

INSTABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E AS TECNOLOGIAS SOCIAIS COMO ALIADAS DA PRODUÇÃO DE CULTIVOS DE SEQUEIRO EM CRAVOLÂNDIA-BA

Instability of rainfall and social technologies as an allied in the production of rainfall crops in Cravolândia-BA

James Lima Chaves

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT) da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Brasil

james@ufrb.edu.br

Alexandre Boleira Lopo

Doutor em Ciências, Professor da Universidade do Estado da Bahia e do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT) da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Brasil

alopo@uneb.br

Gertrudes Macário de Oliveira

Doutora em Recursos Naturais, Professora do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT) da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Brasil

gemoliveira@uneb.br

Jacqueline Araújo Castro

Doutora em Genética e Biologia Molecular, Professora do Instituto Federal Baiano – IF Baiano, Brasil e-mail:

jacqueline.castro@ifbaino.edu.br

José Raimundo Oliveira Lima

Doutor em Educação e Contemporaneidade, Professor da Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, Brasil

zeraimundo@uefs.br

Recebido: 15.02.2023

Aceito: 25.05.2023

Resumo

As áreas semiáridas são caracterizadas pelo desequilíbrio entre oferta e demanda de recursos hídricos. O presente trabalho objetivou detectar os anos de ocorrência de diferentes tipos de secas no município de Cravolândia-BA, localizado na Bacia do Rio Jiquiriçá, no período de 1980 a 2018, bem como correlacioná-las com as tecnologias sociais adotadas para a convivência com a seca. Utilizou-se pesquisa de campo e levantamento bibliográfico. Os dados climáticos foram provenientes do Climate Prediction Center (CPC). Os anos com ocorrência de secas foram detectados com o Standardized Precipitation Index (SPI). Percebeu-se 26 eventos de seca no SPI 1, sendo 20 classificados como seca severa e 6 como seca extrema. Houve registro de seca extrema em pelo menos duas escalas temporais do SPI para os anos 1993 (3 e 6), 1996 (3 e 6), 2001 (1 e 3), 2004 (1 e 3) e 2013 (1 e 3). Observou-se como resultados que, no município de Cravolândia, implementaram-se tecnologias sociais financiadas por programas governamentais e também aquelas resultantes da iniciativa e engenhosidade dos próprios agricultores, que permitem o armazenamento de águas pluviais e também a distribuição uniforme destas nos períodos de secas, especialmente quando coincidem com as fases de maior demanda hídrica dos cultivos agrícolas.

Palavras-chave: Tecnologias sociais, Seca, Indicadores pluviométricos

Abstract

Semi-arid areas are characterized by an imbalance between supply and demand for water resources. The present work aimed to detect the years of occurrence of different types of droughts in the municipality of Cravolândia-BA, located in the Jiquiriçá River Basin, from 1980 to 2018, as well as to correlate with the social technologies adopted to cope with the drought. Field research and bibliographic survey were used. The climate data came from the Climate Prediction Center (CPC). The years with occurrence of droughts were detected with the Standardized Precipitation Index (SPI). There were 26 drought events in SPI 1, 20 of which were classified as severe drought and 6 as extreme drought. There was a record of extreme drought in at least two SPI time scales for the years 1993 (3 and 6), 1996 (3 and 6), 2001 (1 and 3), 2004 (1 and 3) and 2013 (1 and 3). As a result, it was observed that in the municipality of Cravolândia, social technologies financed by government programs were implemented, as well as those resulting from the initiative and ingenuity of the farmers themselves, which allow the storage of rainwater and also its uniform distribution in periods of drought, especially when they coincide with the phases of greater water demand of agricultural crops.

Keywords: Social technologies, Dry, Rainfall indicators.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o Semiárido está representado por uma área geográfica de 1.128.697 km², que abrange 1.262 municípios localizados em 10 estados da Federação, sendo 9 deles localizados na região Nordeste do país (Bahia, Paraíba, Piauí, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Alagoas e Sergipe) e apenas um no Sudeste (Minas Gerais). A população habitante do Semiárido é de mais de 27 milhões de pessoas, representando mais de 12% da população brasileira (BRASIL, 2017).

Por oportuno, destaca-se que o Semiárido é caracterizado como uma região com indicadores sociais abaixo da média nacional e que apresenta baixo dinamismo econômico, de forma que parte da população padece com recursos insuficientes para assegurar os meios de subsistência básicos para as famílias, principalmente nas zonas rurais. Ainda, como agravante, percebe-se a degradação ambiental que incide sobre seus frágeis ecossistemas e também a grande concentração de terras (CHIODI *et al.*, 2015; SANTOS, 2008; PRADO JUNIOR, 1976; FURTADO, 2005).

O Semiárido brasileiro é reconhecido como um dos maiores e mais populosos do mundo e, ao mesmo tempo, é considerado o mais chuvoso semiárido do planeta, com pluviosidade média de 750 mm/ano, variando de 250 a 800 mm/ano nos diferentes municípios da região (MALVEZZI, 2007; MARENGO, 2008; MARENGO *et al.*, 2018). Outra característica marcante é a grande variabilidade espacial e temporal do padrão

pluviométrico, sendo comum os baixos valores de chuvas anuais, o elevado potencial de evaporação, em virtude de altas disponibilidades de energia solar e temperatura, bem como a ocorrência de grande quantidade de dias consecutivos sem chuva (CORREIA *et al.*, 2011; MARENGO *et al.*, 2018). Somado a tudo isso, a água tende a apresentar elevados teores de sais e o subsolo é formado em grande parte por rochas cristalinas, originando solos predominantemente rasos e que dificultam a formação de mananciais permanentes.

Especificamente, o estado da Bahia possui 85,2% da sua área territorial localizada na região semiárida, o que corresponde a 283 dos seus 417 municípios, totalizando 480.9 km² (BAHIA, 2020). De fato, a população residente no Semiárido baiano é estimada em 7,6 milhões de habitantes, correspondente a 50,5% da população baiana e 27,5% da população do Semiárido brasileiro (BAHIA, 2020). Nesse cenário, a escassez hídrica, aliada à fragilidade do sistema de gestão de recursos hídricos, tem gerado uma série de conflitos pelo uso da água no estado. Essa situação também se reflete na Bacia do Rio Jiquiriçá, localizada no centro-leste do estado da Bahia, que apresenta um histórico de conflitos pelo uso da água e de elevado déficit hídrico (SANTOS, 2010).

A Bacia do Rio Jiquiriçá é uma região que desperta preocupação, pois os problemas associados ao uso inadequado e escassez da água atrasam sensivelmente o seu desenvolvimento. Nos últimos 30 anos, o histórico de perfuração dos poços aponta para uma região onde o aproveitamento de água é muito difícil, sendo 53% dos poços perfurados secos ou com vazões insuficientes, enquanto apenas 10% são aproveitáveis, com vazões acima de 10m³/h. Outro problema é a qualidade da água, pois as análises indicam que a alta quantidade de cloreto e alta dureza a tornam imprópria para consumo (SANTOS, 2010).

É considerando tais situações, que Campos (2014), Lima e Magalhães (2018) e Freitas (2019) destacam que o convívio em regiões semiáridas é uma realidade que traz grandes desafios para os municípios localizados no Nordeste brasileiro. Portanto, analisar e compreender a dinâmica das secas, em diferentes escalas, constituem elementos de extrema relevância.

Alguns estudos ressaltam que, além de problemas relacionados ao abastecimento humano e dos consequentes conflitos que a seca pode desencadear, as atividades agrícolas são também impactadas pelas estiagens prolongadas (FREITAS, 2019), resultando em situações complexas que não podem ser avaliadas de forma separada do contexto social (WILHITE *et al.*, 1987). Assim, surge a necessidade de monitorar os eventos de seca, bem como identificar sua frequência e intensidade, como estratégia que auxilie o entendimento de suas consequências (econômicas, sociais e ambientais) e o planejamento

das políticas públicas para o convívio com a seca (HAILE *et al.*, 2019; HAILE *et al.*, 2020; SUN *et al.*, 2019).

É nesse contexto que as tecnologias sociais (TS) assumem relevância, pois, ao propor uma nova relação entre o ser humano, o meio natural e os sistemas de produção agropecuária, permitem a convivência com a semiaridez, contribuindo para mitigar os conflitos relacionados ao uso não racional e à gestão da água. Por definição, as TS compreendem “[...] um conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida” (INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL, 2004, p. 26).

Sendo assim, o presente trabalho objetivou detectar os anos de ocorrência de diferentes tipos de secas no município de Cravolândia-BA, no período de 1980 a 2018, bem como correlacioná-las com as tecnologias sociais adotadas para a convivência com a seca. Em síntese, busca-se responder à seguinte pergunta: como se apresenta a tipificação dos eventos de seca ocorridos no município de Cravolândia? E quais tecnologias sociais foram adotadas e/ou desenvolvidas pelos pequenos agricultores familiares?

O artigo em tela se estrutura, além desta introdução, em quatro seções. A primeira delas delimita a fundamentação teórica e aborda, do ponto de vista conceitual, como as instabilidades pluviométricas impactam a prática da agricultura em regiões semiáridas e como as tecnologias sociais podem mostrar-se como ferramentas para enfrentamento dessa realidade. A segunda seção expõe a metodologia empregada na pesquisa, enquanto a terceira apresenta e discute os resultados obtidos na pesquisa de campo. A quarta seção traz as considerações finais da pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As zonas áridas do globo cobrem cerca de 31% da superfície terrestre e possuem características biológicas, físico-químicas e sociais distintas. Segundo o índice climático de aridez (precipitação e evapotranspiração potencial), essas zonas são classificadas, pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 1989), como hiper-áridas (4,2%), áridas (14,6%) e semiáridas (12,2%). Mishra e Singh (2010) destacam que os termos “seca” e “aridez” possuem significados diferentes, sendo o primeiro apenas um distúrbio temporário, enquanto o segundo é uma característica da região.

De forma geral, as regiões semiáridas são caracterizadas pelo desequilíbrio entre oferta e demanda de recursos hídricos, sendo insuficiente até mesmo a disponibilidade per

capita de água nesta região (NOBREGA *et al.*, 2015). Essa característica faz com que as atividades agrícolas sejam, na maioria das vezes, realizadas em sistema de sequeiro, dependentes de precipitação direta.

Hastenrath (2011) e Marengo *et al.* (2011) destacam que, historicamente, são observados, na região Semiárida do Nordeste brasileiro, muitos anos de seca, quebra de safra e impactos sociais associados, sendo ela marcada pelas amplas variações anuais na quantidade de precipitação, no início e final do período de chuva, e na sua distribuição. Nos anos 1710-1711, 1723-1727, 1736-1757, 1744-1745, 1777-1778, 1808-1809, 1824-1825, 1835-1837, 1844-1845, 1877-1879, 1982-1983 e 1997-1998 houve secas mais marcantes, enquanto nos anos de 2003 e 2005 observou-se secas menos severas (MARENGO, 2008), e, nos anos de 2012 a 2017, de acordo com Santana e Santos (2020), a referida região experimentou uma das maiores secas dos últimos 50 anos.

Magalhães (1993) ressalta que a variabilidade climática torna reféns as populações socioeconomicamente vulneráveis do Semiárido, pois a deficiência hídrica impõe várias limitações às atividades cotidianas e produtivas, impactando diretamente os meios de vida. Sendo assim, em anos em que o clima é considerado “ruim”, ocorre grande perda na produção agrícola, que é uma importante fonte de renda e sustento. Por outro lado, naqueles em que o clima é “bom”, as populações não apenas conseguem subsistir dos recursos locais, mas também geram renda a partir deles.

De fato, a história do Semiárido brasileiro está intimamente relacionada às secas, tendo como consequências a insegurança alimentar, a pobreza, a vulnerabilidade social e até mesmo a migração das áreas afetadas. Nota-se ainda que, nesse cenário onde ocorrem ciclos de estiagens, secas e enchentes, a situação é agravada pelo fato de que os sistemas eficientes para o armazenamento da água estão concentrados nas mãos de poucos, tornando ainda mais vulneráveis os pequenos produtores e as comunidades carentes (MARENGO *et al.*, 2011).

No que diz respeito à dependência que os sistemas produtivos e sociais possuem dos regimes pluviométricos, observa-se que os prejuízos aos cultivos de subsistência, tais como mandioca, milho e feijão, tornam ainda mais frágeis as condições de vida dos pequenos produtores. Deve-se considerar que a ocorrência de chuvas, por si só, não garante uma boa colheita, uma vez que até mesmo a presença de veranicos, caracterizados como um período de seca dentro da época chuvosa, pode gerar significativas perdas na produção agrícola (BRASIL, 2004).

Segundo Allen *et al.* (2012), nos últimos anos, a ocorrência de secas severas aumentou em diversas regiões do mundo. Esses eventos extremos impactam negativamente não apenas a agricultura, mas diversos setores, tais como os sistemas hídricos de armazenamento e abastecimento, a indústria, a pecuária, a energia, dentre diversos outros. A região Nordeste do Brasil, em especial o estado da Bahia (BA), padece com longos períodos de estiagens, pois apresenta uma grande variabilidade espacial e temporal das chuvas (SANTANA; SANTOS, 2020; MARENGO *et al.*, 2020).

Essa presença constante de secas permitiu e demandou, ao longo dos anos, não apenas a tomada de ações/iniciativas governamentais capazes de mitigar esse fenômeno (CHACON; BURSZTYN, 2005), mas também a busca de soluções e inovações por parte dos próprios agricultores, que, inventivos e perseverantes, desenvolveram um arcabouço de estratégias que permitiram o melhor convívio com a seca.

De fato, a consciência de que não há como combater a seca e a natureza, mas de que é necessário conviver com essa realidade, gerou um modelo chamado de “Convivência com o Semiárido”, em que são priorizadas as estratégias de mitigação da seca e de convivência com as intempéries climáticas, o que engloba uma visão ampla e sistêmica sobre as relações ambientais nas suas diferentes dimensões: política, cultural, social, econômica e geofísica (SILVA, 2003).

No estado da Bahia, em atenção aos regimes de chuva que afetam pequenos agricultores camponeses, assentados da reforma agrária, mulheres, jovens e comunidades tradicionais do Semiárido, foi instituída, pela lei ordinária nº 13.572/2016, a Política Estadual de Convivência com o Semiárido (BAHIA, 2016). A referida política tem como objetivo assegurar o desenvolvimento das populações do Semiárido, considerando e integrando características sociais, culturais, ambientais e econômicas, bem como fortalecer e promover a autonomia da população do Semiárido por meio da inclusão socioproductiva.

É justamente nesse contexto de efetivação prática da “Convivência com o Semiárido” que as tecnologias sociais (TS), entendidas como soluções nascidas diante da realidade local, tornam-se importantes ferramentas, pois, diferentemente dos pacotes tecnológicos “transferidos” de outras áreas desenvolvidas do mundo, as TS são ajustadas, sobretudo criadas e/ou aplicadas em interação com a população local (LASSENCE; PEDREIRA, 2004).

Dessa maneira, as tecnologias sociais, apesar de simples no que diz respeito aos materiais empregados, são exitosamente replicadas nas unidades familiares do Semiárido nordestino. Por serem resultantes de longa observação e da inventividade dos próprios

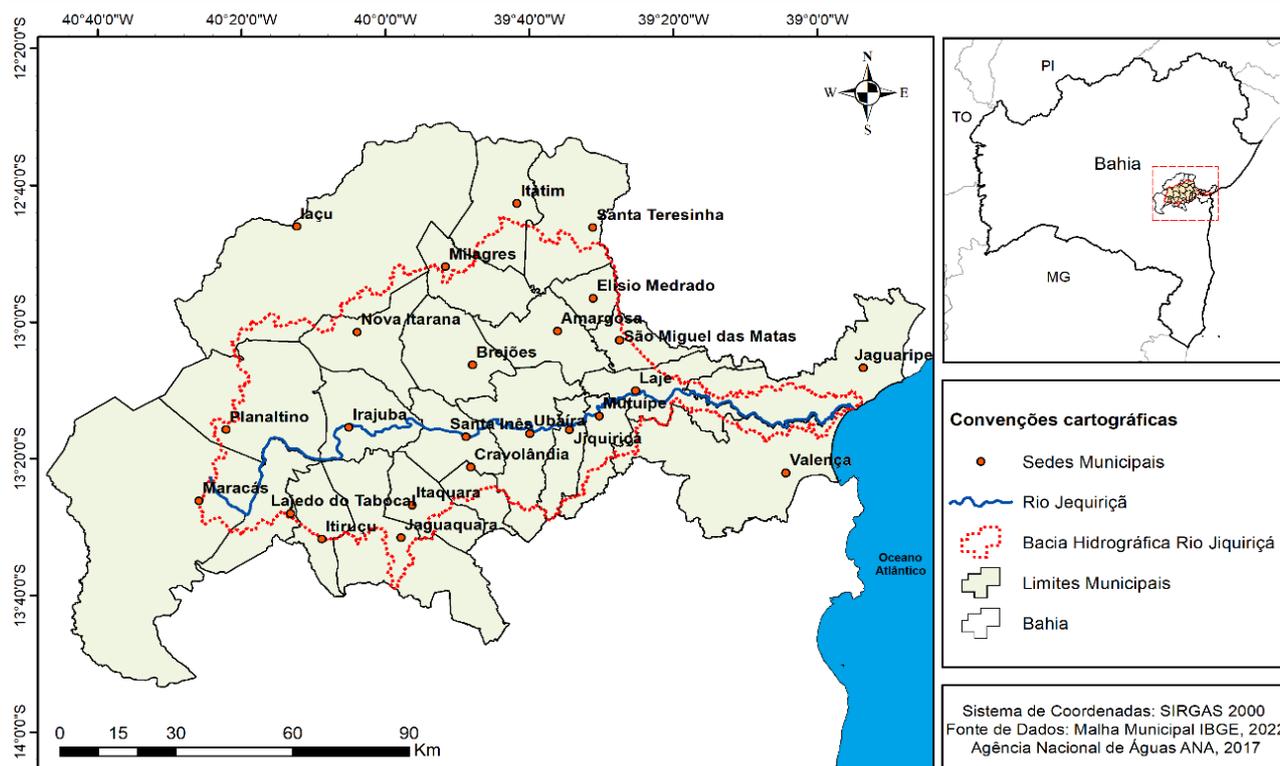
sujeitos locais, as TS oferecem soluções práticas e pouco onerosas, contribuindo assim para a permanência dos pequenos agricultores em seus territórios e para a produção da existência em um ambiente onde predomina a escassez de recursos hídricos e financeiros.

3. METODOLOGIA

Como procedimento, adotou-se a pesquisa de campo, com visitas a diferentes propriedades rurais. Realizou-se também um levantamento bibliográfico, visando identificar as principais tecnologias sociais de aproveitamento de água pluvial utilizadas para mitigar os efeitos de eventos secos e da escassez de água. Dados das tecnologias sociais do município de Cravolândia foram disponibilizados pelo Sistema de Informação Gerencial do Ministério da Cidadania. Informações referentes ao Semiárido brasileiro e à porção baiana foram obtidos por meio de pesquisa documental, utilizando o Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-SIC) junto aos órgãos, autarquias e fundação competentes, tais como o portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) e do Ministério da Cidadania (MDC).

3.1. Área de estudo

O sítio de estudo foi o município de Cravolândia, que apresenta uma área de 160 Km² e uma população de 5.145 habitantes, distribuídos na zona urbana e rural. O município pertence ao Território de Identidade Vale do Jiquiriçá, localizado, majoritariamente, no centro-sul baiano e que está inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Jiquiriçá, que ocupa uma área de 6.900 km² e abrange 25 cidades (Mapa 1).



Mapa 1 – Bacia do Rio Jiquiriçá
Fonte: BAHIA, 2015; BATISTA, 2003.

O Rio Jiquiriçá nasce no planalto de Maracás, a cerca de 5 km, entre o Norte e o Nordeste, da localidade homônima. É o único rio que apresenta regime permanente, possui vazões muito baixas e desagua no Oceano Atlântico, após completar um percurso de mais de 275 km (SANTOS, 2010; BAHIA, 2015; BATISTA, 2003).

3.2. Obtenção de dados meteorológicos

Utilizou-se um recorte temporal de 38 anos, de 1980 a 2018, para análise das informações meteorológicas. Os dados interpolados de precipitação considerados no presente estudo foram provenientes do Climate Prediction Center (CPC), pertencente ao National Centers for Environmental Prediction (NCEP), que utiliza dados oriundos de observações provenientes de pluviômetros e combina dados de mais de 30.000 estações ao redor do globo utilizando a técnica de interpolação ótima (GLAHN *et al.*, 1985). O CPC dispõe de séries diárias desde 01 de janeiro de 1979, sendo atualizadas constantemente, e grades igualmente espaçadas com resolução de 0,5° latitude x 0,5° longitude (CHEN *et al.*, 2008), tornando-se uma ferramenta robusta para espacialização e identificação de eventos de precipitação. Diversos autores vêm utilizando dados do CPC, ao longo da América do Sul, para análise espaço-temporal de modo mais prático e com menos falhas

do que com os obtidos em estações meteorológicas (SILVA *et al.*, 2007; NOBREGA *et al.*, 2010).

3.3. Cálculo do Índice de Precipitação Padronizada (Standardized Precipitation Index - SPI)

Para detectar os anos de ocorrência de secas, utilizou-se o Standardized Precipitation Index (SPI) apenas nas escalas temporais de SPI 1, SPI 3 e SPI 6 meses e nas categorias: seca fraca, seca moderadamente, seca extremamente e muito seco. Como o SPI requer uma série climatológica com dados de no mínimo 30 anos, essa análise baseou-se no período entre 1980 e 2018, pois, nesse espaço de tempo, foram implementadas tecnologias sociais voltadas à captação da água de chuva e destinadas à produção agrícola no município de Cravolândia (CHAVES; LIMA, 2022), o que torna importante a compreensão sobre a dinâmica da seca local.

Segundo Mckee *et al.* (1993), o SPI utiliza apenas os dados mensais de precipitação, possibilitando, dentro de escalas de tempo diversas, a realização de cálculos para a quantificação de déficit de precipitação, permitindo a compreensão dos impactos em períodos de seca. O período de ocorrência de uma seca se inicia quando o SPI se torna negativo e atinge o valor -1 e termina quando volta a apresentar valores positivos. Dentro dessa escala, os valores de SPI menores ou iguais a -2 indicam secas extremas e os maiores ou iguais a +2 indicam chuvas extremas. Essa classificação é realizada conforme os limites da Tabela 1, em que é possível caracterizar secas e períodos mais úmidos.

Tabela 1 – Valores do Índice Padronizado de Precipitação (SPI) e categorias de períodos secos e úmidos.

Limites do SPI	Categorias
≥ 2,00	Chuva Extrema
1,50 a 1,99	Chuva Severa
1,00 a 1,49	Chuva Moderada
0 a 0,99	Chuva Incipiente
0 a - 0,99	Seca Incipiente
- 1,00 a - 1,49	Seca Moderada
- 1,50 a -1,99	Seca Severa
≤ - 2,00	Seca Extrema

Fonte: MCKEE *et al.*, 1993.

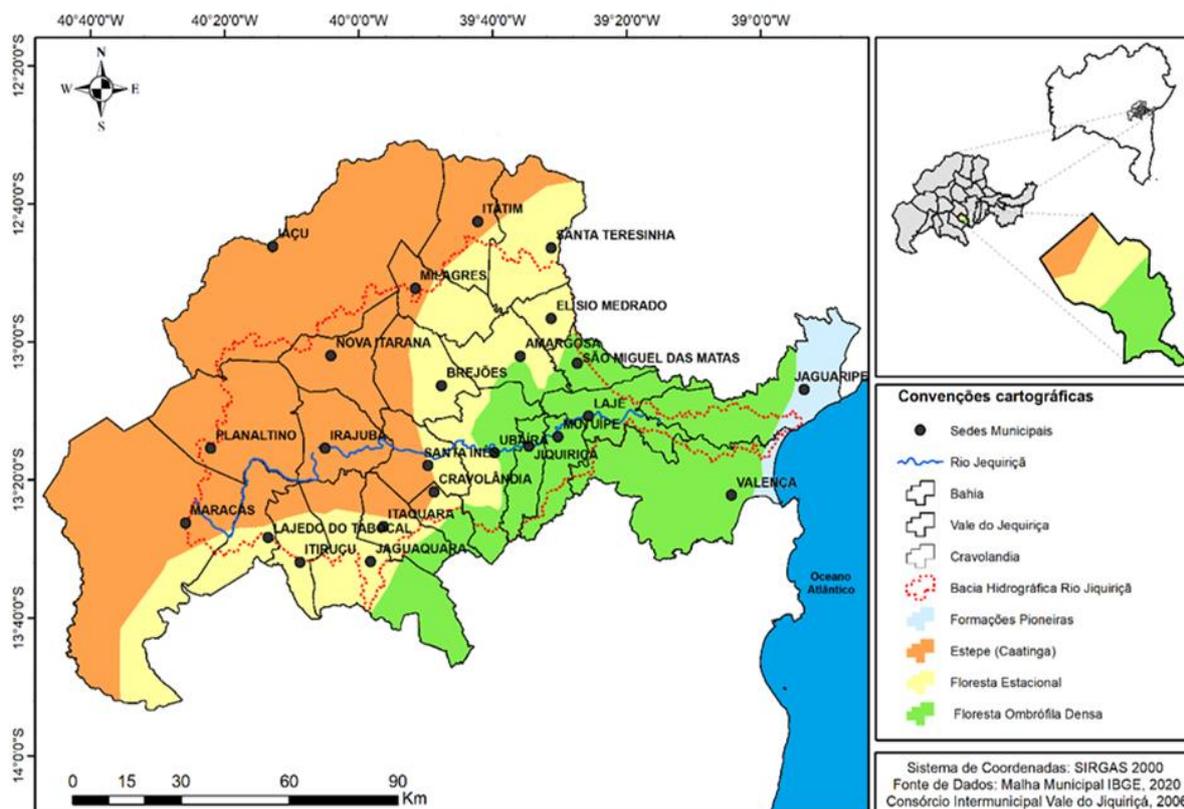
No presente estudo, o SPI foi calculado utilizando o programa Drought Index and Monitoring System (DIMES), em ambiente MS-Excel, em linguagem Visual Basic for Applications. O Programa DIMES estima, de maneira rotineira, o SPI em suas diversas escalas de tempo. Como resultado, o programa fornece parâmetros de caracterização

climática da região em estudo, tabelas e gráficos interpretativos dos resultados do índice de seca e sua variação (BLAIN *et al.*, 2005).

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica do Jiquiriçá é influenciada principalmente pela extensão leste /oeste, pelas variações geomorfológicas e pela maritimidade. Ao considerar dados de precipitação e a classificação de Ayoade (2006), Fernandes *et al.* (2009) verificaram que existem três diferentes tipos de clima na Bacia Hidrográfica do Rio Jiquiriçá: o Af – tropical chuvoso de floresta; o Aw – clima de savana e o BSh – clima quente de estepe.

Segundo Andrade (1981), o clima pode condicionar o tipo de vegetação presente em determinada área, e os diferentes tipos vegetacionais resultam da interação clima/solo. Desta maneira, a diversidade climática do Vale Jiquiriçá tem implicações na diversidade geoambiental, de modo que quatro grandes regiões fitoecológicas são observadas: a Estepe (Caatinga), Floresta Estacional (Decidual e Semidecidual), Floresta Ombrófila Densa e as Formações Pioneiras, caracterizadas por vegetação de influência marinha e flúvio-marinha; cada uma delas com características climáticas diversificadas que vão do semiárido, na região oeste, ao tropical úmido, na região leste (Mapa 2).



Mapa 2 – Regiões fitoecológicas da Bacia do Rio Jiquiriçá

Fonte: BAHIA, 2015; BATISTA, 2003.

Conforme o Mapa 2, o Município de Cravolândia, por sua vez, possui em seu território os biomas Caatinga, Floresta Estacional e Floresta Ombrófila Densa. A maior parte da bacia hidrográfica do Jiquiriçá, 58,18%, encontra-se sob o clima semiárido (BS), englobando 17 dos 25 municípios que a compõem, incluindo Cravolândia, que, segundo análise da série histórica de 38 anos (1980 a 2018), possui uma média anual de pluviosidade igual a 871,46 mm. Normalmente, a estação chuvosa, intervalo de tempo conhecido como “quadra chuvosa”, estende-se de novembro a abril, sendo mais concentrada entre novembro e dezembro e fevereiro e março, enquanto a estação seca dura pelo restante do ano. Essa má distribuição temporal das chuvas, que concentra 57,88% da precipitação total anual em quatro meses, prejudica e limita a produção das culturas agrícolas, pois, dessa forma, os agricultores dispõem apenas de uma pequena janela temporal para fazer os cultivos de subsistência e para captar e armazenar água para produção e consumo familiar, podendo ser submetidos a eventuais períodos de seca meteorológica e agrônômica.

