. doi: 10.1017 / z0031182012000200.

RICARDO, D. **Comentários aos Princípios de Economia Política, de Thomas Malthus**. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

ROBERT, A. B.; LASAGA, A. C(1989), - Modelando o ciclo de carbono geoquímico, **Scientific American**, vol 260; n ° 3, março1989.

RODRIGUES, M. A. **Direito ambiental esquematizado**. São Paulo: Saraiva, 2015.

RODRIGUES, P.M.S.*et al.* (2015) **Efeitos das mudanças climáticas na distribuição geográfica de espécies arbóreas especializadas das florestas secas tropicais brasileiras**. Revista Brasileira de Biologia, 75 (3): 679-684. doi: 10.1590 / 1519-6984.20913.

SANCHEZ, J. E. (1991). **Espacio, economía y sociedad**. Madrid, SigloVeintiuno de EspañaRditores, S. A.

SAWYER, D. Fluxos de carbono na Amazônia e no Cerrado: um olhar socio - ecossistêmico. **Sociedade e Estado**, v. 24, n. 1, p. 149–171, 2009.

SILVA, V. A. **Direitos fundamentais**: conteúdo essencial, restrições e eficácia. São Paulo: Malheiros, 2009.

SILVA, J. A. L; MEDEIROS, M. C. S.; AZEVEDO, P. V. Legislação ambiental e sustentabilidade na Caatinga. **Polemica**, v. 11, n. 3, 2012.

SILVEIRA, L.M. (2009). Agricultura familiar no semiárido brasileiro no contexto de mudanças climáticas globais. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I.B.; MENEZES, E.A.; PELLEGRINO, G.Q. (Ed.). **Mudanças climáticas e desertificação no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 183-194.

SIMÕES, A. F. *et al.* Aprimorando a capacidade adaptativa às mudanças climáticas: o caso dos pequenos agricultores no semiárido brasileiro. **Ciência e política ambiental**, v.13, p.801-8, 2010.

SPERANDELLI, D. I. *et al.* (2013). **Dinâmica da expansão urbana, terrenos baldios e espaços verdes na periferia metropolitana de São Paulo**, Brasil. Revista de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, 139 (4): 274-279.

TEDESCO, E.C.*et al.*(2017). Conservação de recifes de coral brasileiros no sudoeste do Oceano Atlântico: uma mudança de abordagem. **Revista Latino-Americana de Pesquisa Aquática**, 45 (2): 228-245. doi: 10.3856 / vol. 45-edição2-texto completo-1.

THOMPSON, E.P. A Formação da Classe Operária Inglesa. Rio de Janeiro: **Paz e Terra**. 1989. V. 1.

TREVISAN, R. **Lixo interessante. Nova Escola**. São Paulo: abril, 2010.

VERONESI, R.; FOCACCIA, R. **Tratado de infectologia**. São Paulo: Atheneu, 2006

VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN; L. (2016). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial plantas para o futuro – Região centro-oeste**. Brasília: MMA.

ZWIENER, V. *et al.* Planejamento para conservação e restauração sob mudança climática e de uso da terra na Mata Atlântica brasileira. **Diversidade e distribuições**, v.23, n.8, p. 955–966, 2017.

WEART, S. (2008). **A descoberta do aquecimento global**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.





Fundação  
Joaquim Nabuco

MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL