



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia



UNIDADE DE PESQUISA DO
MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



FERNANDO PEREIRA SILVA

**DESASTRE DA SECA OCORRIDO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO
BRASIL NO PERÍODO DE 2012 A 2016: VERIFICAÇÃO DE
IMPACTOS CONFORME O MONITOR DE SECAS DO CEMADEN
E ALGUNS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E DE SAÚDE.**

2022

FERNANDO PEREIRA SILVA

DESASTRE DA SECA OCORRIDO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO BRASIL NO PERÍODO DE 2012 A 2016: VERIFICAÇÃO DE IMPACTOS CONFORME O MONITOR DE SECAS DO CEMADEN E ALGUNS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E DE SAÚDE.

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de São José dos Campos; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), como parte dos requisitos do Exame Geral de Qualificação no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em DESASTRES NATURAIS.

Área: Desastres Naturais. Linhas de pesquisa: Geografia; Climatologia; Mudanças Climáticas; Secas, Desenvolvimento Socioeconômico; Cartografia; Mitigação; Vulnerabilidade; Redução de Riscos e Perdas Socioeconômicas.

ORIENTADOR: DR. OSVALDO LUIZ LEAL DE MORAES

São José dos Campos - SP

2022

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2022]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Pereira Silva, Fernando

DESASTRE DA SECA OCORRIDO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO BRASIL NO PERÍODO DE 2012 A 2016: VERIFICAÇÃO DE IMPACTOS CONFORME O MONITOR DE SECAS DO CEMADEN E ALGUNS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E DE SAÚDE. / Fernando Pereira Silva.
- São José dos Campos: [s.n.], 2022.
66 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Desastres Naturais) - Pós-graduação em Desastres Naturais - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos, 2022.
Orientador: Osvaldo Luiz Leal de Moraes.

1. Desastres. 2. Secas. 3. Semiárido. 4. Socioeconômicos. 5. Mudanças Climáticas. I. Luiz Leal de Moraes, Osvaldo, orient. II. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. IV. Universidade Estadual Paulista (Unesp). V. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). VI. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP com adaptações - STATI, STRAUD e DTI do ICT/UNESP.
Renata Aparecida Couto Martins CRB-8/8376



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de São José dos Campos

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE FERNANDO PEREIRA SILVA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESASTRES NATURAIS, DO INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CÂMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS.

Aos 11 dias do mês de abril do ano de 2022, às 10:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de FERNANDO PEREIRA SILVA, intitulada **DESASTRE DA SECA OCORRIDO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO BRASIL NO PERÍODO DE 2012 A 2016: VERIFICAÇÃO DE IMPACTOS CONFORME O MONITOR DE SECAS DO CEMADEN E ALGUNS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E DE SAÚDE**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. OSVALDO LUIZ LEAL DE MORAES (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) - / CEMADEN, Profa. Dra. ANA PAULA MARTINS DO AMARAL CUNHA (Participação Virtual) do(a) - / CEMADEN, Profa. Dra. KATIA DE AVILA FERNANDES (Participação Virtual) do(a) Geosciences / University of Arkansas. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: Aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. OSVALDO LUIZ LEAL DE MORAES
DIRETOR DO CEMADEN

Para aqueles que encaram desastres de perto e regularmente, não é previsivelmente cíclico nem inefavelmente trágico. É apenas vida.

(Niall Ferguson em "Catástrofe")

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3 METODOLOGIA.....	22
3.1 PROCESSAMENTO DOS DADOS DO IIS.....	22
3.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS SOCIOECONÔMICOS E DE SAÚDE	24
4 RESULTADOS	26
4.1 EVOLUÇÃO DA ECONOMIA.....	29
4.1.1 PRODUTO INTERNO BRUTO MUNICIPAL A PREÇOS CORRENTES, DA AGROPECUÁRIA E INDÚSTRIA.....	29
4.1.2 Nº DE EMPRESAS.....	35
4.1.3 PESSOAL OCUPADO ASSALARIADO E SALÁRIO MENSAL MÉDIO	37
4.2 EVOLUÇÃO DA SAÚDE	41
4.2.1 CONSULTAS MÉDICAS	41
4.2.2 MORTES POR ANEMIA.....	42
4.2.3 MORTES POR DESNUTRIÇÃO	43
4.3 EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA.....	44
4.3.1 DIFERENÇA ENTRE ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE FEIJÃO	44
4.3.2 DIFERENÇA ENTRE ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE MILHO.....	47
4.3.3 DIFERENÇA ENTRE ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE MANDIOCA.....	49
4.4 EVOLUÇÃO DA AGROPECUÁRIA	52
4.4.1 REBANHOS DE BOVINOS, CAPRINOS E OVINOS.	52
4.4.2 PRODUÇÃO DE LEITE	56
5 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS.....	63

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MAPA DO SEMIÁRIDO NORDESTINO (FONTE: IBGE) ACESSADO EM 10/03/2022	14
FIGURA 2 - EVOLUÇÃO MENSAL DO IIS, PARA 2013, NO MUNICÍPIO DE ITORORÓ, BA. O QUADRO MARCADO EM VERMELHO REPRESENTA O IIS, PARA ESTE MUNICÍPIO NO ANO DE 2013.....	24
FIGURA 3 - ESCALA DE GANHOS E PERDAS ELABORADA PARA OS MAPAS.....	25
FIGURA 4 - EVOLUÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA MUNICIPAL (2000-2020) DO PIB A PREÇOS CORRENTES. .	30
FIGURA 5 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) DO PIB A PREÇOS CORRENTES, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.....	31
FIGURA 6 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) DO PIB DA AGROPECUÁRIA, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.	32
FIGURA 7 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) DO PIB DA INDÚSTRIA, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.	34
FIGURA 8 - EVOLUÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA MUNICIPAL (2000-2020) DO NÚMERO DE EMPRESAS.	35
FIGURA 9 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) DO NÚMERO DE EMPRESAS, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.	36
FIGURA 10 - EVOLUÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA MUNICIPAL (2000-2020) DO PESSOAL OCUPADO E ASSALARIADO.	37
FIGURA 11 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) DO PESSOAL OCUPADO E ASSALARIADO, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.	38
FIGURA 12 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) DO SALÁRIO MENSAL MÉDIO, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.....	40
FIGURA 13 - EVOLUÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA MUNICIPAL (2000-2020) DE CONSULTAS MÉDICAS.	42
FIGURA 14 - EVOLUÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA MUNICIPAL (2000-2020) DE ÓBITOS CAUSADOS POR ANEMIA.	43
FIGURA 15 - EVOLUÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA MUNICIPAL (2000-2020) DE ÓBITOS CAUSADOS POR DESNUTRIÇÃO.	44
FIGURA 16 - EVOLUÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA MUNICIPAL (2000-2020) NA ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE FEIJÃO.	45
FIGURA 17 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) NA ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE FEIJÃO, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.	46
FIGURA 18 - EVOLUÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA MUNICIPAL (2000-2020) NA ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE MILHO.	47
FIGURA 19 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) NA ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE MILHO, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.	48
FIGURA 20 - EVOLUÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA MUNICIPAL (2000-2020) NA ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE MANDIOCA.	50
FIGURA 21 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) NA ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE MANDIOCA, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.	51
FIGURA 22 - EVOLUÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA MUNICIPAL (2000-2020) NA CRIAÇÃO DE BOVINOS & OVINOS.	53
FIGURA 23 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) NA CRIAÇÃO DE BOVINOS, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.	54
FIGURA 24 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) NA CRIAÇÃO DE OVINOS, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.	55
FIGURA 25 - EVOLUÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA MUNICIPAL (2000-2020) DA PRODUÇÃO DE LEITE.	56
FIGURA 26 - MAPA DA EVOLUÇÃO (DIFERENÇA ENTRE 2012-2016) NA PRODUÇÃO DE LEITE, CONFORME O BIOMA (A) E O IIS DE 2013 (B) MUNICIPAL.	58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - EVOLUÇÃO DOS VALORES MUNICIPAIS CONFORME A DIFERENÇA ENTRE 2012 A 2016 NA ÁREA DO DESENVOLVIMENTO ANALISADA:.....	26
TABELA 2 - EVOLUÇÃO DOS VALORES MUNICIPAIS CONFORME A DIFERENÇA ENTRE 2012 A 2016 NO BIOMA DE ORIGEM:	28
TABELA 3 - CONTINUAÇÃO: EVOLUÇÃO DOS VALORES MUNICIPAIS CONFORME A DIFERENÇA ENTRE 2012 A 2016 NO BIOMA DE ORIGEM:	28
TABELA 4 - PRODUTO INTERNO BRUTO DO BRASIL X SEMIÁRIDO.....	29
TABELA 5 - SUMÁRIO DOS RESULTADOS APRESENTADOS NOS MAPAS (A E B), PROVENIENTES DA CORRELAÇÃO ENTRE OS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS, CONFORME O IIS DE 2013 E O BIOMA MUNICIPAL.	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ONU	Nações Unidas
WMO	World Meteorological Organization
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
UNDRR	United Nations Office for Disaster Risk Reduction
IDNDR	Década Internacional Para Redução do Risco de Desastres
CRED	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters
WHO	World Health Organization
SUS	Sistema Único de Saúde
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund
FEMA	The Federal Emergency Management Agency
ISC	International Science Council
CNM / FPM	Confederação Nacional de Municípios / Fundo de Participação dos Municípios
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EM-DAT	The International Disasters Database
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
MUNIC	Pesquisa de Informações Básicas Municipais
GIS	Geographic Information System
SST	Sea Surface Temperature
ENSO	El Niño Oscilação do Sul
ZCIT	Zona de convergência intertropical
IIS	Índice Integrado de Secas
SPI	Standardized Precipitation Index
PDSI	Palmer Drought Severity Index
SPEI	Standardized Precipitation Evapotranspiration Index
PET	Potential Evapotranspiration
SMA / SWS	Soil Moisture Anomaly / Soil Water Storage
VSWI	Vegetation Supply Water Index
SWSI	Surface Water Supply Index
SRSI / SDI	Standardized Reservoir Supply Index / Streamflow Drought Index
CDI / MSDI	Combined Drought Indicator / Multivariate Standardized Drought Index
PHDI	Palmer Hydrological Drought Index
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
TCI / VCI / VHI	Temperature Condition Index / Vegetation Condition Index / Vegetation Health Index
PIB / C / AG / IN	Produto Interno Bruto / A Preços Correntes / Agropecuária / Indústria
EV. EMPRESAS	Evolução do Número de Empresas
P.O.A	Pessoal Ocupado Assalariado
S.M.M	Salário Mensal Médio
A.P x A. C	Relação Entre a Area Plantada e a Area Efetivamente Colhida

SILVA, F. P. **DESASTRE DA SECA OCORRIDO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO BRASIL NO PERÍODO DE 2012 A 2016: VERIFICAÇÃO DE IMPACTOS CONFORME O MONITOR DE SECAS DO CEMADEN E ALGUNS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E DE SAÚDE.** Projeto de pesquisa. São José dos Campos: Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), 2022.

RESUMO

Desastres ocasionam perdas humanas, socioeconômicas, produzem impactos adversos nos setores importantes ao desenvolvimento e afetam anualmente milhões de pessoas, em regiões distintas do planeta. Conforme as orientações do Marco de Sendai para redução do risco de desastres (UNDRR, 2015) e dos quatro eixos norteadores do sistema Brasileiro de monitoramento, alertas e gestão do risco de desastres. Foram operadas algumas metodologias científicas nessa dissertação, com o objetivo de mitigar a causa, bem como os efeitos, do desastre hidrometeorológico de seca, ocorrido entre 2012-2016 na região do Semiárido do Brasil. Mais especificamente, utilizando dados socioeconômicos e de saúde, para correlacionar ao monitor de secas (IIS-V1) do CEMADEN. Os resultados obtidos indicam que tal monitor, se apresenta como uma ferramenta útil para verificar impactos físicos, socioeconômicos e na saúde, provocados pela seca. Porém, essa tendência não foi constatada em todos os resultados preliminares, que foram apreciados no decorrer da pesquisa, como também, algumas possíveis explicações de causa e efeito.

Palavras-chave: Desastres; Secas; Semiárido; Socioeconômicos; Mudanças Climáticas.

SILVA, F.P. DROUGHT DISASTER IN THE SEMI-ARID REGION OF BRAZIL FROM 2012 TO 2016: VERIFICATION OF IMPACTS ACCORDING TO THE CEMADEN DROUGHT MONITOR AND SOME SOCIOECONOMIC AND HEALTH INDICATORS.

Research project. São José dos Campos: São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology, National Center for Monitoring and Early Warning of Natural Disasters (CEMADEN), 2022.

ABSTRACT

Disasters cause human and socioeconomic losses, produce adverse impacts on important development sectors and affect millions of people annually in different regions of the planet. According to the guidelines of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (UNDRR, 2015) and the four guiding axes of the Brazilian system for monitoring, warning, and disaster risk management. Some scientific methodologies were operated in this dissertation, aiming to mitigate the cause, as well as the effects, of the hydrometeorological drought disaster, which occurred between 2012-2016 in the Semi-arid region of Brazil. More specifically, using socioeconomic and health data, to correlate to CEMADEN's drought monitor (IIS-V1). The results obtained indicate that this monitor presents itself as a useful tool to verify physical, socioeconomic and health impacts caused by droughts. However, this tendency was not verified in all the preliminary results, which were appreciated during the research, as well as some possible explanations of cause and effect.

Keywords: Disasters; Drought; Semi-arid; Socioeconomic; Climate change.

1 INTRODUÇÃO

Os agrupamentos humanos foram influenciados, no decorrer do tempo histórico, pela disponibilidade ou não, dos suprimentos considerados “essenciais” à sobrevivência e reprodução da vida. A busca por estes suprimentos (“alimentos e água”) estimulou fluxos migratórios de indivíduos, bem como o descobrimento de novas regiões do planeta. Estas regiões possuem características únicas ou intrínsecas, geralmente relacionadas a aspectos do relevo, clima, distribuição de ecossistemas e dos seres vivos. Os membros desses agrupamentos desenvolveram conhecimentos especializados para extrair em função da demanda, os recursos necessários, a pretexto de explorar, habitar e dominar novos territórios. Porém, como percebemos ao longo do tempo, os ambientes terrestres possuem certas “ameaças naturais” que caso sejam estimuladas, por determinados processos, condições ou *risk drivers*, podem vir a provocar desastres.

Existem diversos registros da ocorrência de eventos devastadores ao longo da história humana. Alguns foram deflagrados pela dinâmica da crosta terrestre na superfície do relevo, como ocorrido na erupção do monte Vesúvio, que ocasionou o soterramento da cidade de Pompeia na Itália (79 d.C.). A mesma ameaça de origem geológica-geomorfológica foi responsável pelo desastre na ilha vulcânica de Krakatoa na Indonésia (1883) e o terremoto no Haiti (2010). Outras ameaças de origem geo-hidro-meteorológicas produziram tsunamis em Lisboa (1755), na Indonésia (2004) e também na Costa do Golfo dos Estados Unidos (2015) em razão do furacão Katrina. Graves inundações ocorridas na China (1931) foram responsáveis pelo maior número de mortes em um único evento, com registros estimados em cerca de 4 milhões de vidas perdidas. Estudos indicam que um grande evento de seca possivelmente está relacionado ao declínio da civilização Maia (1000 d.C.) (GILL; HOGGARTH et al., 2007, 2017). Encontramos referências de secas graves e prolongadas em várias regiões do planeta, como no Brasil (1877) e na Índia (1900). Estes eventos impactaram áreas rurais e regiões densamente urbanizadas, provocando ou estimulando procedimentos de adaptação e convivência, em alguns casos.

Considerando o ordenamento territorial mundial contemporâneo, cada país está vulnerável a riscos específicos. Segundo o Atlas Brasileiro de Desastres (2013), nove categorias de ameaças são mais comuns, são elas: movimentos de massa;

erosões; inundações; enxurradas; alagamentos; ciclones; vendavais; incêndios; secas. Estes desastres, provocam anualmente graves perdas de vidas humanas e geralmente impactam simultaneamente diversos setores da sociedade. Os prejuízos, ocorrem em áreas como a saúde; educação; infraestrutura; energia; meio ambiente e, demandam altos custos a União, por conta dos investimentos em resposta e recuperação, que são geralmente mais custosos do que a mitigação prévia do risco.

O fenômeno climatológico conceituado como “seca” é uma ameaça (entre outras) registrada anualmente em território nacional. Estes eventos vêm sendo observados desde o século XVI e foram importantes para o desenvolvimento histórico, humano, cultural e econômico brasileiro. Considerando os anos de 2013-2017, episódios de seca atingiram 2.706 municípios (48,6% do total dos municípios), em todas as regiões do Brasil. A região Nordeste foi a que apresentou a maior proporção de municípios afetados (MUNIC, 2017). Nota-se que a falta de uma política nacional e estruturada de mitigação, preparo e convivência com o risco, interfere diretamente na capacidade de resposta dos Estados e municípios. Existem fragilidades estruturais no estabelecimento de métodos e instrumentos para facilitar a convivência com a seca, pois estes, além de dependerem de financiamento para pesquisa e inovações científico-tecnológicas (geralmente de alto custo), esbarram em questões histórico-culturais, conforme a lógica da geopolítica local e regional.

O recorte geográfico desta pesquisa refere-se ao Semiárido Brasileiro *Figura 1*. Então, o primeiro polígono oficial que delimitou áreas impactadas pela seca foi estabelecido em 1936 e posteriormente revisado em 1951 segundo o IBGE (2018) que, além de incluir novos municípios, também revisou os critérios definidores nos anos de 2005 e 2017. O Semiárido Brasileiro é composto por 1.262 municípios de 10 estados, sendo respectivamente: Maranhão; Piauí; Ceará; Rio Grande do Norte; Paraíba; Pernambuco; Alagoas; Sergipe; Bahia; Minas Gerais, na delimitação mais recente realizada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), conforme a lei complementar n.º 107, 115, 125 (IBGE, 2018). A região Nordeste do Brasil possui 1.554.291,744 km², destes, 980.133,079 km² ou 63,06% representam o polígono de áreas que podem ser impactadas por secas. Diante disso, três aspectos climatológicos são apropriados para esta definição: primeiro, a taxa de precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; segundo, o índice

de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50; e terceiro, o percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60% (IBGE, 2018).

O objetivo central desta dissertação é investigar a seca ocorrida na região Semiárida do Brasil entre 2012-2016 e verificar possíveis impactos, utilizando dados socioeconômicos, da saúde e a nível municipal, para estabelecer uma correlação em conjunto ao monitor de secas, desenvolvido pelo Centro Nacional Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN). Portanto, a pesquisa está estruturada em cinco capítulos: o primeiro, refere-se à introdução; o segundo, a fundamentação teórica; o terceiro, a metodologia; o quarto, aos resultados; o quinto, discussões e conclusões. Portanto, deve-se sumarizar e destacar brevemente cada um:

O primeiro capítulo, introdução, apresenta uma breve síntese do histórico de desastres em determinados períodos da civilização. As principais tipologias de desastres registrados no Brasil. Define a seca como a tipologia de desastre a ser investigada e delimita o Semiárido Brasileiro como a área de estudos.

No segundo capítulo, fundamentação teórica, encontram-se as principais definições, conceitos e abordagens teórico-metodológicas apropriadas pela pesquisa, respectivamente: as definições de seca (conceituais e operacionais) segundo a Organização Meteorológica Mundial (WMO); os conceitos de ameaça, desastre e impacto; a retrospectiva histórica das Nações Unidas (ONU) no fomento de acordos globais para a redução do risco de desastres; o conceito de vulnerabilidade; os avisos alarmantes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para o aumento de desastres relacionados a seca; os registros de perdas socioeconômicas em decorrência de extremos climáticos; o histórico das secas ocorridas no Semiárido; a seca de 2013 como uma das piores já registradas em abrangência geográfica; os principais impactos na agricultura e abastecimento; as características meteorológicas e climatológicas responsáveis pelo agravamento e duração da seca no ciclo 2012-2016; a importância dos indicadores e índices para o monitoramento de secas conforme os tipos e usos; a construção do monitor de secas do CEMADEN.

No terceiro capítulo, metodologia, apresentamos um detalhamento da abordagem científica apropriada para obtenção dos resultados desta pesquisa e, também, a lógica utilizada na construção e organização de uma base de dados que contenha aspectos primordiais dos 1.262 municípios do Semiárido. Sendo assim, três classes de dados provenientes de diferentes fontes foram utilizadas: primeiro,

informações das características socioeconômicas; segundo, informações da saúde; terceiro, informações do Índice Integrado de Secas (IIS). Mais a diante, como ponto central da metodologia, serão operacionalizados os procedimentos metodológicos para correlacionar dados de diferentes escalas temporais, mais especificamente, transformar os valores do IIS mensais em um único valor anual.

No quarto capítulo, encontram-se os resultados obtidos. Inicialmente, três tabelas organizam estes resultados de acordo com a tipologia do dado, conforme o bioma municipal e a diferença, representada pelas cores da escala de perdas e ganhos. Adiante, os resultados estão agregados em quatro subcategorias de análise, são elas: primeiro, a evolução da economia municipal (6 aspectos): 1º (PIB) a preços correntes; 2º agropecuária; 3º indústria; 4º número de empresas; 5º população ocupada assalariada; 6º salário médio mensal; segundo, a evolução da saúde municipal (3 aspectos): 1º Número de consultas médicas; 2º mortes por anemia; 3º mortes por desnutrição; terceiro, a evolução da agricultura municipal (3 aspectos) representados pela relação entre a área plantada e efetivamente colhida de 1º feijão; 2º milho; 3º mandioca; quarto, a evolução da agropecuária municipal (4 aspectos): quantidade de 1º bovinos; 2º caprinos; 3º ovinos; 4º produção de leite.

No quinto e último capítulo, os resultados obtidos estão organizados em uma tabela para apreciação. Identificou-se que a categoria seca excepcional 1 do monitor de secas do CEMADEN é uma ferramenta útil para correlacionar o impacto físico da seca aos indicadores socioeconômicos, porém, a tendência não foi constatada em todos os resultados. Finalmente, será apresentada uma síntese dos resultados destas correlações e alguns encaminhamentos para pesquisas futuras.

Figura 1 - Mapa de localização do Semiárido Nordestino



Fonte: elaborado pelo autor.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As Nações Unidas (ONU) representam, hoje, um papel fundamental no fomento e promoção de incentivos ao estabelecimento de normativas para reduzir o risco de desastres globalmente. Esforços que iniciaram na designação da Década Internacional Para Redução do Risco de Desastres (IDNDR, 1990) e foram sendo aprimorados sucessivamente nos marcos de Yokohama (1994), Hyogo (2005), Sendai (2015) para implementação de estratégias globais, regionais e prioridades de ação, segundo princípios norteadores, para estimular a cooperação dos países membros.

O conceito de Desastre (*Disaster*) adotado pela ONU consiste em "Uma grave interrupção do funcionamento de uma comunidade ou sociedade em qualquer escala, devido a eventos perigosos que interagem com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade" (UNDRR, *TERMINOLOGY*, 2017). Já o conceito de ameaça (*hazard*) descreve um "Processo, fenômeno ou atividade humana que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos à saúde, danos materiais, rupturas sociais e econômicas ou degradação ambiental" (UNDRR, *TERMINOLOGY*, 2017). A "ameaça" detém a potencialidade para produzir impactos e simultaneamente interagir com as condições de vulnerabilidade existentes, bem como produzir mais vulnerabilidade. Portanto, a "ameaça" é um fator ou processo tanto de impactos, quanto da produção de condições de vulnerabilidade. A seca como um *hazard*, por exemplo, não somente pode combinar com a vulnerabilidade pré-existente de uma comunidade ou sociedade, em qualquer nível de escala, como também pode intensificar a vulnerabilidade social. Nesse caso, a vulnerabilidade pode figurar tanto uma condição pré-constituída quanto resultante de um *hazard* de seca.

Para Cutter (2001) "O desastre representa um evento singular que resulta em perdas generalizadas de pessoas, infraestrutura e meio ambiente". Entretanto, Cannon (1994) descreve desastre como "Um evento associado ao impacto de um *hazard*, que leva à mortalidade, doença e/ou ferimentos ou perturbação dos meios de subsistência, afetando as pessoas ou uma área". Já a FEMA (*The Federal Emergency Management Agency*) conceitua desastre como "Resultado da ocorrência de danos à propriedade, mortes e/ou ferimentos a uma comunidade".

Nem todos os conceitos de "*Disaster*" contemplam as descrições conceituais da UNDRR (*TERMINOLOGY*, 2017). Comparando esse conjunto de conceitos de

desastre acima ao do UNDRR, a ideia de "interrupção da comunidade" não figura necessariamente adequada para descrever os impactos adversos decorrentes do *hazard* de seca, pois, fortes impactos adversos nem sempre provocam a interrupção do funcionamento socioeconômico de uma determinada comunidade atingida. Isto será demonstrado no capítulo adiante, que trata da evolução da economia municipal. Ademais, os conceitos de desastre citados por Cannon, Cutter, FEMA são limitados por descrever *disaster* apenas como um "evento" ou "ocorrência", se porventura, forem entendidos apenas como pontuais. A seguir, veremos que a abordagem apropriada para conceituar "seca" descreve circunstâncias temporais específicas que vão além de um simples evento ou ocorrência pontilhar, mas também como processo.

As Nações Unidas publicou, em 2020, uma revisão de classificação de ameaças (UNDRR-ONU, 2020). Foram identificadas 302 ameaças, os quais foram alocados em oito grupos: biológicos, com 88 ameaças; hidrometeorológicos, com 60 ameaças; tecnológicos com 53; geoameaças com 35; químicos com 25; ambientais com 24; extraterrestres com 9 e sociais com 8. As 60 ameaças classificadas como hidrometeorológicos são resultantes do estado e comportamento da atmosfera da superfície terrestre, da interação da terra e oceano, do tempo e clima. Estes, de modo geral, estão associados à produção e distribuição dos recursos hídricos terrestres. Segundo o EM-DAT (Banco de dados Internacional sobre desastres, CRED-WHO-ONU), que contém cerca de 22.000 registros de desastres (1900-2022), as ameaças hidrometeorológicas mais devastadoras no mundo incluem ciclones tropicais, secas, inundações e ondas de calor (UNDRR/ISC, 2020). Em outras palavras, a Seca enquadra-se, nesta moderna terminologia, como ameaça hidrometeorológica e, conseqüentemente, como Desastre Hidrometeorológico.

As definições de seca podem ser categorizadas como conceituais ou operacionais. As definições conceituais, relacionam-se com a formulação de novos conceitos ou aplicações dos limites destas definições. Já na seca operacional, o objetivo é investigar a severidade, duração, frequência e possíveis impactos nos componentes que podem ser meteorológicos, climatológicos, atmosféricos, na agricultura, no gerenciamento dos suprimentos hídricos e conforme fatores socioeconômicos (DONALD; WILHITE; GLANTZ, 1985). A seca pode ocorrer devido a fatores da variabilidade natural ou intrínseca (variabilidade climática) ou forçantes

antropogênicos diretos e indiretos (mudanças climáticas) (IPCC-AR6-GLOSSARY, 2022).

A Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2020), conceitua seca (*drought*) como “Um período de clima anormalmente seco, caracterizado pela deficiência prolongada de precipitação abaixo de um certo limiar, em uma área extensa e superior a um mês”. A importância de investigar a seca como um desastre significa, conforme apresentado acima, não apenas considerar a sua componente climática associada a anomalias de precipitação. É razoável, portanto, averiguar as componentes exposição, vulnerabilidade e impacto à luz da componente climática.

A UNDRR conceitua “*Disaster Impact*” como o “Efeito total, incluindo efeitos negativos e positivos (perdas e ganhos), de um evento perigoso (manifestação de um *hazard* em um determinado lugar durante um determinado período de tempo), assomando impactos econômicos, humanos e ambientais, que podem incluir mortes, lesões, doenças e outros efeitos negativos sobre o bem-estar físico, mental e social humano” (*TERMINOLOGY, 2017*). A FIOCRUZ (2021) no Guia de Preparação para Resposta à Emergência em Saúde Pública (Seca/Estiagem) descreve impactos na saúde humana relacionados à segurança alimentar, nutricional, e também, pela propagação de doenças infecciosas, gastrointestinais e respiratórias. Os efeitos na saúde são observados a curto (dias), médio (meses) ou longo prazo (anos/décadas).

A seca, além de ser uma ameaça, também é responsável por produzir vulnerabilidades, conforme o grau de exposição dos agrupamentos humanos aos perigos ou ameaças. Os primeiros estudos de Westgate e O’Keefe (1976) reconheceram a importância de considerar também o elemento da vulnerabilidade na compreensão dos fatores de interação entre eventos naturais extremos e sincrônicos, que se inserem nas fragilidades instaladas nos agrupamentos humanos. Estas fragilidades são produzidas em decorrência de complexas interações entre processos históricos, culturais e sociais, provenientes do modelo de desenvolvimento global, relacionados a aspectos da distribuição de renda e desigualdade socioeconômica.

A seca repousa, não apenas na sua ocorrência passada e presente, mas, evidentemente, na projeção de cenários futuros. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) atua na construção de alguns modelos climatológicos e fomenta o estabelecimento de projeções para o século XXI. No intuito de mitigar as metas estabelecidas ao nível local e global, firmadas pelos países no acordo de Paris.

Estas projeções indicam que possivelmente 15% das áreas correspondentes à superfície terrestre estarão expostas nos próximos anos a esses eventos. Cerca de dois terços da população global serão impactadas por secas mais longas e progressivas, prejudicando diretamente a disponibilidade de água para consumo humano. Em alguns cenários observados (IPCC, 2014) a duração média global do comprimento das secas registradas anualmente aumentou de 9 para 11 meses. Se confirmadas, essas estimativas apontam para o aquecimento de 1,5 °C a 2,0 °C na temperatura do planeta e, conseqüentemente, o aumento da ocorrência de extremos climáticos, em regiões no norte da África, América do Sul, Caribe, sul da Europa e Ásia Ocidental. Já em outras, como Austrália, Irã, China, Chile e Nordeste do Brasil, estimados episódios seca alternados e influenciados por dinâmicas regionais.

O IPCC publicou, em 2022, o sexto relatório de avaliação dos impactos resultantes das mudanças climáticas nos ecossistemas e comunidades humanas, em escala global e regional. O relatório contou com a participação de 270 especialistas de 67 países e considerou as vulnerabilidades, capacidades e limites de adaptação, e também propôs metas para um modelo de desenvolvimento climático resiliente.

O relatório indicou, para a América Central e América do Sul, a existência de uma alta vulnerabilidade e exposição aos impactos iminentes das mudanças climáticas. Estes impactos adversos poderão resultar no: aumento da pobreza; complicações relacionadas ao crescimento desordenado e de alta densidade populacional; mudanças no uso e ocupação do solo, e conseqüentemente, a degradação; desmatamento e perdas na biodiversidade; aumento do risco de perdas econômicas devido à alta dependência de commodities; aumento da ocorrência de eventos extremos como ondas de calor; queda de umidade; aumento do nível do mar; erosão costeira; aumento na frequência e severidade de secas, que impactarão os suprimentos de água, agricultura e segurança alimentar de comunidades tradicionais; impactos adversos na saúde humana (IPCC-AR6, 2022). Além disso, devido à “Natureza complexa do risco” os impactos podem desencadear eventos não-lineares e não-previstos, e também, desastres em cascata (“*Cascading Disasters*”) pela dinâmica de interação exercida entre hazards-climáticos+exposição+vulnerabilidades dos sistemas humanos e ecológicos (PESCAROLI; ALEXANDER, 2018 apud IPCC-AR6). O tempo de resposta (mediante ao risco) será determinante na tomada de decisões, influenciando setores do desenvolvimento socioeconômico.

Segundo o Atlas da Mortalidade e Perdas Econômicas Devido a Extremos Climáticos (WMO, 2014), num período de 43 anos (1970-2012), a América do Sul reportou 696 desastres nesta categoria. Estes registros apontam 54.000 vidas perdidas e cerca de US \$71 bilhões de danos econômicos, destes, cerca de 23% estão diretamente relacionados à seca. Somente no Brasil, neste período e de forma distribuída, ocorreram cerca de 7.200 mortes e perdas econômicas de US \$31 bilhões.

Particularmente, na região do Semiárido Brasileiro, as secas têm sido relatadas desde o século XVI. Às vezes estão relacionadas ao El Niño (1998, 2002, 2015), ou frequentemente associadas ao resfriamento das águas do Pacífico e Atlântico (2012, 2013), por conta de mudanças ocorridas na circulação atmosférica (MARENGO et al., 2013). Marengo e Cunha et al., (2016) Atualizaram a história das secas havidas na região Semiárida Brasileira reportando, aproximadamente, 50 eventos (1583-2015). Essas secas foram corresponsáveis por causar perdas de ativos e vidas humanas ao longo dos referidos períodos históricos. Os principais impactos foram o desequilíbrio na cadeia produtiva agrícola, no armazenamento e distribuição de alimentos (arroz, feijão, milho) e nas atividades ligadas à agropecuária e manutenção dos rebanhos. A seca de 1979-1983, por exemplo, foi um processo que trouxe prejuízos à União, na ordem de US \$7.8 Bilhões (MARENGO et al., 2016). Além disso, existem registros da ocorrência de movimentos migratórios massivos, desnutrição, fome, anemia, doenças de propagação hidrossanitária¹.

A seca do ano de 2013, que está inserida no ciclo 2012-2016, é considerada, portanto, a pior seca dos últimos 50 anos. Conforme o relatório de estudos técnicos elaborado pela Confederação Nacional de Municípios (CNM, 2013), a área de abrangência desta seca se estendeu em mais de 1.400 municípios do Nordeste. Sendo assim, todos os estados que possuem territorialidade no Semiárido, sem exceção, foram extensivamente impactados e apresentaram cenários de déficits, ou até mesmo, colapso, nos sistemas de abastecimento urbano, diminuição dos mananciais, racionamento, rodízios, perdas significativas na agropecuária e rebanhos (bovinos, suínos, galináceos), quebras na produção de leite, aumento da inflação sobre produtos básicos. A EMBRAPA (2013) também constatou frustrações nas

¹ O Centro de Controle de Doenças (CDC), conforme a Organização Mundial da Saúde (WHO) que conceitua doenças de propagação hidrossanitária infecções resultantes de bactérias, vírus ou protozoários como a Amebíase; Hepatite A; Salmonelose; Esquistossomose; Shigelose; Febre Tifóide e Paratifóide; E. coli; Cólera e Leptospirose (Stanke et al.2013).

safras das culturas produzidas e nas pastagens naturais do Semiárido, além da morte de cerca de 40% das espécies de plantas, muitas delas nativas na Caatinga e que também são utilizadas na suplementação animal.

Em decorrência disso, as prefeituras utilizaram abordagens paliativas para o gerenciamento do impacto da seca, como o fornecimento de água por carros-pipa, construção e aprofundamento de poços artesianos e cisternas comunitárias. Ademais, as secas de 2012 e 2013 juntas provocaram perdas de cerca de R\$ 1 bilhão no Fundo de Participação dos Municípios (FPM), devido a desonerações e a quedas na arrecadação de impostos. Segundo outro estudo realizado pela CNM (2016), durante o período de seca (2012 a 2015) foram registrados prejuízos somados em R\$ 103 bilhões. Além disso, conforme Marengo e Cunha et al., (2017), considerando as culturas mais importantes no Nordeste como feijão; arroz; milho; algodão; banana; cana-de-açúcar; mandioca; soja; café e rebanhos de bovinos, somados, os prejuízos foram estimados em R\$ 3 bilhões.

Diversos trabalhos (MARENGO, 2013; CUNHA, 2016; ALVALÁ, 2017 et al.) apresentam um detalhamento meteorológico e climatológico para fundamentar a seca ocorrida no ciclo 2012-2016. Sendo assim, de forma resumida, devido a mudanças ocorridas na temperatura dos oceanos Pacífico e Atlântico (SST) e ao aparecimento de uma La Niña em 2011-2012 e também da oscilação sul (ENSO), responsáveis por manifestar um El Niño em 2015 e, conseqüentemente, alterar o esquema de circulação atmosférica de Walker. Movimentos que forçaram, de forma bastante incomum, a reorientação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao norte. Este conjunto de elementos e movimentos provenientes da variabilidade climática (sentido amplo) além de provocarem distúrbios de larga escala no ciclo regional, também dilataram o período de escassez hídrica no Semiárido.

Existem diferentes metodologias utilizadas e reconhecidas pela comunidade internacional para se verificar a ocorrência de secas que, por sua vez, são essenciais na tessitura dos planos de mitigação, convivência e de resposta. Todas estas metodologias apresentam um conjunto de indicadores para caracterizar classes de seca, conforme gatilhos específicos do local. Estes indicadores devem induzir categorias de resposta e possibilitar além da validação científica, certa relevância operacional (STEINEMANN; CAVALCANTI, 2006).

Conforme o guia dos Indicadores e Índices de Seca (WMO, 2016), as abordagens mais utilizadas mundialmente para realizar o monitoramento e avaliação de secas, utilizam índices ou indicadores únicos, múltiplos ou até híbridos. Estes, encontram-se organizados em cinco grupos (conforme as cores do guia), cada qual para uma finalidade específica, como por exemplo: os meteorológicos, SPI (MCKEE et al., 1993); PDSI (PALMER, 1965); SPEI (VICENTE-SERRANO; BEGUERÍA; LÓPEZ-MORENO, 2010) que verificam taxas de precipitação e evapotranspiração (PET), os de solo e umidade, SMA (EDO; ROO; LAGUARDIA, 2000, 2008); SWS (WEILER et al. 2004) utilizados na agricultura, os hidrológicos, PHDI (Palmer, 1960); SWSI (DEZMAN, 1982); SDI (NALBANTIS; TSAKIRIS, 2009); SRSI (GUSYEV et al. 2015) utilizados para medir o suprimento de água na superfície e reservatórios, os de sensoriamento remoto, NDVI (TARPLEY; NOAA et al. 1984); TCI/VCI/VHI (KOGAN; NOAA, 1995, 1997) usos múltiplos pela disposição de dados de satélite e finalmente os compostos ou modelados, CDI (SEPULCRE-CANTO, 2012); MSDI (HAO; AGHAKOUCHAK, 2013) de múltiplos/combinados com variáveis meteorológicas, da agricultura, hidrológicas, bandas termais e dados de satélite.

Mais recentemente, outra metodologia tem sido aplicada pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) para realizar o monitoramento da seca e verificar impactos em setores estratégicos. Este monitoramento iniciou por uma demanda da Casa Civil da Presidência da República, de forma a subsidiar políticas públicas para mitigar os impactos causados pela seca ocorrida no Semiárido (2012-2016). Somente a partir de 2018, o monitoramento foi expandido para todo território nacional. O Monitor de Secas do CEMADEN indica, rotineiramente, condição de colapso nos reservatórios do Nordeste por conta de estiagens consecutivas, além da intensificação dos registros de seca hidrológica, crises na geração de energia elétrica e na irrigação. O (IIS) é concebido como uma proposta operacional, para identificar a severidade e a duração de episódios de seca, em determinadas regiões. É formulado através de uma composição de técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e observações de superfície, sendo utilizado para o monitoramento de avaliação de impactos da seca em escala de seca meteorológica e agrícola. Tal Monitor ainda não se encontra bem ajustado para a seca hidrológica, no entanto, existem outros índices e indicadores sendo utilizados para isso. Outros aspectos do IIS serão detalhados no capítulo da metodologia.

3 METODOLOGIA

A metodologia desta dissertação foi adotada considerando a questão central deste trabalho. A quantificação do impacto, ou não, da seca do período 2012 a 2016 no Semiárido em setores estratégicos, foi estudada a partir de dados disponíveis por diferentes fontes e que, por razões óbvias, não carecem de tratamento adicional. Estes dados estão prontos para serem trabalhados de modo objetivo. São eles:

- A. Índice Integrado de Secas do CEMADEN;
- B. Dados socioeconômicos do IBGE;
- C. Dados do DATASUS.

A síntese da metodologia é bem simples: comparar os dados socioeconômicos e de saúde com o índice integrado de secas. Ressalte-se, adicionalmente, que o impacto em outros setores, como educação, por exemplo, não foi possível pela ausência de dados públicos, e previamente qualificados, que pudessem ser usados.

Os dados dos itens 2 e 3 acima possuem informações sobre particularidades socioeconômicas, da saúde e do ambiente, dos 1.262 municípios que fazem parte do polígono de secas do Semiárido Brasileiro. São disponibilizados de forma contínua, por meio de séries históricas municipais ou sob formato de índices anuais.

Os dados socioeconômicos foram extraídos do portal SIDRA (IBGE) que reúne um banco de informações por categoria e abrangência geográfica. Já os aspectos de saúde encontram-se no portal DATASUS (MIN. SAÚDE) segundo os registros da produção hospitalar e ambulatorial municipal.

A análise de correlação, isto é, impacto da seca x severidade da seca, requer que os mesmos fossem tabulados em uma única planilha que contempla, para cada município, e para cada ano, os valores do IIS e dos índices socioeconômicos e de saúde. Os dados georreferenciados e a planilha permitem uma análise espaço-temporal, ou seja: verificação do impacto da seca por regiões e ao longo do tempo.

3.1 PROCESSAMENTO DOS DADOS DO IIS

Os dados de item 1, isto é, o Índice Integrado de Secas (IIS), foi desenvolvido pelo grupo de secas do CEMADEN e vem sendo usado como ferramenta robusta para caracterizar a intensidade, severidade e temporalidade da seca em todo o Brasil. Este

índice é, também, fornecido mensalmente para os municípios do Semiárido. Diversos trabalhos (CUNHA, 2016; CUARTAS, 2018; ALVALÁ, 2018; MORAES, 2019 et al.,) certificam a sua credibilidade científica e, conseqüentemente, justificam o seu uso. O (IIS) versão V2 (atual) deriva de uma combinação entre os seguintes índices ou indicadores: SPI + VHI (VCI+TCI) + ADS + VSWI (EVI + NDVI + TS) calculados em janelas móveis com resolução temporal (3 meses) e espacial (8km), sendo assim, um índice meteorológico que contém dados de satélite. Porém, neste trabalho, foi utilizado o (IIS) versão V1 que contém exclusivamente o SPI + VHI (VCI+TCI). Integradas, estas ferramentas possibilitam avaliações mensais nas principais componentes de impacto da seca, de setores estratégicos e recursos hídricos, conforme a capacidade dos reservatórios de abastecimento. O VSWI (adicionado na versão V2) é usado em monitoramentos que demandam alta resolução espacial e para verificar impactos na agricultura (familiar ou larga escala), requisitados especialmente para o programa Garantia Safra (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

O (IIS) é apresentado em seis classes ou categorias de intensidade seca: (1) seca excepcional; (2) seca extrema; (3) seca severa; (4) seca moderada; (5) seca fraca e (6) condição normal. Uma vez que o IIS é calculado mensalmente para cada município, o período de 2012 a 2016 possui 60 IIS. Considerando que os índices socioeconômicos são disponibilizados com base anual, é necessário determinar um índice IIS anual a partir dos valores mensais. Diversas possibilidades estatísticas podem ser usadas. Aquela que parece mais atraente é a média anual do IIS a partir da média aritmética simples dos valores mensais. Esta opção, entretanto, não se mostrou promissora, pois a média anual tende, geralmente, para um valor intermediário que mascara a severidade. Assim, uma vez que o objetivo deste trabalho é avaliar o impacto devido à severidade optou-se, para representar a seca anual, o menor dos valores mensais daquele ano. Esta opção, por óbvio, possui algumas restrições. A mais evidente é que se este valor mínimo é de um mês que não corresponde ao mês de uma dada cultura agrícola, por exemplo, o resultado da correlação pode não ser realista.

A figura 2 abaixo ilustra o procedimento adotado. O município de Iitororó, na Bahia, no ano de 2013, teve IIS mensais que foram, majoritariamente de 6 e 5. Apenas no mês de julho o índice foi igual a 1. Este é o valor adotado, neste trabalho, para representar a seca no município de Iitororó no ano de 2013. Caso o valor médio fosse

adotado o IIS seria 5,08, o que representa seca fraca ou normal. Isso é muito diferente de escolher o IIS como 1,0 equivalente à seca excepcional.

Figura 2 - Evolução mensal do IIS, para 2013, no município de Itororó, BA. O quadro marcado em vermelho representa o IIS, para este município no ano de 2013.

GEOCOD	Municípios	Estado	Região	Jan. 2013	Fev. 2013	Mar. 2013	Abr. 2013	Mai. 2013	Jun. 2013	Jul. 2013	Ago. 2013	Set. 2013	Out. 2013	Nov. 2013	Dez. 2013
2917102	Itororó (BA)	BAHIA	NORDESTE	6	6	5	5	4	4	1	5	6	6	6	6

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS SOCIOECONÔMICOS E DE SAÚDE

Os dados socioeconômicos e de saúde foram usados como disponíveis nas fontes citadas anteriormente e os selecionados para esse trabalho foram os seguintes:

- i. A evolução da economia municipal pelo Produto Interno Bruto em três aspectos: a preços correntes, da agropecuária e indústria;
- ii. Número de empresas, pessoal ocupado assalariado e salário mensal médio;
- iii. A evolução da saúde municipal de acordo com o número de consultas médicas e dos registros de mortes por anemia e desnutrição;
- iv. A evolução da agricultura municipal considerando três culturas abrangentes no Semiárido. De acordo com a correlação entre a área plantada ou destinada à colheita X área efetivamente colhida de: feijão, milho e mandioca;
- v. A evolução da pecuária municipal de acordo com os rebanhos de bovinos, caprinos e da produção de leite.

Os resultados estão consolidados em dois tipos de produtos: gráficos e mapas. As figuras (gráficos) 4, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22 e 25 foram construídos utilizando o software ORIGIN-PRO (ORIGINLAB), pela importação dos valores organizados previamente nas tabelas, conforme o período da série histórica disponível. Com eles avaliou-se:

- i. O impacto da seca em todo o período da série histórica;
- ii. A evolução dos índices entre 2000 a 2020 e especificamente de 2012 a 2016;
- iii. Possíveis correlações, causas, impactos, perturbações, ganhos, perdas e/ou efeitos das secas de 2012, 2013, 2015 e 2016;
- iv. Interferências ocorridas antes, durante e depois do desenvolvimento do desastre causaram danos irreparáveis na trajetória da curva de tendência.

Já as figuras (mapas) 5, 6, 7, 9, 11, 12, 17, 19, 21, 23, 24 e 26 foram elaborados utilizando o software ARCGIS-PRO (ESRI) para avaliação de impactos em diferentes escalas temporais. A primeira avaliação é na escala do tempo no qual a seca se fez presente: 2012 a 2016. Neste caso fez-se uma comparação dos valores destes parâmetros em 2016 e em 2012. A segunda análise é o impacto regionalizado. Neste caso buscou-se identificar se o impacto foi homogêneo por todo o Semiárido ou se ele foi desigual. Os valores resultam das análises de diferença entre os anos de 2012 e 2016, de cada aspecto socioeconômico observado. Sendo assim, nas figuras representadas pela letra (A), os números ou símbolos distinguiram entre diferentes tipologias de Biomas e faixas de transição. Já nas figuras representadas pela letra (B), distinguiram-se entre as diferentes classes de severidade de seca segundo os valores do IIS referentes ao ano de 2013. Essa metodologia foi estabelecida no intuito de:

- i. Projetar as séries históricas em um plano de ordem geoespacial;
- ii. Setorizar ou zonar a distribuição do impacto conforme a região;
- iii. Permitir a diferenciação do impacto de acordo com o bioma;
- iv. Permitir a diferenciação do impacto de acordo com o IIS anual;
- v. Observar se a distribuição ocorre de forma homogênea, heterogênea, contínua, gradual ou abrupta e determinar o grau ou intensidade do impacto.

O ano de 2013 foi escolhido, pois, segundo o IIS, observou-se a maior quantidade de municípios impactados por seca excepcional (1) no ciclo 2012-2016. Este ano será usado como referência para aplicar o IIS anual e verificar possíveis impactos socioeconômicos. Já os biomas foram utilizados no intuito de estabelecer “subdivisões ou classes regionais” no polígono do Semiárido, a partir de aspectos físicos do ambiente (delimitações e quebras naturais dos biomas e faixas de transição), numa lógica onde, em tese, o IIS também representaria um indicador físico.

Para realizar a análise dos resultados, uma escala de cores *figura 3* foi aplicada para determinar a intensidade das perdas ou ganhos observados em cada aspecto analisado:

Figura 3 - Escala de ganhos e perdas elaborada para os mapas.



4 RESULTADOS

As tabelas apresentadas a seguir contêm a síntese de indicadores socioeconômicos do Semiárido no ano de 2012 e no ano de 2016. O objetivo é avaliar como estes indicadores variaram no intervalo compreendido entre o início e o final da seca. A tabela 1 contém na primeira coluna os indicadores avaliados que são: número de consultas médicas, número de empresas com registro em cadastros municipais, salário médio mensal dos trabalhadores com registro profissional, quantidade de indivíduos do rebanho bovino, relação entre a área plantada e a área colhida (A.P x A.C) de feijão, milho e mandioca, Produto Interno Bruto a preços correntes (PIB - C) e quantidade de trabalhadores assalariados. A quarta coluna é a diferença entre os valores da segunda e terceira coluna. As cores estão associadas a variação e refletem uma taxa. As cores vermelha e azul estão associadas a um decréscimo no indicador. Já a cor verde tem uma variação positiva. Os resultados nesta tabela refletem a variação em todo o Semiárido.

Conforme os nove indicadores analisados, cinco apresentaram valores negativos, sendo estes, o número de consultas médicas, de empresas, rebanhos de ovinos e A.P x A.C de milho e mandioca. Entretanto, quatro indicados tiveram valores positivos, respectivamente, o salário mensal médio, A.P x A.C de feijão, PIB -C e pessoal ocupado assalariado.

Nas próximas seções, as variações destes indicadores serão investigadas em detalhes.

Tabela 1 - Evolução dos valores municipais conforme a diferença entre 2012 a 2016 na área do desenvolvimento analisada:

ÁREA	2012	2016	DIFERENÇA 12-16
Consultas Médicas	85.561	69.036	- 16.525
Nº de Empresas	399.294	383.698	- 15.596
Salário Mensal Médio	R\$ 983,00	R\$ 1.471,00	+ R\$ 487,00
Reb. Ovinos	18.633.868	17.865.370	- 768.498
A.P x A. C Feijão	184.829 Hes	259.652 Hes	+ 74.823 He
A.P x A. C Milho	1.558.650 Hes	1.282.617 Hes	- 276.033 He
A.P x A. C Mandioca	2.975.220 Hes	2.112.250 Hes	- 862.970 He
PIB - C	R\$ 227.474.649,00	R\$ 318.306.312,00	+ R\$ 90.831.663,00
Pessoal O. Assalariado	2.563.833	2.661.877	+ 98.044

Fonte: elaborado pelo autor.

As tabelas 2 e 3 contêm a variação dos indicadores, isto é, o valor do ano de 2016 menos o valor do ano de 2012, por bioma, organizados em 6 classes respectivamente: Classe 1: bioma Cerrado presente em 5.07% dos municípios do semiárido; Classe 2: bioma Caatinga 73.06%; Classe 3: bioma Mata Atlântica 4.28%; Classe 4: bioma Caatinga-Cerrado 9.51%; Classe 5: bioma Cerrado-Mata Atlântica 1.27% e Classe 6: bioma Caatinga-Mata Atlântica 6.58%.

O bioma Cerrado está presente em 64 municípios, o Piauí é o Estado que possui mais municípios nesta classe 44, seguido por Minas Gerais 15. O bioma Caatinga está presente em 922 municípios, o Estado da Paraíba possui mais municípios nesta classe 189, seguido da Bahia 175, Ceará 173 e Rio Grande do Norte 145. O bioma Mata Atlântica está presente em 54 municípios, o Estado de Minas Gerais possui mais municípios nesta classe 25, seguido por Bahia 23 e Pernambuco 4. A área de transição Caatinga-Cerrado está presente em 120 municípios, o Estado do Piauí possui mais municípios nesta classe 53, seguido por Bahia 43 e Minas Gerais 22. A área de transição Cerrado-Mata Atlântica está presente em 16 municípios, sendo que 15 estão em Minas Gerais. A área de transição Caatinga-Mata Atlântica está presente em 83 municípios, o Estado da Bahia possui mais municípios nesta classe 32 seguido por Pernambuco 25 e Sergipe 14.

Estas tabelas seguintes foram utilizadas para a geração dos mapas da seção seguinte no intuito de verificar possíveis correlações entre os aspectos socioeconômicos e o impacto físico da seca segundo o bioma. Em outras palavras: o impacto da seca foi homogêneo? O cálculo da diferença entre 2012-2016 foi realizado em 12 aspectos e estão organizados segundo a escala de ganhos e perdas. Sendo assim, as cores *azul* e *vermelho* estão associadas a um decréscimo no indicador, segundo o registro de *perdas maiores* e *menores* respectivamente. Já as cores *amarelo* e *verde* designam uma variação positiva, representando então os *ganhos menores* e *maiores* respectivamente. As análises foram realizadas de acordo com a evolução do número de empresas, pessoal ocupado assalariado, salário médio mensal, do PIB corrente, indústria e agropecuária, da A.P x A.C de feijão, milho e mandioca, dos rebanhos de bovinos e ovinos e na produção de leite.

Observando as tabelas 2 e 3, verifica-se que os municípios da área de transição Caatinga-Mata Atlântica foram os que registraram *ganhos maiores* em 8 aspectos, relacionados ao PIB; produção de grãos; rebanho de bovinos e empresas.

Contudo, na Caatinga, ocorrem *ganhos menores* em 4 destes aspectos, relativos ao salário; A.P x A.C de feijão; rebanhos bovinos e da produção de leite. Entretanto, na área de transição Cerrado-Mata Atlântica, 5 aspectos apresentaram *perdas menores*, conforme o PIB corrente e da indústria; número de empresas; A.P x A.C de milho; rebanho de ovinos e na produção de leite. Ainda assim, na área de transição Caatinga-Cerrado, as *perdas maiores* estão simbolizadas em 5 aspectos: PIB corrente; A.P x A.C de mandioca; rebanhos de bovinos, ovinos e na produção de leite.

O único aspecto que não apresentou perdas foi o salário médio mensal que evoluiu positivamente em todos os biomas. Entretanto, na A.P x A.C de mandioca; PIB corrente e nos rebanhos de bovinos e ovinos verifica-se a maior quantidade de perdas registradas por bioma, com 4 cada. Contudo, a maior quantidade de ganhos é demonstrada na evolução do PIB da agropecuária, que só registrou perdas maiores no bioma Cerrado 1, ainda assim, as perdas registradas representam duas vezes o valor dos ganhos de outros biomas.

Tabela 2 - Evolução dos valores municipais conforme a diferença entre 2012 a 2016 no bioma de origem:

BIOMA	EV. EMPRESAS	P.O.A.	S.M.M (R\$)	A.P x A. C MANDIOCA (HE)	A.P x A. C MILHO (HE)	A.P x A. C FEIJÃO (HE)	LEITE (MIL L)
1	+ 4,6	+ 167	+ 535	- 45	- 57	+ 50	- 38
2	- 14	- 68	+ 480	- 109	+ 43	+ 4	+ 300
3	- 16	- 44	+ 474	+ 28	+ 49	+ 18	+ 1081
4	+ 4,3	+ 134	+ 524	-158	- 45	- 10	- 587
5	- 18	- 54	+ 478	+ 22	- 36	- 61	- 79
6	+ 6	+ 117	+ 485	- 134	+ 53	+ 53	+ 1585

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Continuação: Evolução dos valores municipais conforme a diferença entre 2012 a 2016 no bioma de origem:

BIOMA	EV. PIB - C	EV. PIB - AGRO.	EV. PIB - IND.	REB. BOVINOS	REB. OVINOS
1	+ R\$ 109.234,00	- R\$ 14.871,00	+ R\$ 6.728,00	- 1.655	+ 122
2	- R\$ 62.393,00	+ R\$ 6.269,00	- R\$ 1.998,00	+ 34	+ 2.468
3	- R\$ 45.680,00	+ R\$ 7.552,00	- R\$ 2.607,00	- 3.642	- 479
4	- R\$ 69.266,00	+ R\$ 2.746,00	+ R\$ 6.962,00	- 3.324	- 566
5	- R\$ 42.484,00	+ R\$ 2.513,00	- R\$ 1.367,00	- 3.979	- 147
6	+ R\$ 172.741,00	+ R\$ 8.471,00	+ R\$ 18.057,00	+ 192	- 284

Fonte: elaborado pelo autor.

Estes resultados serão examinados e analisados nas próximas seções e subseções. Porém, aparentemente, as perdas e ganhos registrados diferem em cada bioma. As variáveis do bioma (6) perderam menos do que as que estão no bioma (4).

4.1 EVOLUÇÃO DA ECONOMIA

Nesta seção, serão apresentados dois aspectos relacionados à economia, sendo estes, o primeiro, referente ao Produto Interno Bruto anual e municipal, conforme as subcategorias a preços correntes, indústria e agropecuária. Já no segundo, as particularidades associadas ao emprego e trabalho, segundo o número de empresas, pessoal ocupado assalariado e do salário médio mensal.

4.1.1 PRODUTO INTERNO BRUTO MUNICIPAL A PREÇOS CORRENTES, DA AGROPECUÁRIA E INDÚSTRIA

Para analisar o Produto Interno Bruto dos municípios do Semiárido, faremos uma comparação da diferença do crescimento entre o PIB do Brasil e o PIB do Semiárido. A tabela 4 apresenta a diferença entre o primeiro e o último ano do período a ser analisado, 2012 e 2016, respectivamente:

Tabela 4 - Produto Interno Bruto do Brasil X Semiárido

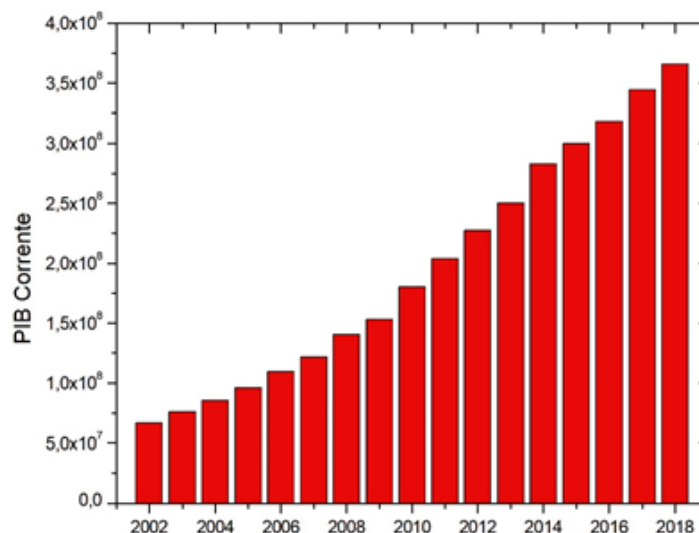
ANO	PIB DO BRASIL	PIB DO PIB SEMIÁRIDO
2012	R\$ 4,4 trilhões	R\$ 227 milhões
2016	R\$ 6,266 trilhões	R\$ 318 milhões
DIFERENÇA	R\$ 1,866 trilhões ou 42%	R\$ 91 milhões ou 40%

Fonte: elaborado pelo autor.

Considerando-se a diferença entre 2012 e 2016, o crescimento do PIB do Semiárido foi desproporcional ao crescimento do PIB do Brasil no período analisado, apresentando um resultado inferior em cerca de 2%.

Para uma análise mais aprofundada desta diferença, o gráfico da figura 4 demonstra a evolução do PIB dos municípios da região do Semiárido a preços correntes anuais, no período 2002 até 2018.

Figura 4 - Evolução da série histórica municipal (2000-2020) do PIB A PREÇOS CORRENTES.



Fonte: elaborado pelo autor.

Como demonstrado, o PIB apresentou crescimento, a uma taxa quase linear, ao longo das duas primeiras décadas deste século. Não é aparente, nesta figura, o impacto considerável da seca (2012-2016) nesta evolução. Em 2016 o PIB corrente foi de, cerca de 318 milhões de reais, enquanto que em 2012 ele foi de 227 milhões, ou seja, um crescimento de 40% em 4 anos.

Esta taxa, como se verifica, não difere significativamente de outros ciclos de 4 anos. Entretanto, como será mostrado nos mapas da próxima subseção, a evolução do PIB não foi homogênea em toda a região.

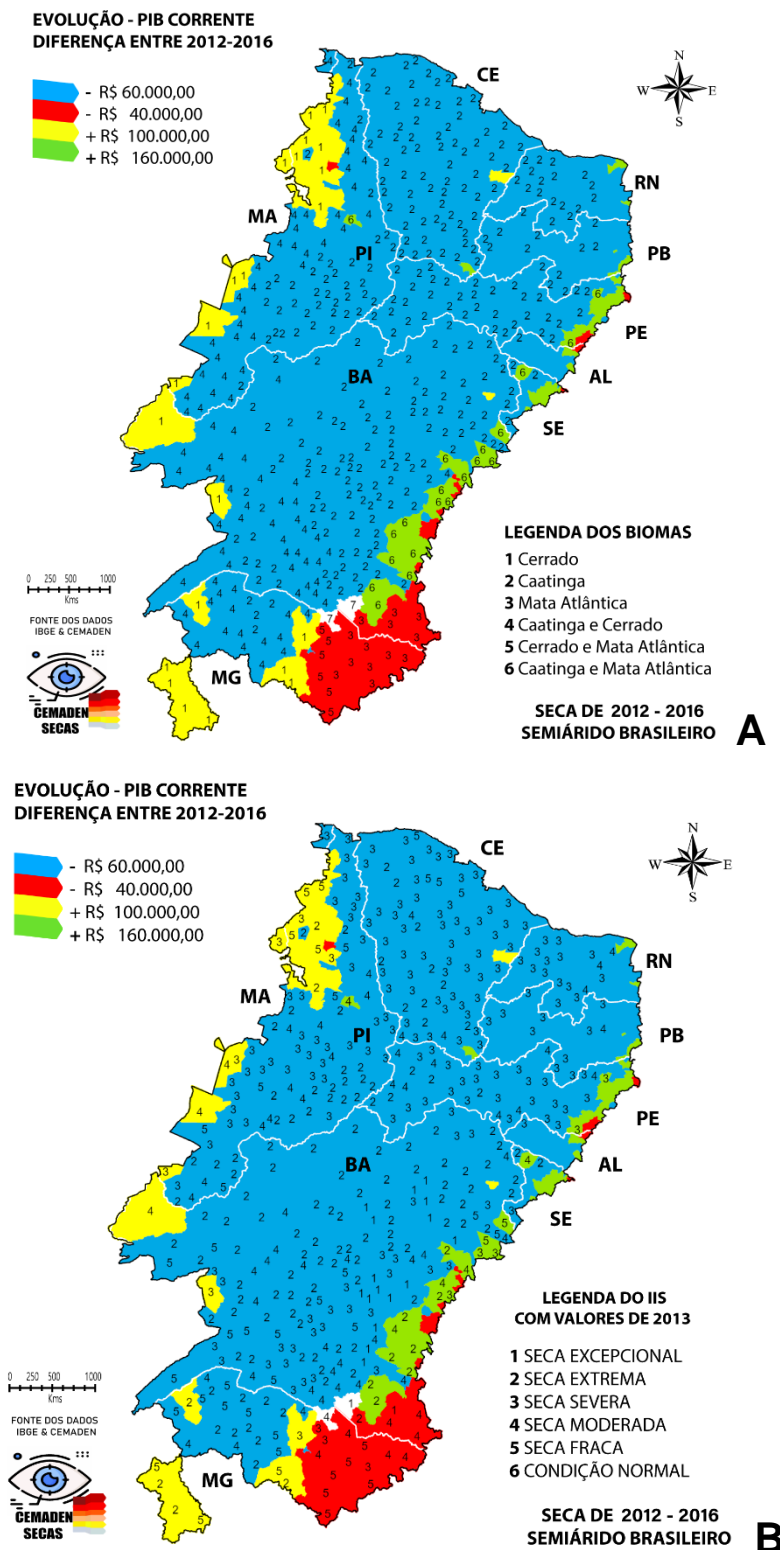
Os mapas abaixo, figuras 5A e 5B, demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 do PIB a Preços Correntes anual e municipal. Conforme a escala de ganhos e perdas, segundo o Bioma e o IIS de 2013.

Como pode-se observar na figura 5A, os municípios localizados nos biomas Caatinga 2 e na área de transição Caatinga-Cerrado 4, registraram as perdas maiores e mais significativas, estimadas em -R\$60.000,00. Já na Mata Atlântica 3 e na área de transição Cerrado-Mata Atlântica 5, verificam-se perdas menores de R\$40.000,00. Os municípios do Cerrado 1 registram ganhos menores com valores por volta de R\$100.000,00 e os localizados na área de transição Caatinga-Mata Atlântica 6 atingiram os ganhos maiores de R\$160.000,00.

Entretanto, na figura 5B, os municípios que registraram as perdas maiores e mais significativas no ano de 2013, estimadas em -R\$60.000,00. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente a seca excepcional 1; seca extrema 2 e

seca severa 3. Porém, nos que apresentaram ganhos maiores de R\$160.000,00 nota-se a presença de seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5.

Figura 5 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) do PIB A PREÇOS CORRENTES, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.



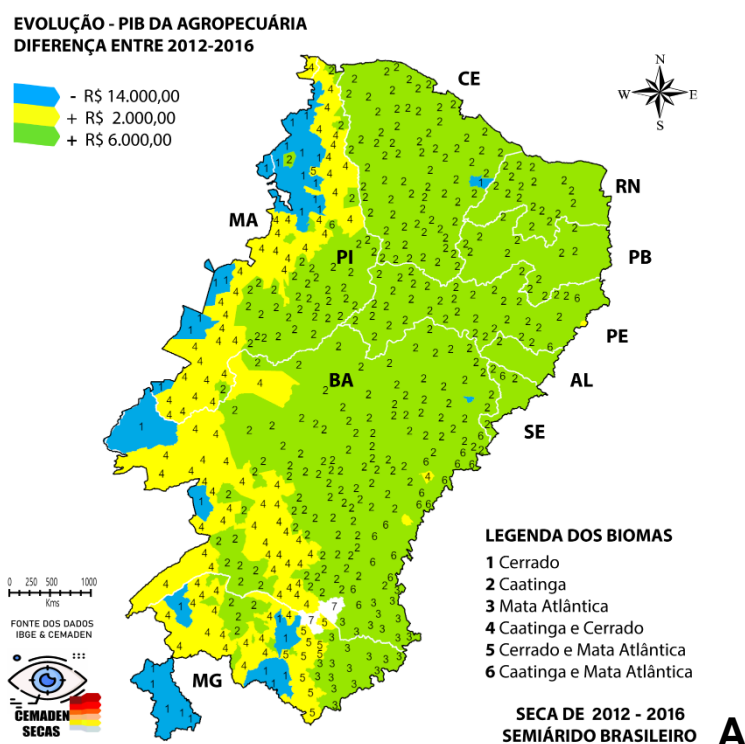
Fonte: elaborado pelo autor.

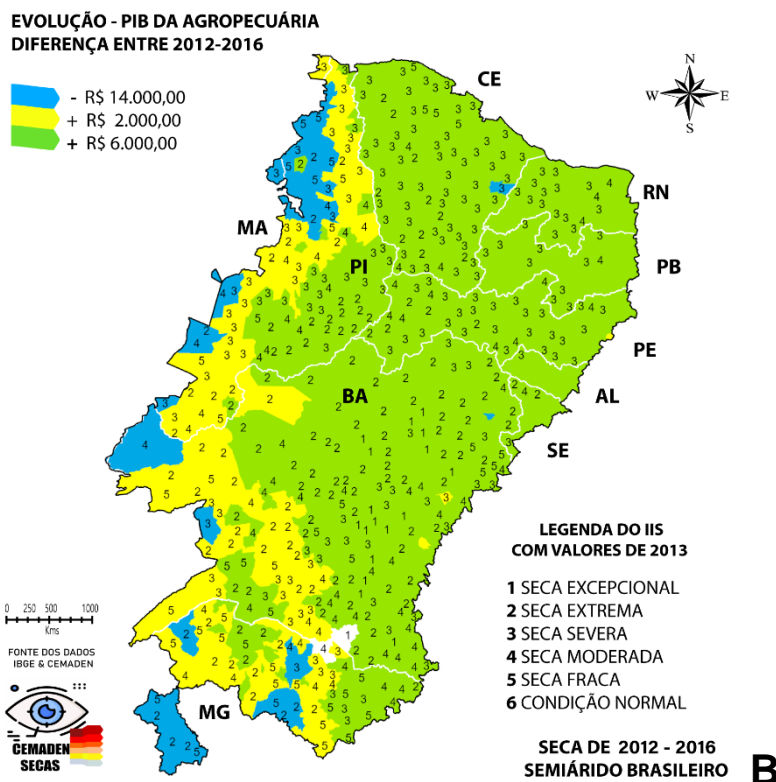
Os mapas abaixo, figuras 6A e 6B, demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 do PIB da Agropecuária anual e municipal. Conforme a escala de ganhos e perdas, segundo o Bioma e o IIS de 2013.

Como pode-se observar na figura 6A, os municípios localizados no bioma Cerrado 1, apresentaram as perdas maiores, em torno de -R\$14.000,00. Estas perdas representam cerca de duas vezes o valor dos ganhos registrados em outros biomas. Em seguida, as áreas de transição Caatinga-Cerrado 4 e Cerrado-Mata Atlântica 5 obtiveram ganhos menores de R\$2.000,00. Os municípios que registraram os ganhos maiores de cerca de R\$6.000,00, estão na Caatinga 2; Mata Atlântica 3 e na área de transição Caatinga-Mata Atlântica 6.

Ainda assim, na figura 6B, os municípios que registraram as perdas maiores no ano de 2013, estimadas em -R\$14.000,00. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente a seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5. Já nos municípios que apresentaram ganhos maiores e mais significativos em torno de R\$6.000,00, nota-se a presença de seca excepcional 1; seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5.

Figura 6 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) do PIB DA AGROPECUÁRIA, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.





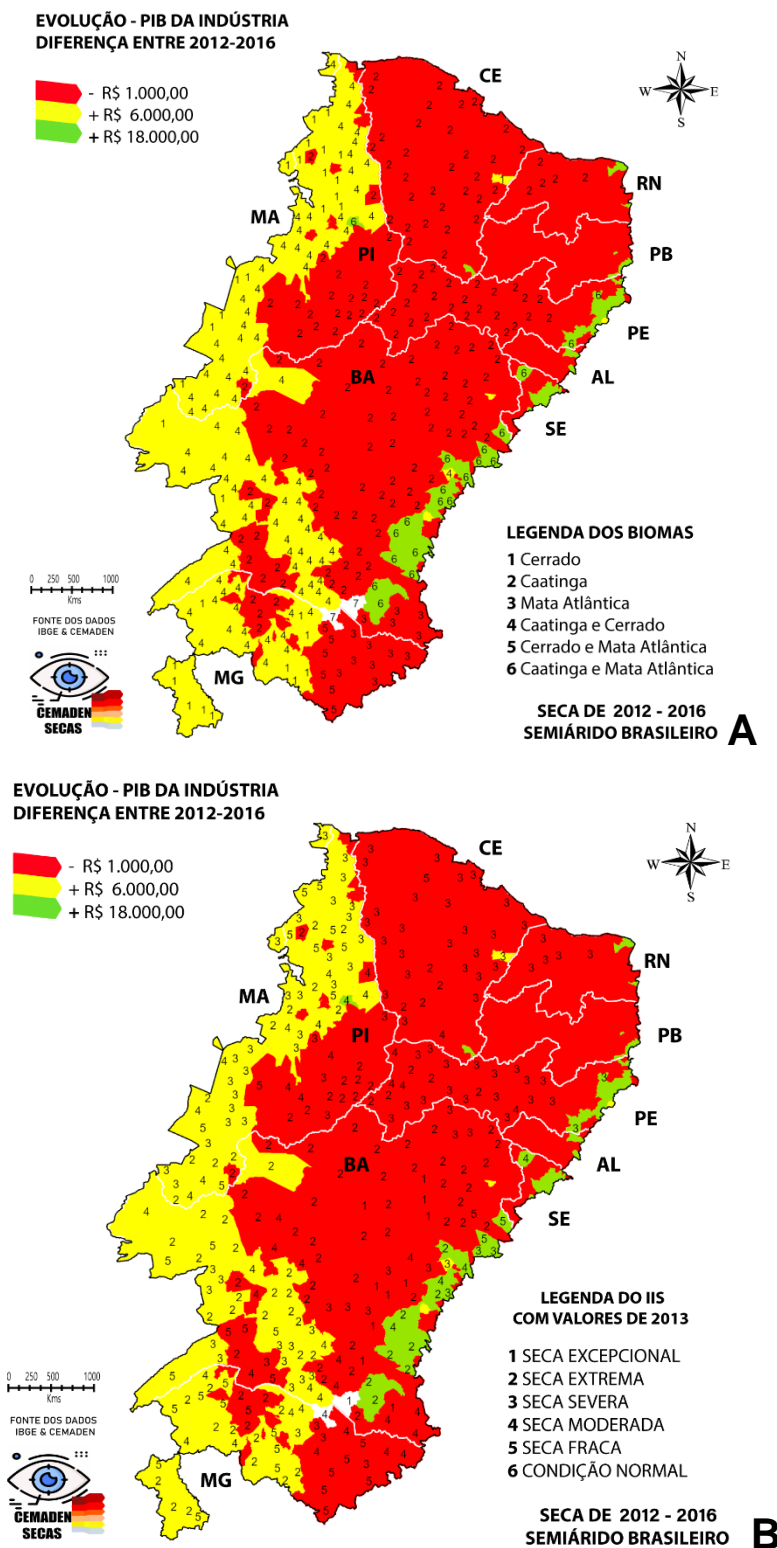
Fonte: elaborado pelo autor.

Os mapas abaixo, figuras 7A e 7B, demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 do PIB da Indústria anual e municipal. Conforme a escala de ganhos e perdas, segundo o Bioma e o IIS de 2013.

Como pode-se observar na figura 7A, os municípios localizados nos biomas Caatinga 2, Mata Atlântica 3 e na área de transição Cerrado-Mata Atlântica 5, apresentaram perdas menores de cerca de -R\$1.000,00. Em seguida, no Cerrado 1 e na área de transição Caatinga-Cerrado 4, observam-se ganhos menores de R\$6.000,00. Apenas os municípios localizados na área de transição Caatinga-Mata Atlântica 6 obtiveram ganhos maiores de R\$18.000,00. Valor que representa mais de duas vezes o de ganhos menores e quase vinte vezes o das perdas.

Apesar disso, na figura 7B, os municípios que registraram as perdas menores no ano de 2013, estimadas em -R\$1.000,00. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente a seca excepcional 1; seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5. Já nos municípios que apresentaram ganhos maiores e mais significativos em torno de R\$18.000,00, nota-se a presença de seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5.

Figura 7 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) do PIB DA INDÚSTRIA, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.

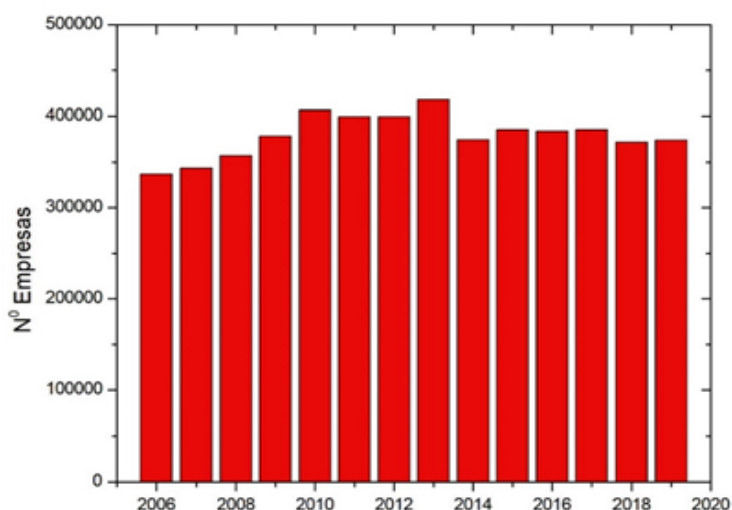


Fonte: elaborado pelo autor.

4.1.2 Nº DE EMPRESAS

Para analisar outro aspecto relacionado à economia, o gráfico da figura 8 abaixo, apresenta o valor médio do número de empresas registrado anualmente, em todos os 1.262 municípios da região do Semiárido. No período observado entre 2006 a 2020, esse valor apresentou um crescimento de cerca de 50.000 empresas, a uma taxa quase linear, ao longo dos primeiros seis anos de registros. Porém, em 2013, registrou-se o maior número de empresas da série histórica observada, um valor superior a 400.000 empresas. Logo em seguida, a partir de 2014, uma queda significativa de cerca de 50.000 empresas é observada. Além disso, nos seis anos seguintes, ocorreu uma estagnação no ritmo de crescimento, devolvendo a linha de tendência aos patamares observados em 2006, no início da série histórica.

Figura 8 - Evolução da série histórica municipal (2000-2020) do NÚMERO DE EMPRESAS.



Fonte: elaborado pelo autor.

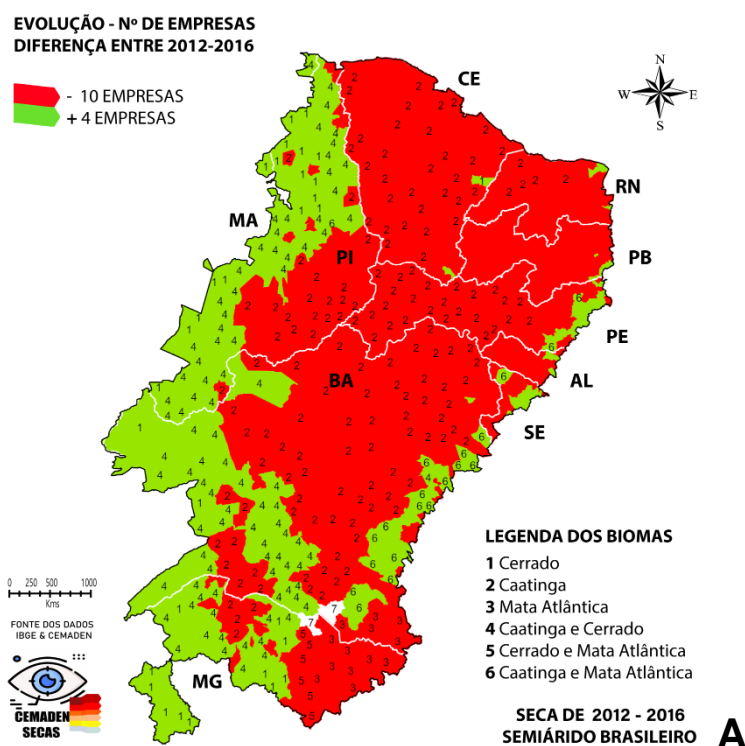
Já os mapas abaixo, figuras 9A e 9B, demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 do número de empresas anual e municipal. Conforme a escala de ganhos e perdas, segundo o Bioma e o IIS de 2013.

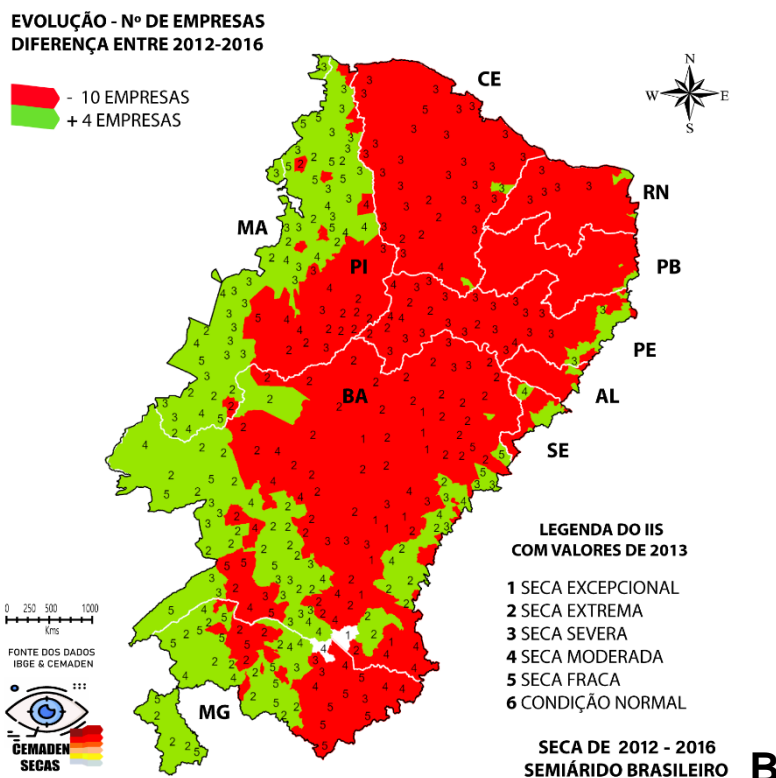
Como pode-se observar na figura 9A, os municípios localizados nos biomas Caatinga 2, Mata Atlântica 3 e na área de transição Cerrado-Mata Atlântica 5, apresentaram perdas de cerca de -10 empresas. Em seguida, no Cerrado 1 e nas áreas de transição Caatinga-Cerrado 4 e Caatinga-Mata Atlântica 6, verificam-se

ganhos por volta de 4 empresas. Sendo assim, nos municípios que se verificam perdas, elas representam duas vezes o valor dos ganhos.

Contudo, na figura 9B, os municípios que registraram perdas estimadas em cerca de -10 empresas no ano de 2013. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente a seca excepcional 1; seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5. Já nos municípios que apresentaram ganhos em torno 4 empresas, nota-se a presença de seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5.

Figura 9 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) do NÚMERO DE EMPRESAS, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.



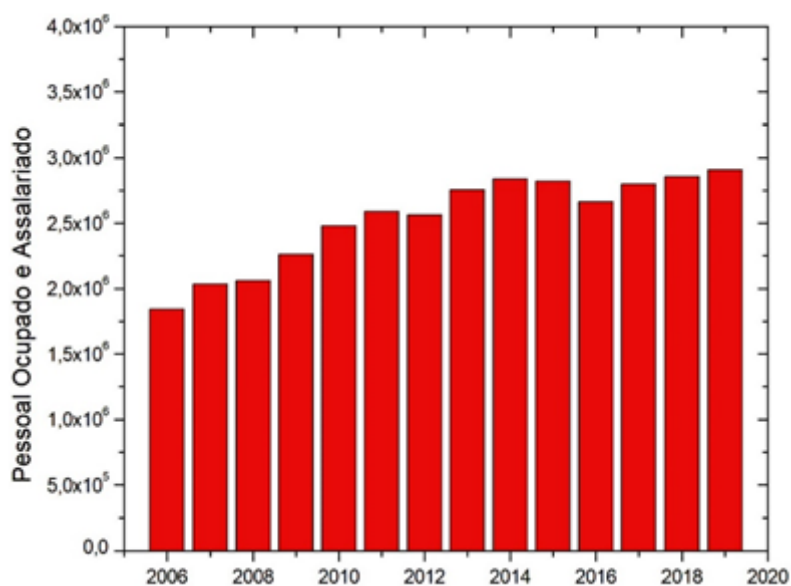


Fonte: elaborado pelo autor.

4.1.3 PESSOAL OCUPADO ASSALARIADO E SALÁRIO MENSAL MÉDIO

Para analisar outro aspecto relacionado à economia, o gráfico da figura 10 abaixo apresenta o valor médio da contagem do pessoal ocupado e assalariado registrado anualmente, em todos os 1.262 municípios da região do Semiárido. No período entre 2006 a 2020. Como se observa, o valor apresentou um crescimento, a uma taxa quase linear, ao longo dos primeiros seis anos até 2011. Em 2012 registra-se um decaimento neste ritmo crescimento e logo em seguida uma recuperação em 2013, 2014 e 2015. Porém, em 2016, verifica-se uma queda que devolve a contagem aos patamares registrados em 2012, anulando assim o crescimento registrado nos últimos quatro anos. Em seguida, observa-se um lento ritmo de crescimento na série que só volta a registrar em 2019 valores próximos aos observados anteriormente em 2012.

Figura 10 - Evolução da série histórica municipal (2000-2020) do PESSOAL OCUPADO E ASSALARIADO.



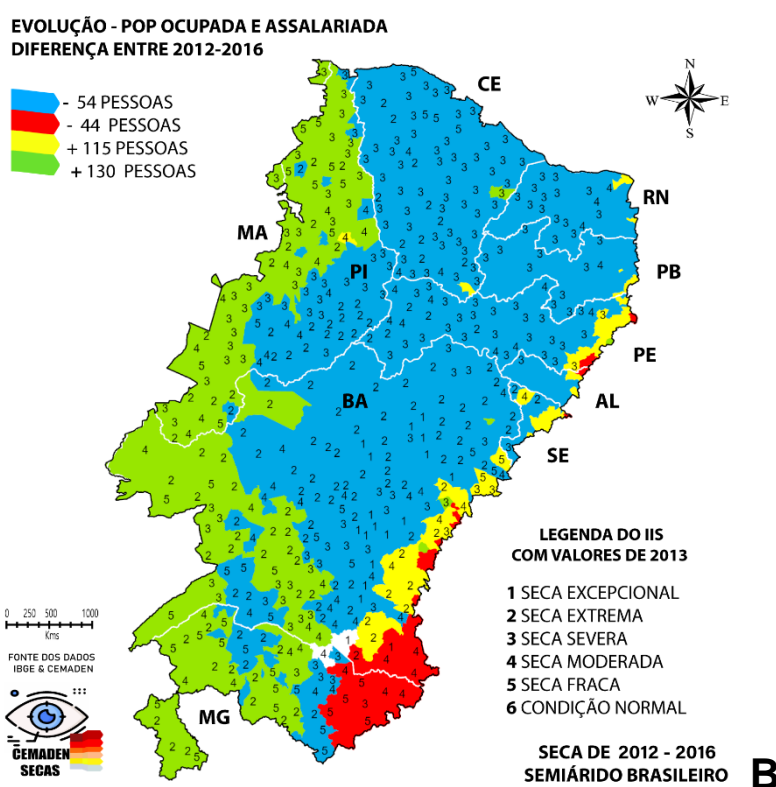
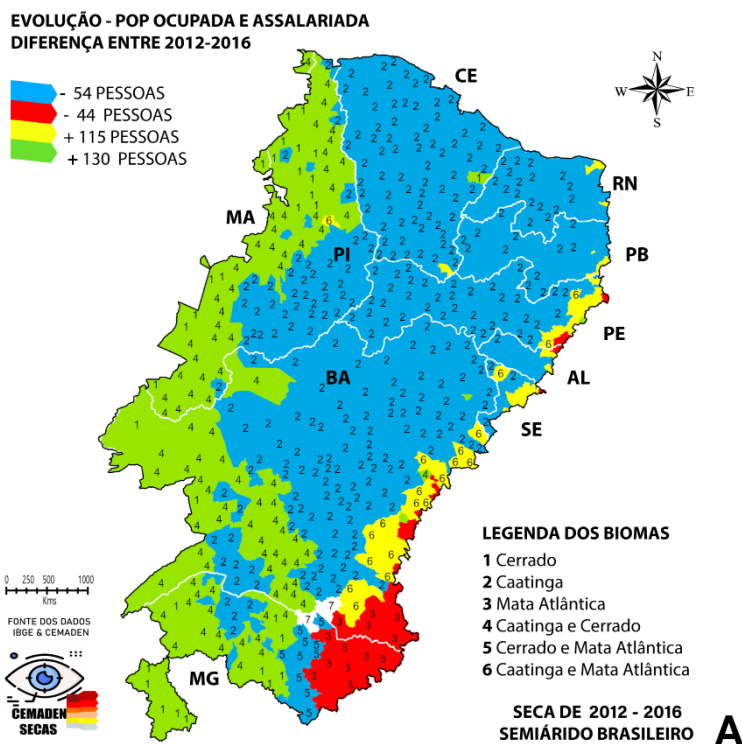
Fonte: elaborado pelo autor.

Os mapas abaixo, figuras 11A e 11B, demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 da contagem do pessoal ocupado e assalariado anual. Conforme a escala de ganhos e perdas, segundo o Bioma e o IIS de 2013.

Como pode-se observar na figura 11A, os municípios localizados nos biomas Caatinga 2 e na área de transição Cerrado-Mata Atlântica 5, apresentaram as perdas maiores em cerca de -54 pessoas, em seguida, observam-se perdas menores de -44 pessoas na Mata Atlântica 3. Já na área de transição Caatinga-Mata Atlântica 6 verificam-se ganhos menores de 115 pessoas, e adiante, nos municípios do Cerrado 1 e da área de transição Caatinga-Cerrado 4, ganhos maiores por volta de 130 pessoas. Então, os ganhos representam mais do que o dobro do valor das perdas.

Apesar disso, na figura 11B, os municípios que registraram perdas maiores estimadas em cerca de -54 pessoas no ano de 2013. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente a seca excepcional 1; seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5. Já nos municípios que apresentaram ganhos em torno de 130 pessoas, nota-se a presença de seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5.

Figura 11 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) do PESSOAL OCUPADO E ASSALARIADO, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.



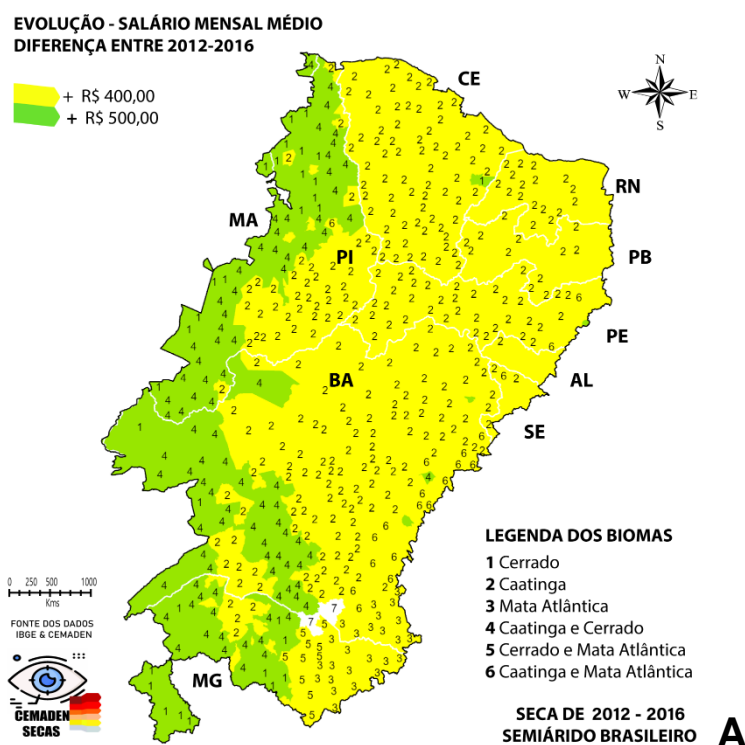
Fonte: elaborado pelo autor.

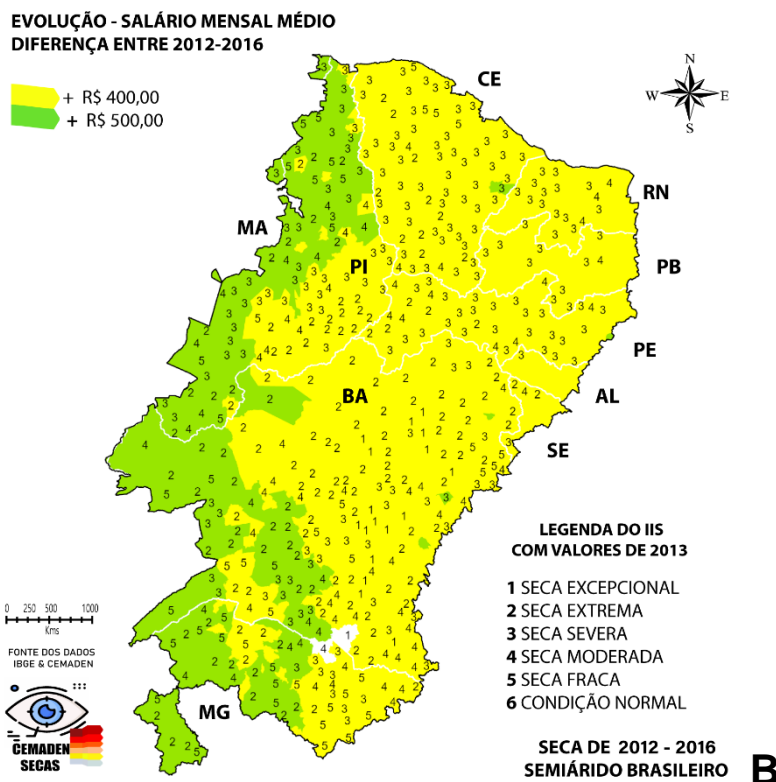
Para finalizar a seção da economia, os mapas abaixo, figuras 12A e 12B demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 do salário mensal médio anual e municipal. Conforme a escala de ganhos e perdas, o Bioma e o IIS de 2013.

Como pode-se observar na figura 12A, o salário mensal médio evoluiu positivamente em todos os municípios e não foram registradas perdas. Sendo assim os municípios localizados nos biomas Caatinga 2, Mata Atlântica 3 e nas áreas de transição Cerrado-Mata Atlântica 5 e Caatinga-Mata Atlântica 6, apresentaram uma evolução do salário em torno de R\$400,00. Em seguida, observa-se no Cerrado 1 e na área de transição Caatinga-Cerrado 4 uma evolução maior de R\$500,00.

Entretanto, na figura 12B, os municípios que registraram ganhos em cerca de R\$400,00 no ano de 2013. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente a seca excepcional 1; seca extrema 2 e seca severa 3. Já nos municípios que apresentaram ganhos em torno de R\$500,00 nota-se a presença de seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5.

Figura 12 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) do SALÁRIO MENSAL MÉDIO, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.





Fonte: elaborado pelo autor.

4.2 EVOLUÇÃO DA SAÚDE

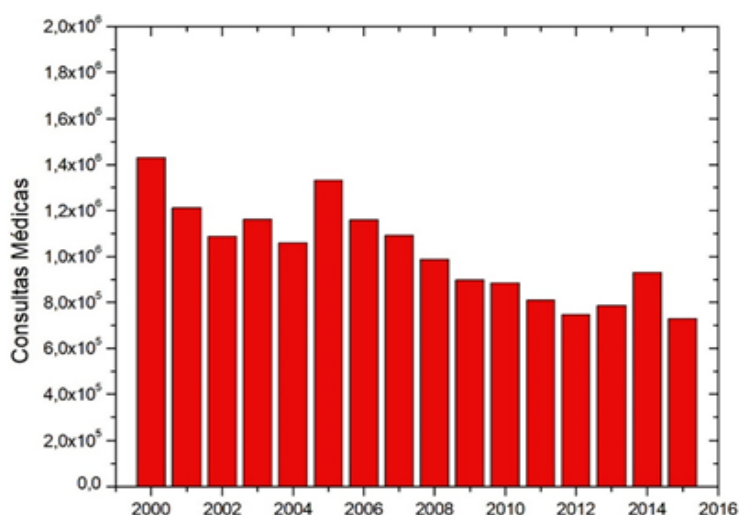
Nesta seção, serão apresentados três aspectos relacionados à saúde humana, sendo estes, o número de consultas médicas e de mortes por anemia e desnutrição. O objetivo aqui é compreender o impacto da seca (no período estudado) e investigar possíveis decaimentos na qualidade de vida por impactos relacionados à segurança alimentar, nutricional, e também, pela propagação de doenças infecciosas, gastrointestinais e respiratórias. Além de impactos adversos ao longo de anos ou décadas (FIOCRUZ, 2021), utilizando as séries históricas municipais disponíveis.

4.2.1 CONSULTAS MÉDICAS

O gráfico da figura 13 abaixo, apresenta a evolução do número de consultas médicas nos municípios da região do Semiárido, no período de 2000 até 2016. Como se observa, o valor vinha apresentando um decréscimo, a uma taxa quase linear, ao longo dos primeiros onze anos. Porém, a partir de 2012, foi registrado um repique na curva de tendência, que voltou a ascender até 2014. Em 2015 ocorreu uma queda

abrupta e orientou o retorno da curva aos patamares observados em 2012. Sendo assim, esta interrupção na tendência de queda do número de registros de consultas pontualmente no período da seca observada, pode indicar uma possível correlação.

Figura 13 - Evolução da série histórica municipal (2000-2020) de CONSULTAS MÉDICAS.

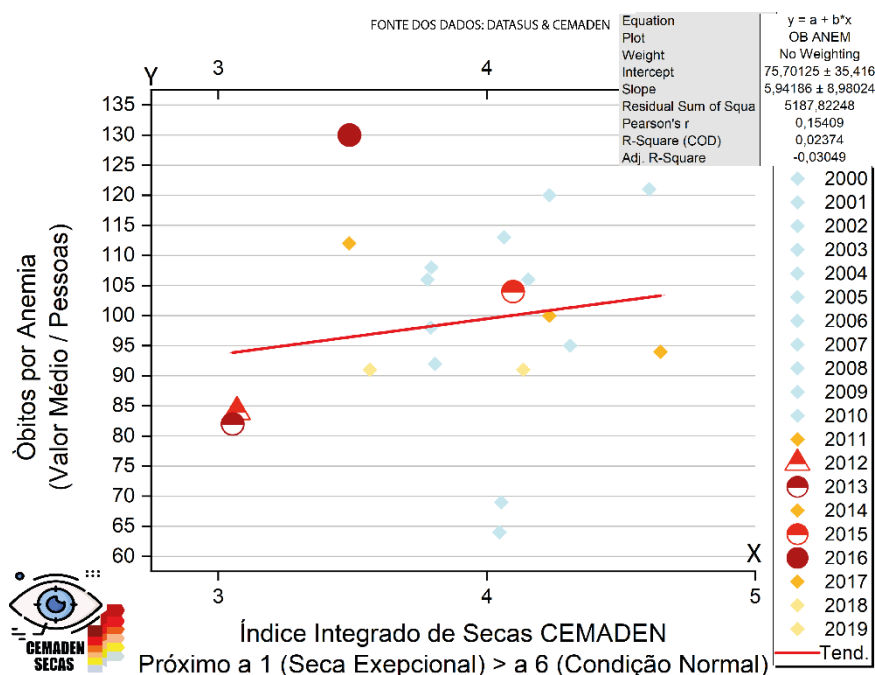


Fonte: elaborado pelo autor.

4.2.2 MORTES POR ANEMIA

O gráfico da figura 14 abaixo, demonstra a evolução do número de registros de óbitos causados por anemia, nos municípios da região do Semiárido, no período de 2000 até 2019. A anemia é definida pela WHO como uma deficiência de hemoglobinas no sangue, geralmente causadas pela falta de nutrientes essenciais como zinco, ferro, vitaminas e proteínas (MIN. SAÚDE, 2013). Como se observa, de acordo com valor do coeficiente de correlação de Pearson r , que projeta duas variáveis para verificar correlação de maneira linear. Existe uma correlação positiva entre a quantidade de mortes e a presença ou intensidade da seca. Os anos de 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015 demonstram uma escalada no número de registros. Já o ano com o maior número de registros de mortes é 2016, exatamente o último de incidência da seca observada. Os anos posteriores também apresentaram médias elevadas de mortes. Considerando que a correlação é positiva, também pode-se afirmar que os danos relacionados continuam para além do ano de registro.

Figura 14 - Evolução da série histórica municipal (2000-2020) de óbitos causados por ANEMIA.



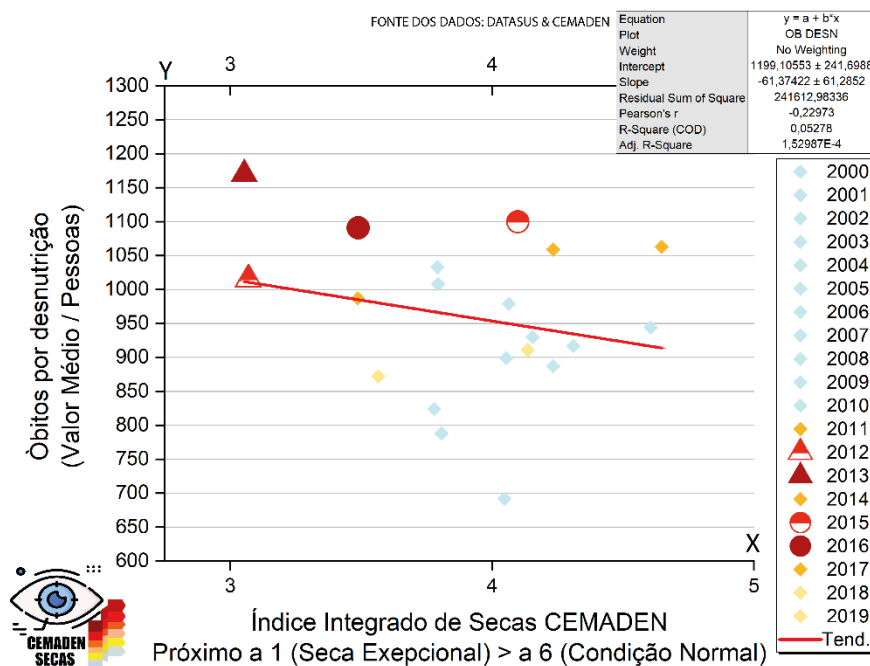
Fonte: elaborado pelo autor.

4.2.3 MORTES POR DESNUTRIÇÃO

Para finalizar a seção de saúde humana, o gráfico da figura 15 abaixo, apresenta a evolução do número de registros de óbitos causados por desnutrição, nos municípios da região do Semiárido, no período de 2000 até 2019. A anemia ou subnutrição é conceituada pela UNICEF-WHO como uma condição de saúde que resulta do consumo insuficiente e desequilibrado de nutrientes, calorias, proteínas e sais minerais (WHO, 2010). Como se observa, de acordo com valor do coeficiente de correlação de Pearson r , que projeta duas variáveis para verificar correlação de maneira linear. Existe uma correlação positiva entre a quantidade de mortes e a presença ou intensidade da seca. O ano mais mortal é justamente 2013, que segundo o IIS, também é o ano com o maior número de registros de ocorrência de seca excepcional. Nos anos de 2012, 2015 e 2016 observa-se uma escalada quase linear nos registros de mortes, que também se verifica nos anos anteriores ou posteriores ao período investigado. Sendo assim, conforme o que se pode observar no gráfico, é

aparente a existência de uma correlação positiva entre a seca de 2012-2016 e o número de mortes por desnutrição.

Figura 15 - Evolução da série histórica municipal (2000-2020) de óbitos causados por DESNUTRIÇÃO.



Fonte: elaborado pelo autor.

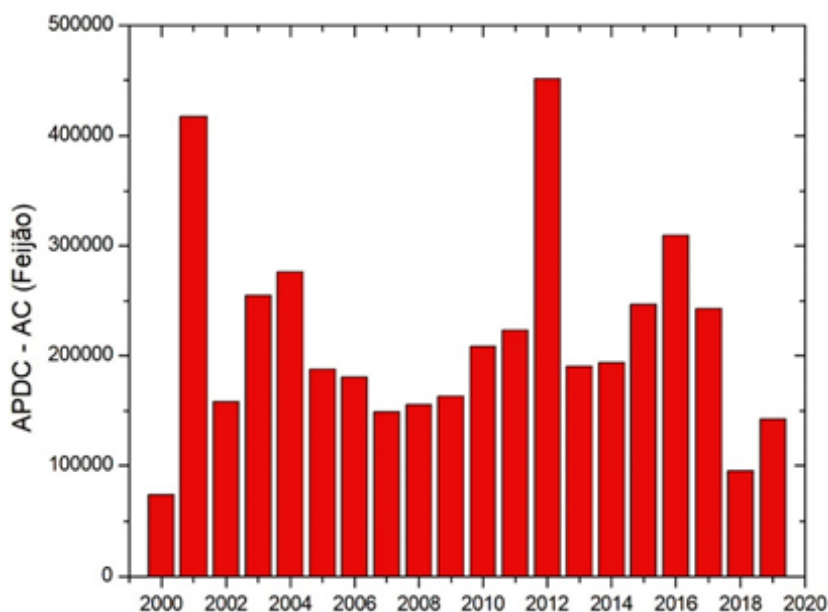
4.3 EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA

Nesta seção, serão apresentados três aspectos relacionados à agricultura dos municípios do Semiárido, sendo estes, a diferença entre a área plantada e a área colhida de feijão, milho e mandioca. Estas culturas foram selecionadas por representarem mais de 1.000 dos 1.262 municípios verificados, sendo assim, uma amostragem considerável da região estudada. Cabe destacar que, para obter a relação entre a área que foi plantada X área efetivamente colhida, um cálculo de subtração simples foi realizado, de acordo com os valores municipais: 2016-2012 = X.

4.3.1 DIFERENÇA ENTRE ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE FEIJÃO

O gráfico da figura 16 abaixo, apresenta a evolução entre a área plantada e a área colhida de feijão, nos municípios da região do Semiárido, no período de 2000 até 2020. Como se observa, o valor apresentou uma ampla variação. De 2007 até 2011 registrou-se um crescimento de quase 100.000 hectares. Em 2012, este crescimento aumentou de forma extraordinária em cerca de 200.000 hectares, alcançando cerca de 450.000 hectares, sendo este, o melhor resultado da série observado. Porém, no ano seguinte, 2013, um decaimento abrupto também é observado, que derruba os valores a patamares registrados em 2006, prejudicando assim, os dois anos seguintes. Em 2015 nota-se um novo repique até 2016, que registrou o terceiro melhor resultado da série. Logo em seguida, outras duas quedas abruptas consecutivas são observadas e os valores do último ano da série estão próximos aos de 2002 e 2007 respectivamente.

Figura 16 - Evolução da série histórica municipal (2000-2020) na área plantada X área colhida de FEIJÃO.



Fonte: elaborado pelo autor.

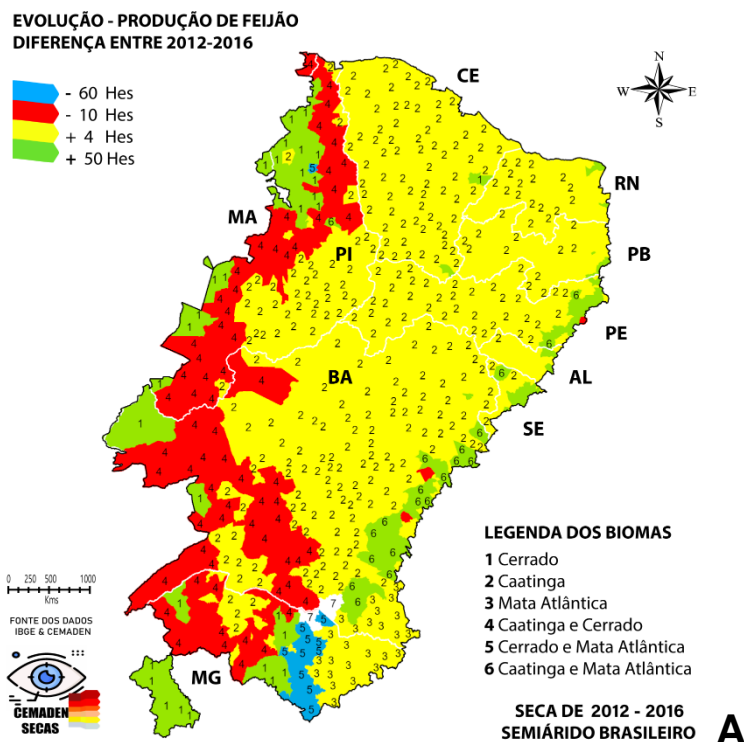
Os mapas abaixo, figuras 17A e 17B, demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 na área plantada e colhida de Feijão. Conforme a escala de ganhos e perdas, segundo o Bioma e o IIS de 2013.

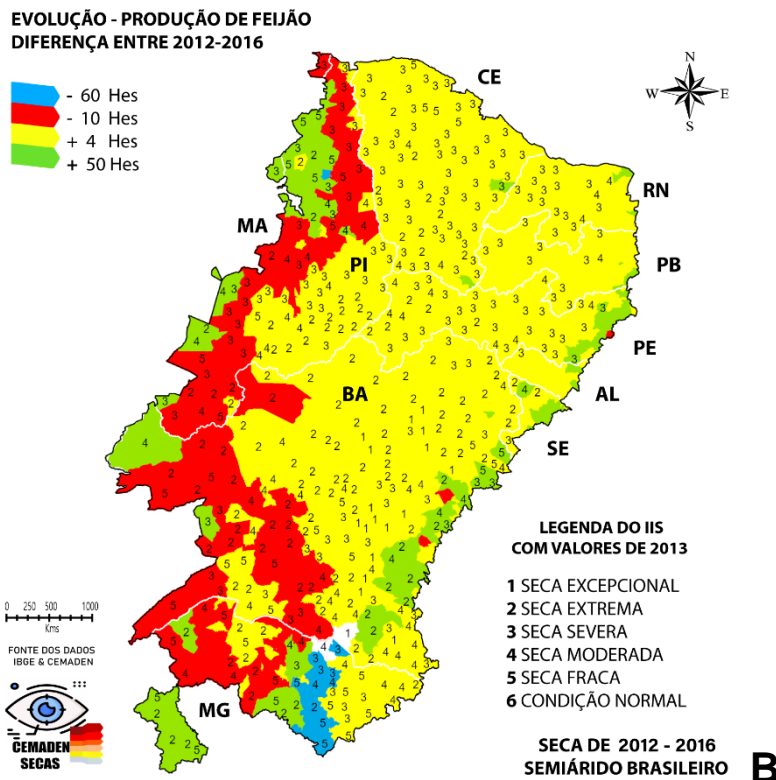
Como pode-se observar na figura 17A, apenas os municípios localizados na área de transição Cerrado-Mata Atlântica 5 registraram perdas maiores de cerca de -

60 hes. Já nos localizados na área de transição Caatinga-Cerrado 4 as perdas menores foram em torno de -10 hes. Os biomas Caatinga 2 e Mata Atlântica 3 registram ganhos menores de 4 hes e os ganhos maiores de 50 hes estão no Cerrado 1 e na área de transição Caatinga-Mata Atlântica 6.

Apesar disso, na figura 17B, os municípios que registraram perdas maiores estimadas em cerca de -60 hes no ano de 2013. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente a seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5. Já nos municípios que apresentaram ganhos em torno 50 hes, nota-se a presença de seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5. Os municípios que tiveram seca excepcional 1 estão na região dos ganhos menores de 4 hes.

Figura 17 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) na área plantada X área colhida de FEIJÃO, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.



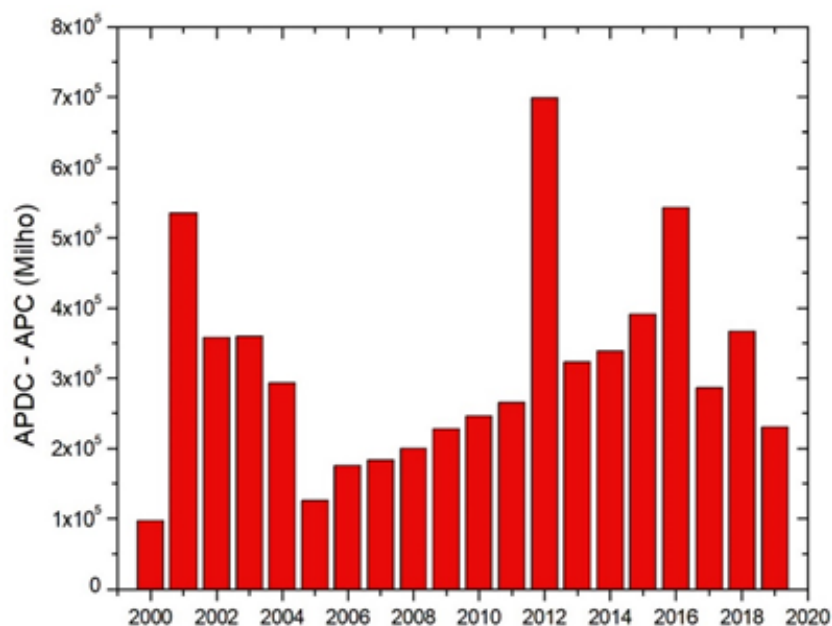


Fonte: elaborado pelo autor.

4.3.2 DIFERENÇA ENTRE ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE MILHO

O gráfico da figura 18 abaixo, apresenta a evolução entre a área plantada e a área colhida de Milho, nos municípios da região do Semiárido de 2000 até 2020. Analisando o período observado, nota-se que de 2005 até 2011 registrou-se um crescimento de cerca de 100.000 hes. Em 2012, este crescimento aumentou de forma extraordinária em cerca de 550.000 hes, designando o melhor resultado da série. Porém, logo no ano de 2013, um decaimento abrupto também é observado, devolvendo a média aos patamares de 2004, em cerca de 300.000 hes. Já em 2014, nota-se uma nova tentativa de repique que vai até 2016, sendo o segundo melhor resultado da série. Logo em seguida, outra queda abrupta é observada em 2017, além de uma tentativa de recuperação em 2018. A série termina em patamares próximos aos de 2009.

Figura 18 - Evolução da série histórica municipal (2000-2020) na área plantada X área colhida de MILHO.



Fonte: elaborado pelo autor.

Os mapas abaixo, figuras 19A e 19B, demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 na área plantada e colhida de Feijão. Conforme a escala de ganhos e perdas, segundo o Bioma e o IIS de 2013.

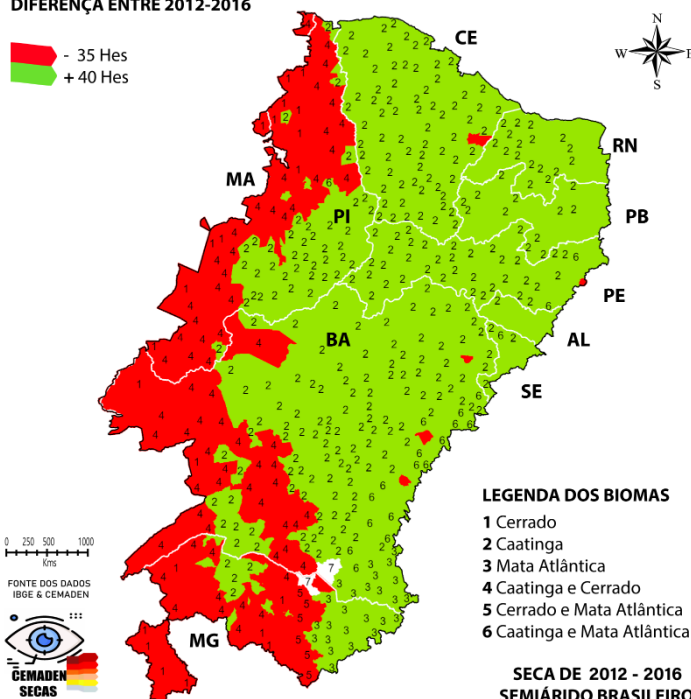
Como pode-se observar na figura 19A, os municípios localizados no Cerrado 1 e nas áreas de transição Caatinga-Cerrado 4 e Cerrado-Mata Atlântica 5 registraram perdas de cerca de -35 hes. De outro lado, os que se encontram na Caatinga 2, Mata Atlântica 3 e na área de transição Caatinga-Mata Atlântica 6 apresentaram ganhos estimados em cerca de 40 hes.

Ainda assim, na figura 19B, os municípios que registraram perdas estimadas em cerca de -35 hes no ano de 2013. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente a seca extrema 2; seca severa 3 e seca moderada 4. Já nos municípios que apresentaram ganhos em torno 40 hes, nota-se a presença de seca excepcional 1; seca extrema 2; seca severa 3 e seca moderada 4.

Figura 19 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) na área plantada X área colhida de MILHO, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.

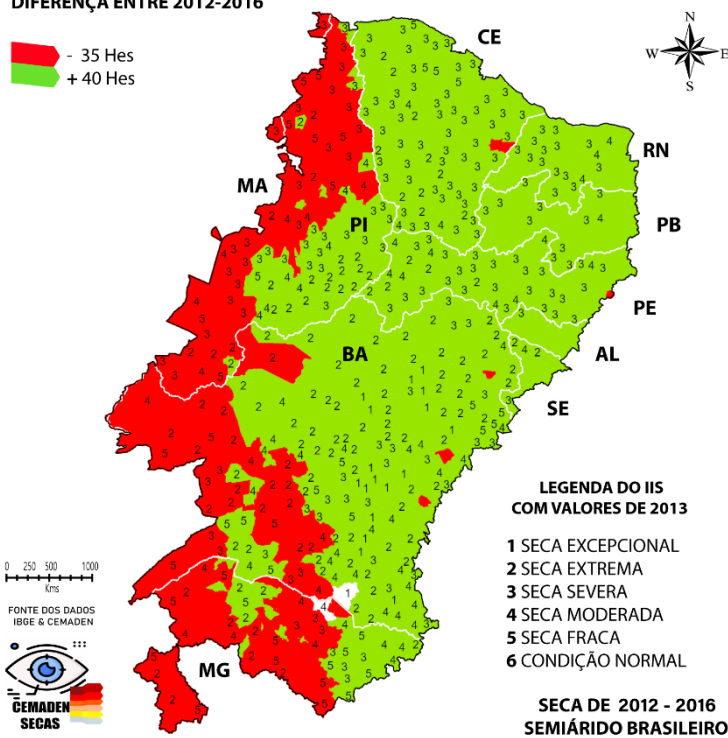
**EVOLUÇÃO - PRODUÇÃO DE MILHO
DIFERENÇA ENTRE 2012-2016**

 - 35 Hes
 + 40 Hes



**EVOLUÇÃO - PRODUÇÃO DE MILHO
DIFERENÇA ENTRE 2012-2016**

 - 35 Hes
 + 40 Hes

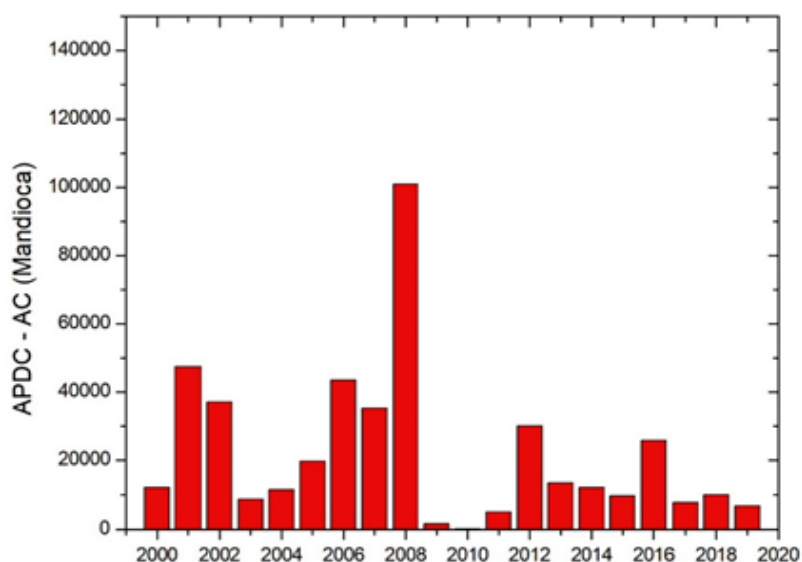


Fonte: elaborado pelo autor.

4.3.3 DIFERENÇA ENTRE ÁREA PLANTADA X ÁREA COLHIDA DE MANDIOCA

Para fechar a seção da agricultura, o gráfico da figura 20 abaixo, apresenta a evolução entre a área plantada e a área colhida de Mandioca, nos municípios da região do Semiárido de 2000 até 2020. Como se observa, o valor apresentou uma variação bem interessante. De 2003 até 2007 registrou-se um crescimento de cerca de 40.000 hes. Porém, em 2008, este crescimento aumenta de forma extraordinária, alcançando a margem de 100.000 hes e estabelece o melhor resultado da série. No ano posterior, em 2009, um decaimento abrupto é observado, que praticamente interrompe a capacidade de produção desta cultura. Este decaimento permaneceu nos anos seguintes, causando um crescimento quase nulo até 2011. Em 2012 observa-se uma tentativa de repique na série que sobe para 25.000 hes, uma tentativa que não se consolida, provocando perdas já nos anos seguintes em 2013, 2014 e 2015 respectivamente. Em 2016 nota-se um novo repique que durou somente no mesmo ano. A série termina com valores de produção inferiores aos registrados no primeiro ano e não recupera a tendência de crescimento observada antes de 2008.

Figura 20 - Evolução da série histórica municipal (2000-2020) na área plantada X área colhida de MANDIOCA.



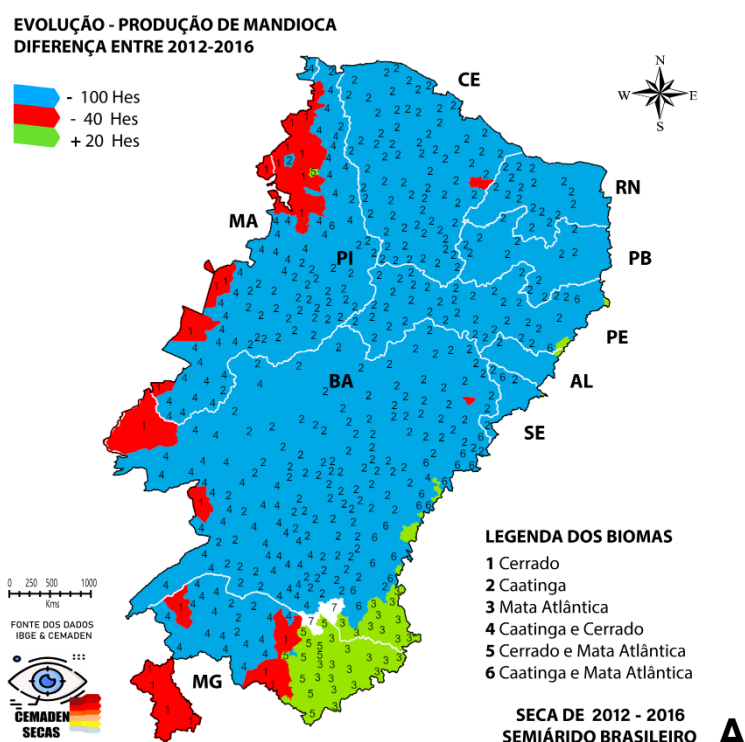
Fonte: elaborado pelo autor.

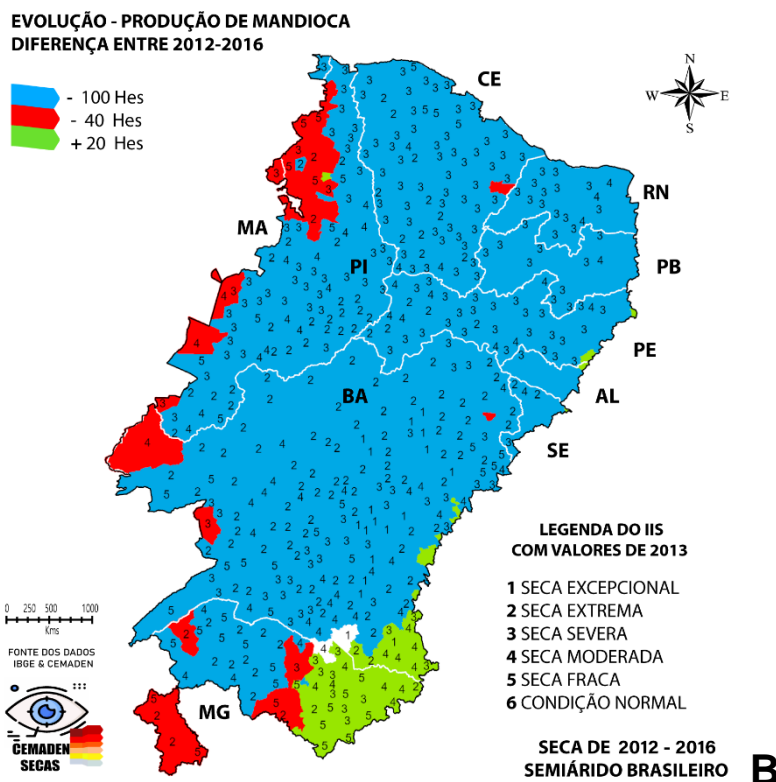
Os mapas abaixo, figuras 21A e 21B, demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 na área plantada e colhida de Mandioca. Conforme a escala de ganhos e perdas, segundo o Bioma e o IIS de 2013.

Como pode-se observar na figura 21A, nos municípios localizados na Caatinga 2 e nas áreas de transição Caatinga-Cerrado 4 e Caatinga-Mata Atlântica 6, registram perdas maiores de cerca de -100 hes. Apenas no Cerrado 1 observam-se perdas menores de -40 hes. Entretanto, na Mata Atlântica 3 e na área de transição Cerrado-Mata Atlântica 5, contabilizam-se ganhos estimados em cerca de 20 hes.

Contudo, na figura 21B, os municípios que registraram perdas estimadas em cerca de -100 hes no ano de 2013. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente excepcional 1; seca extrema 2; seca severa 3 e seca moderada 4. Já nos municípios que apresentaram ganhos em torno 20 hes, nota-se a presença de seca excepcional 1; seca extrema 2; seca severa 3 e seca moderada 4 e seca fraca 5. Sendo assim, a maior quantidade de registros de seca excepcional 1 ocorre justamente nos municípios localizados na Caatinga 2, que consecutivamente também é a região onde as perdas foram maiores. Além disso, as perdas registradas são superiores do que os ganhos observados em outros biomas.

Figura 21 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) na área plantada X área colhida de MANDIOCA, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.





Fonte: elaborado pelo autor.

4.4 EVOLUÇÃO DA AGROPECUÁRIA

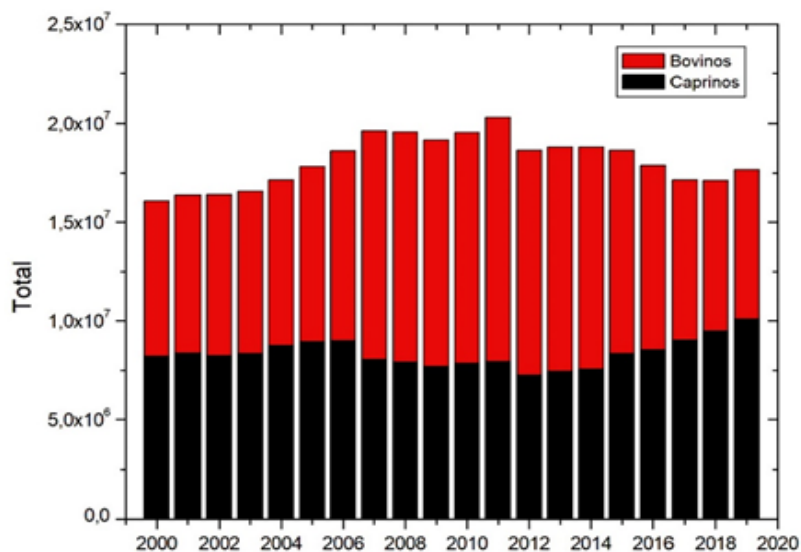
Na última seção dos resultados, serão apresentados dois aspectos da produção agropecuária dos municípios do Semiárido, sendo estes, o primeiro relacionado à produção de bovinos, caprinos e ovinos. Já o segundo, referente a produção de leite.

4.4.1 REBANHOS DE BOVINOS, CAPRINOS E OVINOS.

O gráfico da figura 22 abaixo, apresenta a evolução da criação de bovinos e equinos, nos municípios da região do Semiárido, no período de 2000 até 2020. Como se observa, os ritmos de produção das 2 séries apreciadas apresentam variações discrepantes. Enquanto na criação de Bovinos verifica-se uma tendência de crescimento quase contínua e linear até 2010, que alcança o pico da série histórica em 2011, e logo após um decaimento em 2012 seguido por uma estagnação até 2016 e finaliza em patamares observados em 2004. Já na criação de Caprinos, ocorreu um

crescimento até 2006, sucedido por uma queda neste ritmo e uma estagnação até meados de 2014. A partir de 2015 nota-se um retorno no ritmo de crescimento até 2020, que configura o melhor resultado da série histórica. Conforme observado, a série de bovinos não recupera a tendência de crescimento registrada até 2011, a produção de caprinos, por outro lado, finaliza em ritmo de crescimento.

Figura 22 - Evolução da série histórica municipal (2000-2020) na criação de BOVINOS & OVINOS.



Fonte: elaborado pelo autor.

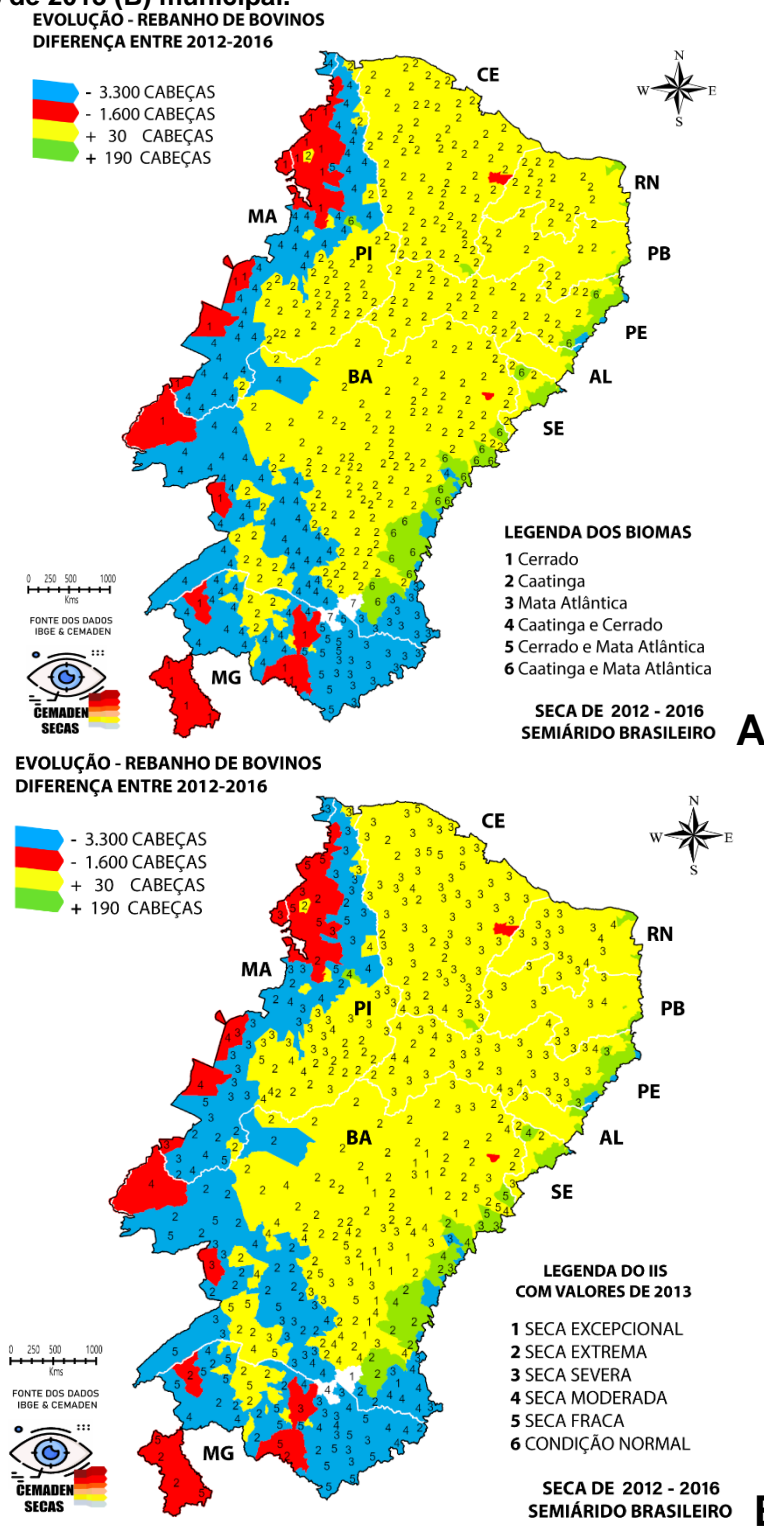
Os mapas abaixo, figuras 23A e 23B, demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 na criação de bovinos. Conforme a escala de ganhos e perdas, segundo o Bioma e o IIS de 2013.

Como pode-se observar na figura 23A, os municípios localizados na Mata Atlântica 3 e nas áreas de transição Caatinga-Cerrado 4 e Cerrado-Mata Atlântica 5 tiveram perdas maiores de cerca de -3.300 cabeças em média, e também, o Cerrado 1 apresentou perdas menores em torno de -1.600 cabeças. Agora, na Caatinga 2 verificam-se ganhos menores de 30 cabeças em média e na área de transição Caatinga-Mata Atlântica 6 os ganhos maiores de 190 cabeças.

Além disso, na figura 23B, os municípios que registraram perdas estimadas em cerca de -3.300 cabeças em média no ano de 2013. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente a seca extrema 2; seca severa 3 e seca moderada 4. Já nos municípios que apresentaram ganhos em torno 190 cabeças, nota-se a presença de seca extrema 2; seca severa 3 e seca fraca 5. Sendo assim, a maior

quantidade de registros de seca excepcional 1 ocorreu nos municípios localizados na Caatinga 2, que registrou ganhos menores. Além disso, as perdas registradas foram maiores que os ganhos observados em outros biomas.

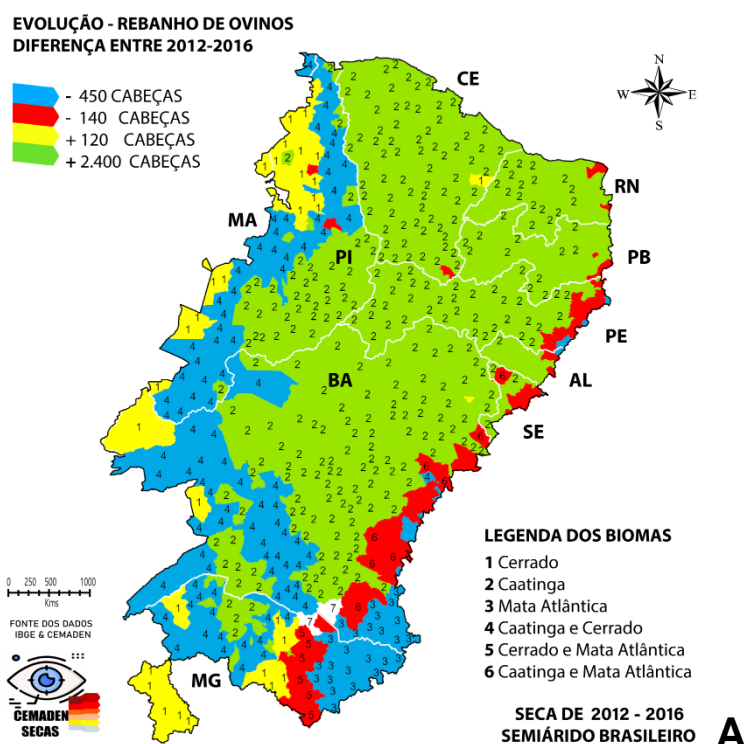
Figura 23 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) na criação de BOVINOS, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.

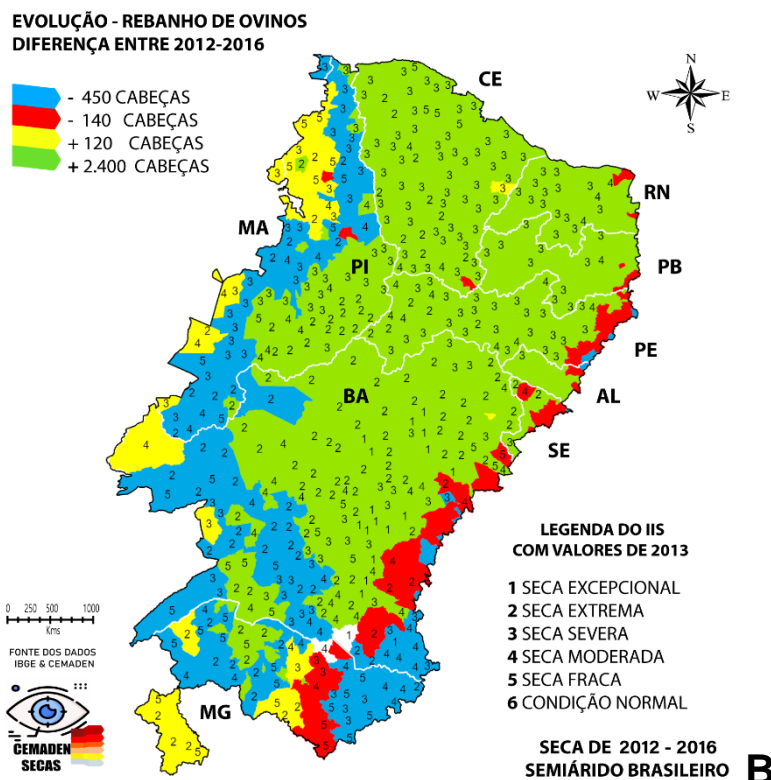


Os mapas abaixo, figuras 24A e 24B, demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 na criação de Ovinos. Conforme a escala de ganhos e perdas, segundo o Bioma e o IIS de 2013. Como pode-se observar na figura 24A, os municípios localizados na Mata Atlântica 3 e na área de transição Caatinga-Cerrado 4 tiveram perdas maiores de cerca de -450 cabeças em média, e também, nas áreas de transição Cerrado-Mata Atlântica 5 e Caatinga-Mata Atlântica 6 observam-se perdas menores em torno de -140 cabeças. Já os ganhos menores estão no Cerrado 1 com 120 cabeças em média e os ganhos maiores de 2.400 cabeças na Caatinga 2.

Contudo, na figura 24B, os municípios que registraram perdas estimadas em cerca de -450 cabeças em média no ano de 2013. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente a seca extrema 2; seca severa 3 e seca moderada 4. Já nos municípios que apresentaram ganhos em torno 2.400 cabeças, nota-se a presença de seca excepcional 1, seca extrema 2; seca severa 3 e seca fraca 5. Sendo assim, a maior quantidade de registros de seca excepcional 1 ocorreu nos municípios localizados na Caatinga 2, que registraram ganhos maiores. Além disso, estes ganhos registrados foram maiores que as perdas observadas em outros biomas.

Figura 24 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) na criação de OVINOS, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.



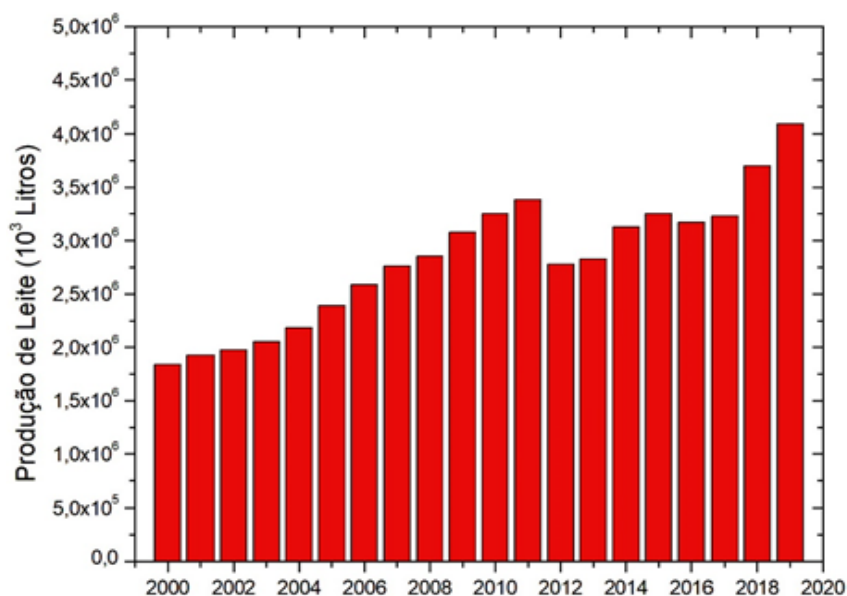


Fonte: elaborado pelo autor.

4.4.2 PRODUÇÃO DE LEITE

Para finalizar a seção de resultados, o gráfico da figura 25 abaixo, apresenta a evolução na produção de leite, nos municípios da região do Semiárido, no período de 2000 até 2020. Como se observa, o valor apresentou três tendências de crescimento. A primeira de 2000 a 2011 que vai de 150.000 litros até cerca de 300.000 litros. Esta tendência de crescimento é interrompida desde 2012, devido a uma queda abrupta observada que devolve o índice aos patamares observados em 2007 de 250.000 litros. Já a segunda tendência de crescimento inicia em 2013 e vai até 2015, e registra valores próximos aos que foram observados em 2010, um aumento de cerca de 100.000 litros, logo após, verifica-se uma queda sutil em 2016. A terceira inicia-se em 2017 e ultrapassa até mesmo os patamares anteriores a 2011 em 2018. A série termina em tendência de crescimento com uma produção anual de cerca de 400.000 litros.

Figura 25 - Evolução da série histórica municipal (2000-2020) da produção de LEITE.