De acordo com Keyantash e Dracup (2002), a seca meteorológica, que pode ser detectada pelo Índice de Precipitação Padronizada (SPI), ocorre comumente quando os níveis de precipitação estão mais baixos que as médias anuais. Por sua vez, essa baixa precipitação pode gerar a seca agrônômica, que ocorre quando a umidade do solo está abaixo da quantidade necessária para atender à demanda das plantas e para repor as perdas por evapotranspiração, impactando negativamente na produção agrícola das culturas (MISHRA; SINGH, 2010).

No recorte temporal analisado, detectou-se 26 eventos de seca no SPI 1, sendo 20 classificados como seca severa e 6 como seca extrema. Com base no SPI 3, houve 11 eventos de seca severa e 9 de seca extrema, totalizando 20 eventos, enquanto a análise do SPI 6 indicou 9 eventos de seca, 6 severa e 3 extrema (Figura 1).

Ainda, analisando a climatologia do município de Cravolândia no período estudado, percebe-se que houve registro de seca extrema em pelo menos duas escalas temporais do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) nos anos 1993 (SPI 3 e SPI 6), 1996 (SPI 3 e SPI 6), 2001 (SPI 1 e SPI 3), 2004 (SPI 1 e SPI 3) e 2013 (SPI 1 e SPI 3). Adicionalmente, esses anos apresentaram valores de precipitação anual abaixo da média calculada (871,46 mm) para os anos estudados (1980-2018), conforme pode ser observado na Figura 2, que será discutida mais abaixo.

O comportamento pluviométrico observado nos anos com registro de seca extrema, conforme relatado por alguns autores (HASTENRATH; HELLER, 1977; MOURA; SHUKLA, 1981; HASTENRATH *et al.*, 1984; RAO *et al.*, 1993; MARENGO *et al.*, 2017), apresenta

Tabela 2 – Ocorrência de El Niño e La Niña e precipitação anual para os anos com registro de seca extrema no município de Cravolândia-BA.

Ano	El Niño	Intensidade	La Niña	Intensidade	Precipitação anual (mm)
1993	Sim	Fraco	Não	-	377,02
1996	Não	-	Sim	Fraco	506,11
2001	Não	-	Sim	Moderado	835,27
2004	Sim	Fraco	Não	-	847,57
2013	Não	-	Não	-	659,29

Fonte: Kayano *et al.*, 2016.

Diante do exposto, constata-se que o planejamento dos recursos hídricos para a região de Cravolândia assume grande importância no que diz respeito à produção da existência dos agricultores familiares, à manutenção da segurança hídrica e alimentar, bem como à otimização do potencial agrícola.

Na Figura 2, verifica-se ainda que, quanto aos valores médios mensais da precipitação pluviométrica correspondentes ao período de 1980 a 2018, o menor valor foi observado em outubro (45,64 mm) e o maior, em dezembro (94,46 mm). Por outro lado, em se tratando dos anos caracterizados com eventos de seca extrema, 1993 foi o ano que apresentou menor média anual (377,02 mm), com o mês de setembro apresentando a menor média (20,11 mm) e novembro, a maior (59,35 mm). A seca extrema no mês de setembro foi verificada através do índice de precipitação (SPI) 3 e 6.

O ano de 1996 apresentou precipitação média anual de 506,11 mm, ocorrendo a menor precipitação mensal em dezembro (22,08 mm) e a maior, em novembro (165,43 mm). Novembro foi o único mês em que o valor da precipitação mensal ficou acima da média da série histórica (1980 a 2018). Para o ano de 2001, apesar de ter sido caracterizado através do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) como um ano de seca extrema, verifica-se, na Figura 2, que os valores da precipitação para os meses de março, maio, junho, agosto e dezembro foram superiores à média histórica, com junho apresentando o maior percentual, 80,96%, aproximadamente. Por outro lado, nesse ano, a precipitação pluviométrica do mês de novembro representou apenas 13,89% da média histórica para o mês. A má distribuição de chuvas, somada à elevada taxa de evapotranspiração (3.000 mm/ano) no ambiente semiárido, afetam diretamente o plantio de culturas agrícolas e são os principais fatores que resultam no fenômeno da seca (SANTIAGO *et al.*, 2013).

Comportamento semelhante ao ano de 2001, no que se refere a alguns meses com total mensal superior à média histórica e outros com valores inferiores, foi observado também no ano de 2004. Os valores mensais da precipitação pluviométrica dos meses de janeiro, março e novembro superaram a média histórica em 299,83%, 116,35% e 177,89%

respectivamente; enquanto, para os meses de agosto e dezembro, representaram apenas 10,85% e 11,64%, respectivamente, da média histórica. Destaca-se que a indicação de seca extrema pelo SPI 3 para esse ano foi para o período de agosto, com duração de dois meses. Nesse ano, o total de precipitação pluviométrica foi bem próximo ao da média histórica, 847,57 mm. Por fim, em três meses do ano 2013 (janeiro, julho e dezembro), registrou-se precipitação acima da média; por outro lado, para os demais meses, a precipitação mensal foi abaixo da média histórica, com destaque para o mês de abril, em que o total mensal foi de 13,44 mm, representando apenas 17,85% da média histórica para esse mês (75,28 mm). Nesse ano, a indicação de seca extrema foi para os meses de abril (SPI 1) e maio (SPI 3). O total anual foi de 659,29 mm (Figura 2).

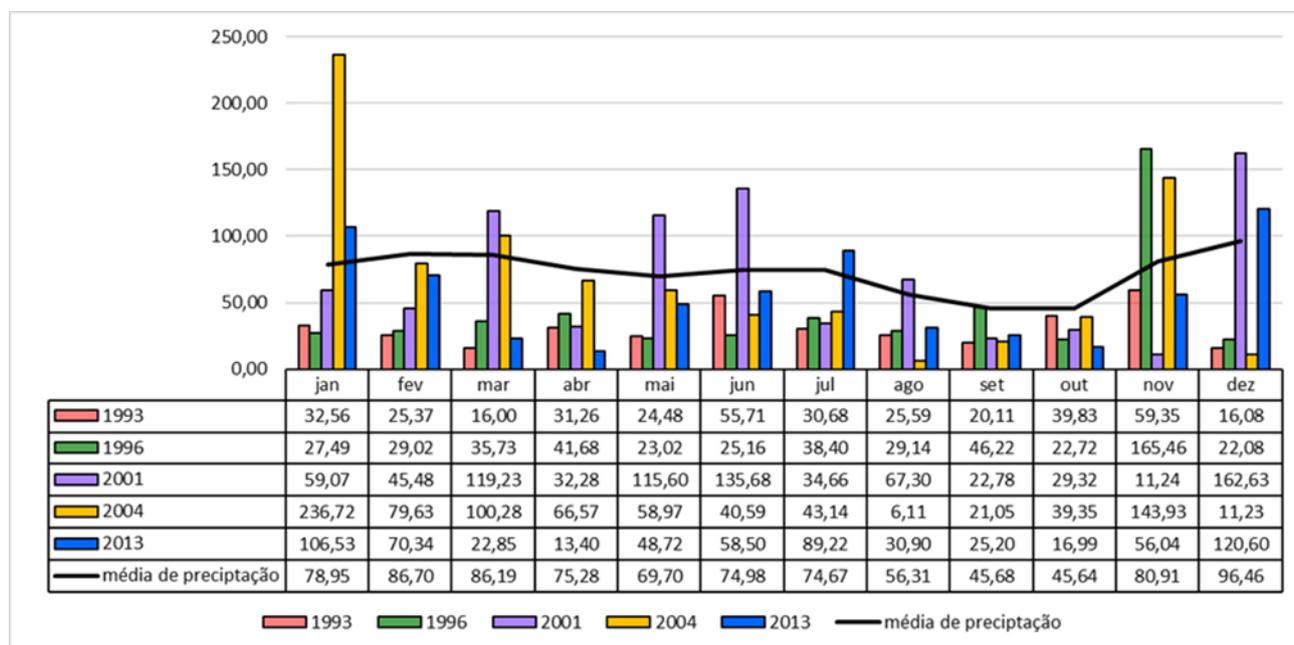


Figura 2 – Precipitação acumulada (mm) nos diferentes meses dos anos mais secos da série histórica 1980-2018 para o município de Cravolândia-BA

Fonte: Elaboração própria.

Com efeito, nesses anos destacados, houve emissão de decretos estaduais para a cidade de Cravolândia, declarando situação de emergência nos anos 1993 (Decreto 2.253 de 23 de julho de 1993), 2001 (Decreto 7.997 de 07 de junho de 2001) e 2013 (Decreto 14.346 de 08 de março de 2013). Esses decretos são resultantes da baixa precipitação anual e da estiagem prolongada, que frequentemente colocam o município em estado de emergência climática, provocando graves prejuízos à pecuária e à agricultura de sequeiro, comumente praticada pelos pequenos agricultores deste município.

Diante desse cenário, a análise do SPI 1, 3 e 6 aqui realizada evidenciou, além dos períodos de secas extremas, severas e moderadas no município de Cravolândia, períodos

curtos, com duração média de quatro meses, que concentram a maior parte da precipitação anual. Dessa forma, dentro de um ciclo de cultivo, em vez de a chuva ser bem distribuída, concentra-se em um pequeno período, de forma que não permite boa produtividade e colheita, até mesmo de cultivos de subsistência.

Nesse grupo de cultivos estão o feijão, a mandioca e o milho, lavouras de sequeiro que são majoritariamente cultivadas no Semiárido, inclusive no município de Cravolândia. Essas culturas ficam dependentes da distribuição temporal e espacial do volume de chuvas, sendo assim, a ocorrência de um elevado número de dias com alto déficit hídrico (relação entre a evaporação e a pluviometria), que tão bem caracteriza o Semiárido nordestino, é uma variável que está diretamente relacionada com as dificuldades e até mesmo insucesso do plantio em sequeiro (COSTA FILHO, 2019).

Cada cultura reage ao déficit hídrico de uma maneira diferente, pois a sensibilidade à falta d'água é variada entre as diferentes espécies (WILHITE; BUCHANAN-SMITH, 2005). O milho, por exemplo, é relativamente tolerante ao déficit hídrico durante a fase vegetativa e maturação, no entanto, ocorrem grandes perdas quando o suprimento insuficiente de água ocorre no florescimento, pendoamento, formação de espigas e enchimento de grãos (CAMARGO *et al.*, 1974). O feijão, por sua vez, com um sistema radicular pouco desenvolvido, apresenta sensibilidade ao estresse hídrico por seca e exige um mínimo de 300 mm de precipitação pluvial, especialmente em três estádios críticos, que são a germinação, florescimento e enchimento de grãos (SORATTO *et al.*, 2003). Já para a mandioca, considerada uma espécie tolerante ao déficit hídrico, observa-se um efeito mais severo no período de tuberização. Segundo Alves (2006), um déficit hídrico de pelo menos dois meses nessa fase pode reduzir o rendimento de raízes de 32% a 60%.

Fica evidente que a disponibilidade de água, somada à boa distribuição desta durante o período de desenvolvimento das culturas, passa a ser um fator decisivo no potencial de produção e no rendimento dessas lavouras que, segundo Costa Filho (2019), assumem grande importância na vida de muitas famílias, garantindo, além de renda, a segurança alimentar e nutricional.

A instabilidade na distribuição pluviométrica pode fazer com que o período de seca coincida justamente com a fase fisiológica em que determinado cultivo mais necessita de água para seu desenvolvimento. É nesse hiato temporal que as tecnologias sociais de captação de águas pluviais, muitas vezes nascidas no seio das comunidades, podem oferecer estratégias que permitam o gerenciamento dos recursos hídricos e o suprimento de água para as culturas em seus períodos fisiológicos mais críticos.

Nesse cenário, as políticas públicas e a existência de infraestrutura de convivência com o Semiárido fazem-se necessárias para minimizar os danos causados pela seca, também para que esta seja observada como um fenômeno físico que pode ser analisado, compreendido e minimizado em muitos dos seus efeitos mais danosos (ANDRADE, 1985).

No município de Cravolândia, foram identificadas tanto as tecnologias sociais implementadas com apoio financeiro de programas governamentais quanto aquelas resultantes da iniciativa e engenhosidade dos próprios agricultores. A Figura 3 (A) mostra uma cisterna calçadão, tecnologia que capta a água de chuva.



Figura 3 – Cisterna calçadão e tanque enlonado para captação de enxurrada na zona rural do município de Cravolândia

Fonte: Pesquisa de campo.

De acordo com a Articulação do Semiárido Brasileiro (2021), por meio dessa área cimentada sobre o solo, com aproximadamente 220 m², uma chuva de 300 milímetros é suficiente para encher a cisterna, que tem capacidade para 52 mil litros. Conforme observa-se na Figura 3A, o sistema de captação de água foi instalado na parte mais alta do terreno, e, por meio da gravidade, a água é conduzida por um cano flexível até a parte de baixo do lote, enchendo assim o tanque que está lá posicionado. A tecnologia permite ao agricultor dispor de água para irrigar sua produção com o uso de regador. Em regiões semiáridas, calcular minimamente a quantidade de água, tanto para o consumo humano quanto para a produção de alimentos, é imprescindível e se torna uma das práticas de cuidado com o ambiente (SANTOS, 2016).

Nota-se, na Figura 3 (B), um tanque enlonado para a captação da água que, na forma de enxurrada, flui da parte mais alta da propriedade. Essa tecnologia social tem ajudado a melhorar a produtividade e qualidade de vida dos agricultores que a possuem.

O fato de o tanque ter sido instalado em local mais alto reduz o esforço laboral da família, pois a água chega na parte mais baixa do lote com grande pressão, permitindo a instalação de um sistema de irrigação com microaspersores. Por outro lado, o alto custo dos sistemas comerciais torna a irrigação inacessível para uma parcela dos agricultores.

A Figura 4 (A) apresenta uma tecnologia social desenvolvida pelo participante com finalidade de irrigar cultivos, no caso o maracujá, por gotejamento.



Figura 4 – Sistema de irrigação por gotejamento utilizando garrafa pet e sistema de captação de água em terraço de pedra conectado a tanque de lona no município de Cravolândia-BA

Fonte: Pesquisa de campo.