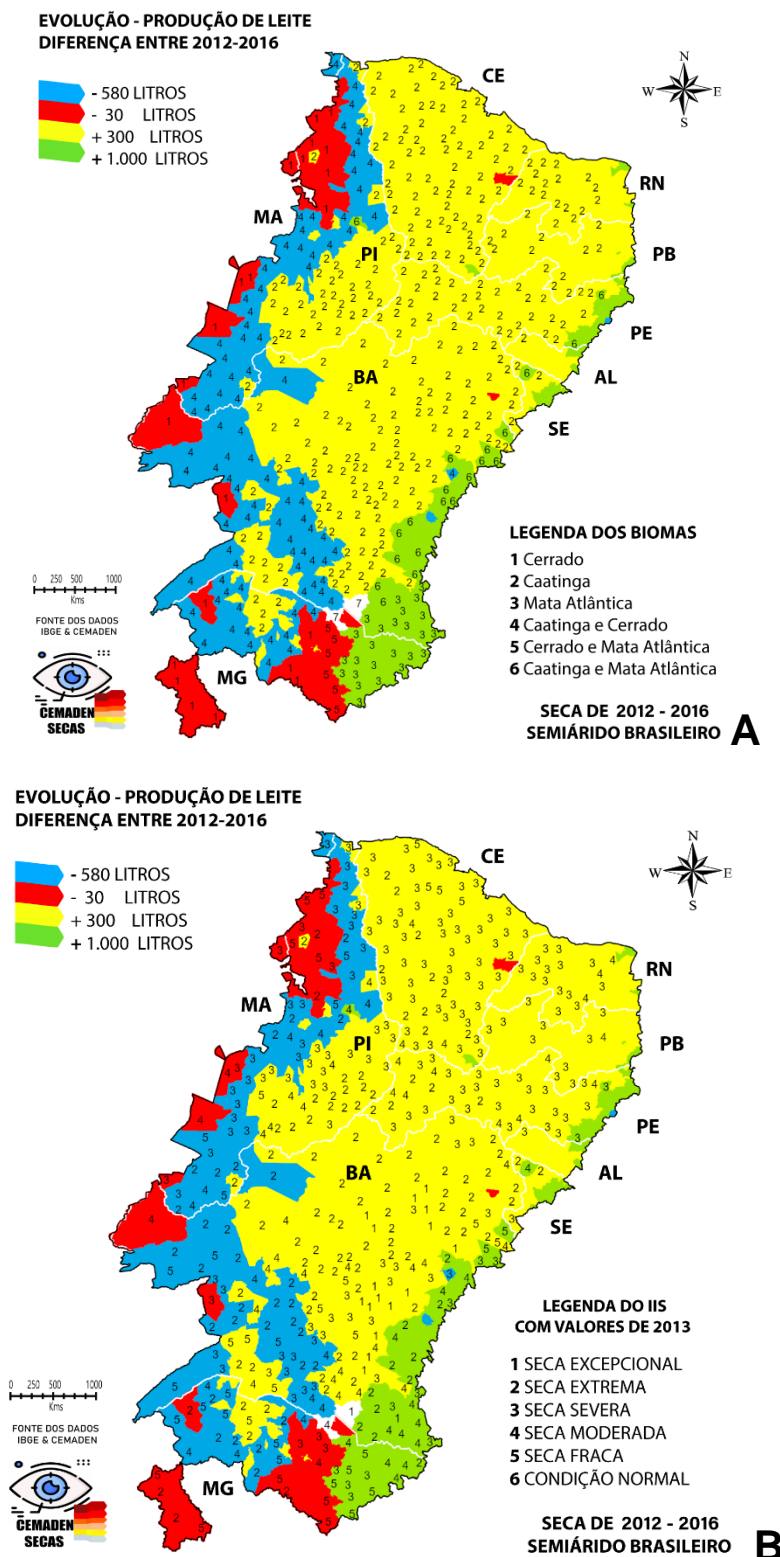
Fonte: elaborado pelo autor.

Os mapas abaixo, figuras 26A e 26B, demonstram a diferença entre os valores de 2012-2016 na produção de Leite. Conforme a escala de ganhos e perdas, segundo o Bioma e o IIS de 2013.

Como pode-se observar na figura 26A, os municípios localizados na área de transição Caatinga-Cerrado 4 tiveram perdas maiores de cerca de -580 litros em média. O Cerrado 1 e a área de transição Cerrado-Mata Atlântica 5 apresentaram perdas menores de -30 litros produzidos. Apenas a Caatinga 2 registrou ganhos menores de cerca de 300 litros. Já a Mata Atlântica 3 e a área de transição Caatinga-Mata Atlântica 6 alcançaram um rendimento médio de cerca de 1.000 litros.

Todavia, na figura 26B, os municípios que registraram perdas estimadas em cerca de -580 litros em média no ano de 2013. Obtiveram valores de IIS que correspondem majoritariamente a seca extrema 2; seca severa 3 e seca moderada 4. Já nos municípios que apresentaram ganhos em torno 1.000 litros, nota-se a presença de seca extrema 2; seca severa 3; seca moderada 4 e seca fraca 5. Sendo assim, a maior quantidade de registros de seca excepcional 1 ocorreu nos municípios localizados na Caatinga 2 que registrou os ganhos menores de 300 litros. Além disso, os ganhos totais registrados foram maiores que as perdas observadas em outros biomas.

Figura 26 - Mapa da evolução (diferença entre 2012-2016) na produção de LEITE, conforme o Bioma (A) e o IIS de 2013 (B) municipal.



Fonte: elaborado pelo autor.

5 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

As discussões e conclusões que serão apresentadas nesta seção, estão resumidas na tabela 5. Sendo assim, a primeira coluna contém os indicadores avaliados que são respectivamente: A evolução do PIB a preços correntes (PIB-C); da agropecuária (PIB-AGRO) e indústria (PIB-IND); número de empresas; população ocupada assalariada; salário médio mensal; relação entre a área plantada e a área colhida (A.P x A.C) de feijão, milho e mandioca; quantidade de cabeças dos rebanhos de bovinos e ovinos; além da produção de leite. As colunas seguintes demonstram a evolução dos indicadores conforme a escala de ganhos e perdas, sendo assim: (*perdas maiores X perdas menores X ganhos menores X ganhos maiores*). Já na sexta coluna verifica-se a presença de seca excepcional 1 (IIS 2013) e nas últimas colunas a classificação dos biomas (Cerrado 1; Caatinga 2; Mata Atlântica 3; Caatinga-Cerrado 4; Cerrado-Mata Atlântica 5 e Caatinga-Mata Atlântica 6).

Tabela 5 - Sumário dos resultados apresentados nos mapas (A e B), provenientes da correlação entre os indicadores socioeconômicos, conforme o IIS de 2013 e o Bioma municipal.

INDICADOR	PERDAS MAIORES	PERDAS MENORES	GANHOS MENORES	GANHOS MAIORES	IIS 2013	BI 1	BI 2	BI 3	BI 4	BI 5	BI 6
EV. PIB - C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EV. PIB - AGRO	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
EV. PIB - IND		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EV. EMPR		X		X	X	X	X	X	X	X	X
P.O.A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S.M.M. (R\$)			X	X	X	X	X	X	X	X	X
A.P.XA.C. - FE (He)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A.P.XA.C. - MI (He)		X		X	X	X	X	X	X	X	X
A.P.XA.C. - MA (He)	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
REB. BOV (CBS)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
REB. OVI (CBS)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PROD. LE (ML)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BI	1	2	3	4	5	6	IIS - 1				
BIOMA	CERRADO	CAATINGA	MATA ATLÂNTICA	CAATINGA & CERRADO	CERRADO & MATA ATLÂNTICA	CAATINGA & MATA ATLÂNTICA	EXEPCIONAL				

Fonte: elaborado pelo autor.

Considerando o Produto Interno Bruto dos municípios do Semiárido, não foi possível verificar impactos durante o período analisado. O PIB do Semiárido evoluiu abaixo do PIB do Brasil, e isto, pode não estar relacionado diretamente à seca. As análises preliminares realizadas na série histórica do PIB indicaram que não ocorreu

um impacto significativo em decorrência da seca, no período analisado. Uma possível explicação seria a amostragem examinada, que analisou todos os municípios do Semiárido como uma unidade. Sendo assim, estes municípios poderiam também ser agrupados de outras maneiras. Nos mapas, observam-se as quatro classes da escala de ganhos e perdas, sendo assim, a seca excepcional 1 foi reconhecida justamente os municípios que apresentaram perdas maiores, sendo assim, o bioma mais afetado foi a Caatinga 2. Já no PIB da agropecuária, foram observadas três classes, a seca excepcional 1 foi identificada na região que obteve ganhos maiores, somente o Cerrado 1 apresentou perdas maiores. Porém, no PIB da indústria, a seca excepcional 1 está na região que registrou perdas menores, nos biomas da Caatinga 1, Mata Atlântica 3 e Cerrado-Mata Atlântica 5.

Nos indicadores de trabalho, como no número de empresas, verificam-se duas situações, sendo assim, nos municípios que tiveram perdas menores também se observa seca excepcional 1 e os biomas afetados foram a Caatinga 2, a Mata Atlântica e a área de transição Cerrado-Mata Atlântica 5. Já os ganhos maiores estão no Cerrado, e nas áreas de transição Caatinga-Cerrado 4 e Caatinga- Mata Atlântica 6. Conforme observado no gráfico, uma correlação é aparente, pois a tendência de crescimento é interrompida justamente no início do período de seca analisado, causando uma estagnação neste ritmo, que além de não se recuperar, volta aos patamares registrados em 2009.

No pessoal ocupado e assalariado, verifica-se que os municípios que apresentaram as perdas maiores, foram impactados com seca excepcional 1 e estão no bioma Caatinga 2 e na área de transição Cerrado-Mata Atlântica 5. As perdas menores foram à Mata Atlântica 3 e os ganhos maiores no Cerrado 1 e na área de transição Caatinga-Cerrado 4. Para fechar a seção de economia, nos mapas do salário mensal médio, não foram observadas perdas, sendo assim, o salário aumentou de forma quase homogênea em todo o Semiárido. Porém, a região do Cerrado 1 apresentou uma evolução maior, e, contraditoriamente, também foi a que apresentou perdas maiores na agropecuária.

Na seção de agricultura, segundo os resultados observados no cultivo de feijão e de milho, nota-se que a curva de crescimento vinha apresentando um ritmo de ascensão até 2011, sendo que em 2012, ocorreu um superávit na produção, e logo em seguida em 2013, uma queda abrupta. Precisamente no ano com o maior número

de municípios afetados por seca excepcional 1 conforme o IIS. Já no cultivo de mandioca, os anos mais produtivos na última década foram 2012 e 2016 respectivamente, porém nos anos seguintes, verifica-se uma queda significativa na produção, fator que pode ser decorrente das secas ocorridas, indicando que os danos na agricultura são geralmente acentuados no ano posterior. Analisando os mapas, nota-se uma grande variação na produção de acordo com cada bioma e cultura. No plantio de feijão, por exemplo, as perdas maiores foram registradas na área de transição Cerrado-Mata Atlântica 5, enquanto os ganhos maiores estão no Cerrado 1 e na área de transição Caatinga-Mata Atlântica 6. Os registros de seca excepcional 1 foram observados na Caatinga 2, bioma que apresentou ganhos menores. Porém, na produção de mandioca, existe uma correlação entre a ocorrência de seca excepcional 1, nos municípios localizados na Caatinga 2 conforme o registro de perdas maiores. Já na produção de milho, os municípios onde as perdas foram registradas estão no Cerrado 1 e nas áreas de contato. Os ganhos foram observados na Caatinga 2 e Mata Atlântica 3, onde também se verifica a presença de seca excepcional 1.

Já na produção agropecuária, segundo o gráfico, enquanto na criação de caprinos verifica-se um crescimento no número de cabeças, já a de bovinos, parece perder força em 2012, que também é primeiro ano da seca analisada. Além disso, ocorre uma estagnação nesta taxa de crescimento que retorna aos níveis próximos a 2007. A região que mais perde é a área de transição entre a Caatinga-cerrado 4 e a Mata Atlântica 3. Os ganhos são pouco significativos em comparação com as perdas, e verificados pontualmente na Caatinga-mata Atlântica 6. A região da Caatinga 1 apresenta ganhos menores de cerca de 30 cabeças, justamente onde se verifica presença de seca excepcional 1. Entretanto, na produção de ovinos, os ganhos maiores foram registrados na Caatinga 1, onde estão os municípios impactados pela seca excepcional 1 e os ganhos menores, na área de transição entre a Caatinga-cerrado 4 e na Mata Atlântica 3. Os ganhos registrados na criação de bovinos e ovinos foram verificados justamente na Caatinga 2, região que também apresentou uma evolução positiva na produção de milho, um dos principais componentes da suplementação animal. porém, a diminuição na produção de bovinos e aumento da produção de ovinos pode indicar uma dificuldade relacionada à capacidade de manutenção dos rebanhos de grande porte, principalmente na região da Caatinga 2, que registra a maioria das ocorrências de seca excepcional 1.

Segundo o que se observa no gráfico da produção de leite, verificam-se duas tendências de crescimento, a primeira vai de 2000 a 2011, e em 2012, nota-se uma interrupção significativa justamente no ano do início da seca, e também uma estagnação de 2016 a 2018. Já nos mapas, enquanto os municípios localizados na Mata Atlântica 3 e nas áreas de contato apresentam uma evolução positiva na produção de leite em mais de 1.000 litros. As perdas maiores de cerca de 500 litros são registradas no Cerrado 1 e nas áreas de contato. Os municípios que apresentaram seca excepcional 1 estão na Caatinga 2 e produziram menos do que os que estão na Mata Atlântica 3. Sendo assim, a produção de leite também pode estar relacionada a uma queda na produção de milho, na criação de bovinos e disponibilidade de água em superfície, que também se relaciona a diminuição de pastos e gramíneas, utilizadas na suplementação animal.

Na seção de saúde, a seca impactou no número de consultas médicas que vinha apresentando queda de registros, entretanto, conforme observado a partir de 2012, ocorreu um repique no número de mortes nos anos de 2013, 2014 e 2015 respectivamente. Segundo os gráficos das mortes por anemia, o ano mais mortal é 2016, ano da última seca observada. Já no de desnutrição, nota-se uma elevação no número de mortes justamente nos anos em que as secas foram mais intensas, segundo o IIS. Os anos anteriores e posteriores também foram impactados e registraram altos índices de mortalidade. Esta categoria de óbitos também está relacionada à capacidade de produção da agricultura e pecuária.

Aparentemente, a categoria seca excepcional 1 é um bom indicador para correlacionar o impacto físico da seca aos indicadores socioeconômicos, porém esta tendência não foi verificada em todos os resultados. Outra possibilidade de análise está na forma de organização dos municípios da região Semiárida, que podem ser desmembrados ou agrupados segundo o grau de severidade de seca pelo IIS ou conforme outros aspectos geográficos que permitam análises regionais.

A região Semiárida do Brasil apresenta diversas vulnerabilidades socioespaciais, sendo assim, outros indicadores podem ser utilizados para verificar o impacto. Além disso, cada bioma possui especificidades tanto em suas características fisiológicas quanto nas técnicas de manejo. Estas características devem ser consideradas futuramente para diminuir o nível de incertezas e discutir outros aspectos relacionados ao desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- ABURN; A. AND WESSELBAUM, D. Gone with the wind: international migration. **Global and Planetary Change**, n. 178, p. 96-109, 2019.
- CARRÃO, H.; NAUMANN, G.; BARBOSA, P. Mapping global patterns of drought risk: An empirical framework based on sub-national estimates of hazard, exposure and vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 39, p. 108–124, jul. 2016.
- CUNHA, A. P. M. et al. Monitoring vegetative drought dynamics in the Brazilian semiarid region. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 214, p. 494-505, 2015.
- CUNHA, A. P. M. A. et al. Calibration and Validation of the Integrated Biosphere Simulator (IBIS) for a Brazilian Semiarid Region. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 52, n. 12, p. 2753–2770, dez. 2013.
- CUNHA, A. P. M. A. et al. Changes in the spatial-temporal patterns of droughts in the Brazilian Northeast. **Atmospheric Science Letters**, v. 19, n. 10, p. 855, 19 set. 2018.
- CUNHA, A. P. M. do A.; MARCHEZINI, V.; LINDOSO, D. P.; SAITO, S. M.; ALVALÁ, R. C. dos S. The challenges of consolidation of a drought-related disaster risk warning system to Brazil. **Sustainability in Debate**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 43–76, 2019.
- CUNNIFF, Roger L. The birth of the drought industry: imperial and provincial response to the great drought in northeast Brazil, 1877-1880. **Revista de Ciências Sociais**, Fortaleza, v. 6, n. 1/2, p. 65-82, 1975.
- FREITAS, Carlos Machado (coord.). **Guia de preparação para resposta à emergência em saúde pública por seca e estiagem**. Rio de Janeiro: ENSP, 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.
- INTEGRATED DROUGHT MANAGEMENT PROGRAMME; WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION; GLOBAL WATER PARTNERSHIP. **National Drought Management Policy Guidelines**. Geneva: WMO, 2014.
- MARENGO, J. A. et al. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. **Geophysical Research Letters**, v. 38, n. 12, p.1-5, 2011.
- MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2016.
- MARENGO, J. A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. **Climatic**

Change, v. 129, n. 1-2, p. 103-115, 2014.

MARENGO, J. A.; RODRIGUES-FILHO, S.; SANTOS, D. V. Impacts, vulnerability and adaptation to climate change in Brazil: an integrated approach.

Sustentabilidade em Debate, v. 11, n. 3, p. 14-23, 2021.

MARENGO, J. A. et al. Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2 suppl 1, p. 1973-1985, 2018.

MARENGO, J.A.; GALDOS, M.V.; CHALLINOR, A.; CUNHA, A.P.; MARIN, F.R.; VIANNA, M.D.S; ALVALA, R.C.S.; ALVES, L.M.; MORAES, O.L.; BENDER, F., Drought in northeast brazil: a review of agricultural and policy adaptation options for food security. **Climate Resilience and Sustainability**, v. 3, p. 1-20, 2021.

MURRAY, VIRGINIA; ABRAHAMS, JONATHAN; ABDALLAH, CHADI; AHMED, KANZA; ANGELES, LUCILLE; BENOUAR, DJILLALI; BRENES TORRES, ALONSO; CHANG HUN, CHOE; COX, SIMON; DOURIS, JIM; FAGAN, LUCY; FRA PALEO, URBANO; HAN, QUNLI; HANDMER, JOHN; HODSON, SIMON; KHIM, WIRYA; MAYNER, LIDIA; MOODY, NICK; MORAES, L. L. O. **Hazard information profiles: supplement to undrr-isc hazard definition & classification review**. Paris: International Science Council, 2021.

NAUMANN, G. et al. Global Changes in Drought Conditions Under Different Levels of Warming. **Geophysical Research Letters**, v. 45, n. 7, p. 3285-3296, 2018.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC). **Mitigação das mudanças climáticas e contribuição do grupo de trabalho 3 do Painel Brasileiro de mudanças climáticas ao primeiro relatório da avaliação nacional sobre mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: PBMC, 2014.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Synthesis report: contribution of working groups i, ii and iii to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change**. Geneva: IPCC, 2015.

PAREDES, F. J.; BARBOSA, H. A.; GUEVARA, E. Spatial and temporal analysis of droughts in northeastern Brazil. **Agriscientia**, v. 32, n. 20, p. 57-67, 2015.

POLJANŠEK.; AL, E. **Science for disaster risk management: knowing better and losing less**. Bélgica: European Commission, 2017.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD); INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Índice de desenvolvimento humano municipal brasileiro**. Brasília: PNUD, 2014.

S. PULWARTY, R.; SIVAKUMAR, M. V. K. Information systems in a changing climate: Early warnings and drought risk management. **Weather and Climate Extremes**, v. 3, p. 14-21, 2014.

ROCQUE, R. J. et al. Health effects of climate change: an overview of systematic reviews. **BMJ Open**, v. 11, n. 6, p. 1-14, 2021.

UNITED NATIONS; OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Global assessment report on disaster risk reduction (GAR) making development sustainable**. New York: United Nations, 2015.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **Global assessment report on disaster risk reduction (GAR) special report on drought**. Geneva: UNDRR, 2021.

VICENTE-SERRANO, S. M. et al. Performance of Drought Indices for Ecological, Agricultural, and Hydrological Applications. **Earth Interactions**, v. 16, n. 10, p. 1-27, 2012.

VAN LOON, A. F.; VAN LANEN, H. A. J. Making the distinction between water scarcity and drought using an observation-modeling framework. **Water Resources Research**, v. 49, n. 3, p. 1483–87 1502, 2013. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/wrcr.20147>>

WILHITE, D. A.; SIVAKUMAR, M. V. K.; PULWARTY, R. Managing drought risk in a changing climate: The role of national drought policy. **Weather and Climate Extremes**, v. 3, p. 4-13, 2014.

WILHITE, D. Breaking the hydro-illogical cycle: changing the paradigm for drought management. **Earth Magazine**, v. 57, n. 7, p. 71-72, 2012.