A cada 3 ou 4 dias, o sistema de gotejamento é abastecido, permitindo a sobrevivência das plantas, embora não seja possível alcançar uma produtividade comparável à de plantas que recebem um suprimento hídrico adequado. O sistema montado permite fracionar, em pequenas quantidades (gotas), a água disponibilizada para as plantas, sendo, portanto, eficiente para manter minimamente a umidade do solo. O tempo para esvaziamento das garrafas possibilita um intervalo para que atividades de outra natureza sejam desempenhadas na unidade familiar.

Dessa maneira, a criatividade permitiu sistematizar procedimentos para a criação de um sistema de irrigação de baixo custo com a utilização de componentes do dia a dia, possibilitando que a unidade produtiva desenvolva uma atividade produtiva ininterrupta e que agricultores descapitalizados possam também usufruir dos benefícios da agricultura irrigada, tendo maior segurança econômica e, conseqüentemente, maior qualidade de vida.

Na Figura 4 (B e C), é apresentado um sistema de captação de água em tanque de pedra conectado a um tanque de lona. Em um cenário de déficit hídrico e na ausência de um calçadão cimentado por onde a água possa escoar superficialmente, aproveitou-se,

como superfície de captação, uma área impermeável naturalmente formada por rochas. Na parte baixa da rocha foi feito um barramento para a água, com paredes de alvenaria. A água acumulada é conduzida, por meio de encanamento de 75 mm, para dois tanques tipo trincheira, recobertos com lona, cada um com capacidade de 70 mil litros de água. Nesse sistema, o volume de água armazenado vai depender do tamanho e da profundidade dos tanques tipo trincheira. Para a Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), instituição que reúne organizações da sociedade civil que atuam no Semiárido, a captação em tanque de pedra é uma “[...] tecnologia comum em áreas de serra ou onde existem lajedos, que funcionam como área de captação da água de chuva. São fendas largas, barrocas ou buracos naturais, normalmente de granito” (ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 2021, p. 2).

As diversas tecnologias sociais observadas e listadas acima contribuem para o aumento da produtividade e se apresentam como soluções para variados problemas. Nesse mesmo sentido, diferentes estudos empíricos, tais como artigos, teses, dissertações e livros, evidenciam a capacidade das TS para contribuir com o desenvolvimento sustentável nos espaços rurais brasileiros, seja pela geração de emprego e renda (COSTA *et al.*, 2014; CATHARIN; SACHUK, 2012), por meio da mitigação dos efeitos prologando da estiagem (VENTURA *et al.*, 2012), da responsabilidade social (COELHO *et al.*, 2012; BONILHA; SACHUK, 2011) ou do atendimento de necessidades básicas da população (SANTANA; RAHAL, 2020; RODRIGUES; BARBIERI, 2008).

5. CONCLUSÃO

A análise temporal aqui realizada por meio do Standardized Precipitation Index (SPI) nas escalas temporais de SPI 1, SPI 3 e SPI 6, no período de trinta anos, permitiu concluir que, no município de Cravolândia, frequentemente ocorrem episódios de seca extrema, severa e moderada, muitas vezes resultando na emissão de decreto de estado de emergência, como os que ocorreram em 1993, 2001 e 2013. Nesse cenário, foram observadas diversas tecnologias sociais, algumas delas fruto da criatividade dos próprios agricultores e outras replicadas e implementadas por políticas públicas, que permitem o armazenamento de águas pluviais e também a distribuição uniforme destas nos períodos de secas, especialmente quando coincidem com as fases de maior demanda hídrica dos cultivos agrícolas.

Portanto, em que pese a complexidade do tema, o pequeno leque de referências locais/territoriais disponíveis e a conseqüente necessidade da continuidade de pesquisa

desta natureza, acredita-se que o objetivo proposto foi alcançado, pois demonstrou-se a ocorrência de diferentes tipos de secas no município de Cravolândia no período compreendido entre 1980 a 2018, bem como foi feita a correlação desse período com à busca criativa de soluções sociais/locais de baixo custo com as tecnologias sociais adotadas para convivência com a seca.

REFERÊNCIAS

ALLEN, S. *et al.* **Summary for policymakers. managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation**: special report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 22p.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. S. *et al.* (Orgs.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 138-169.

ANDRADE, M. C. **A seca**: realidade e mito. Recife: ASA, 1985. 81p.

ANDRADRE, L. D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 149-163, 1981.

ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Ações P1+2**. Recife: ASA, 2021. 7p.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 332p.

BAHIA. SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Sobre - Região Semiárida**. Salvador: SEI, 2020. Disponível em: <https://www.sei.ba.gov.br>. Acesso em: 5 dez. 2022.

BAHIA. SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Perfil dos territórios de identidade da Bahia**. Salvador: SEI, 2015. Disponível em: <https://www.sei.ba.gov.br>. Acesso em: 5 dez. 2022.

BAHIA. **Lei nº 13.572, de 30 de agosto de 2016**. Dispõe sobre a Política Estadual de Convivência com o Semiárido. Diário Oficial do Estado da Bahia. Poder Executivo, Salvador, 2016.

BATISTA, M. A. N. **Estudo de caso**: Jiquiriçá – gestão participativa dos recursos hídricos da bacia do Rio Jiquiriçá. Rio de Janeiro: IBAM/CAIXA, 2003. 83p.

BLAIN, G. C.; ROLIM, G. S.; BRUNINI, O. Dimes: software para cálculos e interpretação do Índice Padronizado de Precipitação (SPI) em um visual basic for application em ambiente MS - Excel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 2005, Londrina. **Anais ...** Londrina: SBI-AGRO, 2005.

BONILHA, M. C.; SACHUK, M. I. Identidade e tecnologia social: um estudo junto às artesãs da Vila Rural Esperança. **Revista Caderno EBAPE**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 412- 437, 2011.

BRASIL. SECOM. SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO DE GOVERNO E GESTÃO ESTRATÉGICA DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Mudança de clima**: negociações internacionais sobre a mudança de clima; vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança de clima. Brasília: Cadernos NAE, 2005. 250p.

BRASIL. MIN. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Resolução nº 107, de 27 de julho de 2017**. Brasília, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br>. Acesso em: 20 nov. 2022.

BRASIL. MMA. MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca PAN-BRASIL**. Brasília, 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br>. Acesso em: 11 jul. 2022.

CAMARGO, A. P. *et al.* **Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria da Agricultura de São Paulo, 1974.169p.

CAMPOS, J. N. B. Secas e políticas públicas no Semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 65-88, 2014.

CARMO, M. V. N. S. **Análise e previsão estatística do índice de precipitação padronizada (SPI) para o nordeste do Brasil**. 2018. 111 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

CATHARIN, K.; SACHUK, M. I. O significado do trabalho para as agricultoras familiares inseridas no programa avicultura coloniais no estado do Rio Grande do Sul. **Qualitas Revista Eletrônica**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 1-15, 2012.

CHACON, S. S.; BURSZTYN, M. Análise das políticas públicas para o sertão semi-árido: promoção do desenvolvimento sustentável ou fortalecimento da pobreza? In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: ECO-ECO, 2005.

CHAVES, J. L.; LIMA, J. R. O. Desenvolvimento local endógeno a partir da utilização de espécies da caatinga com potencial agroindustrial: as tecnologias sociais como ferramentas articuladoras. **Revista Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 32, p. 775-794, 2022.

CHEN, M. *et al.* Assessing objective techniques for gauge-based analyses of global daily precipitation. **Journal of Geophysical Research**, v. 113, p. 1-13, 2008.

CHIODI, R. E. *et al.* A. Água, agricultura e políticas públicas: um estudo sobre agricultores familiares irrigantes do Norte de Minas. **Revista Econômicas do Nordeste**, v. 46, n. 4, p. 76-96, 2015.

COELHO, E. F. *et al.* Sistemas de irrigação de baixo custo para agricultura familiar de assentamentos ribeirinhos do semiárido. In: GHEYI, H. R. *et al.* (Orgs.). **Recursos hídricos em regiões semiáridas**: estudos e aplicações. Cruz das Almas: UFRB, 2012. p. 100-115.

CORREIA, R. C. *et al.* A região semiárida brasileira. In: VOLTOLINI, T. V. (Org). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 21-48.

COSTA FILHO, J. **Efeitos da instabilidade pluviométrica sobre a previsão da produção delavouras de sequeiro em ASD no semiárido do estado do Ceará**: casos de Irauçuba e Tauá. 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

COSTA, J. S. *et al.* Inovação social, prazer e sofrimento no trabalho: o caso do projeto mandalla no Ceará. **Revista de Administração Pública e Gestão Social**, v. 6, n. 1, p. 11-18, 2014.

CURTIS, S. The El Niño–Southern oscillation and global Precipitation. **Geography Compass**, v. 2, n. 3, p. 600-619, 2008.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Arid zone forestry: a guide for field technicians**. 20 ed. Roma: FAO, 1989. 150p.

FERNANDES, N. B.; MOREAU, M. S.; COSTA, L. M. Capacidade de uso das terras na bacia hidrográfica do Jiquiriçá, recôncavo sul da Bahia. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 11, n. 34, p. 105-122, 2009.

FREITAS, R. E. O Pronaf no Semiárido: diagnósticos do programa e observações para o futuro. In: MATA, D.; FREITAS, R. E.; RESENDE, G. M. (Orgs.). **Avaliação de políticas públicas no Brasil: uma análise do Semiárido**. Brasília: IPEA, 2019. p. 251-266.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. 32. ed. São Paulo: Editora Nacional, 2005. 1980p.

GLAHN, H. R. *et al.* **Objective map analysis for the local AFOS MOS Program**. NOAA, U.S. Department of Commerce, 1985. 34p.

HAILE, G. G. *et al.* Long-term spatiotemporal variation of drought patterns over the Greater Horn of Africa. **Science of the Total Environment**, v. 704, p. 1-13, 2020.

HAILE, G. G. *et al.* Droughts in East Africa: causes, impacts and resilience. **Earth-Science Reviews**, v. 193, p. 146-161, 2019.

HASTENRATH, S. Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: a review. **Climatic Change**, v. 112, n. 2, p. 243-251, 2011.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in northeast Brazil. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 3, p. 77-92, 1977.

HASTENRATH, S.; WU, M. C.; CHU, P. S. Towards the monitoring and prediction of north-east Brazil droughts. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 110, p. 411-425, 1984.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Tecnologia social no Brasil: direito à ciência e ciência para cidadania**. São Paulo: Caderno de Debate, 2004, 37p.

KAYANO, M. T. *et al.* El Niño e La Niña dos últimos 30 anos: diferentes tipos. **Climanálise**, p. 47-12, 2016.

KEYANTASH, J.; DRACUP, J. A. The quantification of drought: an evaluation of drought indexes. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 83, p. 1167-1180, 2002.

LASSANCE, J. R. A. E. *et al.* (Orgs.). **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. 82p.

LIMA, J. R.; MAGALHÃES, A. R. Secas no Nordeste: registros históricos das catástrofes econômicas e humanas do século 16 ao século 21. **Revista Parcerias Estratégicas**, v. 23, n. 46, p. 191-212, 2018.

MAGALHÃES, A. R. Drought and Policy Responses in the Brazilian Northeast. In: WILHITE, D. A. (Org.). **Drought assessment, management, and planning: theory and case studies**. Kluwer Academic Publishers, 1993. p. 181-198.

MALVEZZI, R. **Semi-árido uma visão holística**. Brasília: Confea, 2007. 140p.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Revista Parcerias Estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2008.

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, p. 1973-1985, 2018.

MARENGO, J. A. *et al.* Assessing drought in the drylands of Northeast Brazil under regional warming exceeding 4 °C. **Nat. Hazards**, v. 103, n. 1, p. 2589-261, 2020.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climanalise**, v. 4, n. 1, p. 49-54, 2016.

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, p. 1189-1200, 2017.

MARENGO, J. A. *et al.* Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, S. S. *et al.* (Orgs.). **Recursos hídricos e regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: INSA, 2011. p. 383-416.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. **Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology**, v. 17, n. 22, p. 179-183, 1993.

MISHRA, A. K.; SINGH, V. P. A review of drought concepts. **Journal of Hydrology**, v. 39, p. 202-216, 2010.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. On the Dynamics of Droughts in Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation Model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 38, p. 2653-2675, 1981.

NÓBREGA, R. S.; FARIAS, R. F. L.; SANTOS, C. A. C. Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 2, p. 171-180, 2015.

NÓBREGA, R. S.; SOUZA, E. P.; SOUZA, F. A. S. The impacts of changes in land cover on water resources in the western Amazon. **Journal of Environmental Hydrology**, v. 18, p. 1-12, 2010.

PRADO JUNIOR, C. **História econômica do Brasil**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1976. 365p.

RAO, V. B.; LIMA, M. C.; FRANCHITO, S. H. Seasonal and Interannual Variations of Rainfall over Eastern Northeast Brazil. **Journal of Climate**, v. 6, n. 9, p. 1754-1763, 1993.

RODRIGUES, I.; BARBIERI, J. C. A. Emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração Pública**, v. 42, n. 6, p. 10-94, 2008.

SANTANA, A. S.; SANTOS, G. R. Impactos da seca de 2012-2017 na região Semiárida do Nordeste: notas sobre a abordagem de dados quantitativos e conclusões qualitativas. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental/IPEA**. p. 119-129, 2020.

SANTANA, V. L.; RAHAL, L. S. Tecnologias sociais como impulso para o acesso à água e ao desenvolvimento sustentável no meio rural brasileiro: a experiência do programa cisternas. In: GRAMKOW, C. (Org.). **Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável: estudos de casos de grande impulso (Big Push) para a sustentabilidade no Brasil**. Brasília: CEPAL, 2020. p. 155-169.

SANTIAGO, F. S. *et al.* Variabilidade Pluviométrica em Agricultura de Sequeiro no Sertão do Pajeú-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013.

SANTOS, A. S. **Vulnerabilidades Socioambientais Diante das Mudanças Climáticas Projetadas para o Semiárido da Bahia**. 2008. 153 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SANTOS, C. B. **Avaliação hidrogeologia do alto da Bacia do Rio Jiquiriçá – BA**. 2010. 234 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

SANTOS, M. I. C. **Conflitos socioambientais no acesso à água para consumo humano e para produção em assentamento de reforma agrária no semiárido**. 2016. 160 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, R. M. A. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semi-árido. **Sociedade e Estado**, v. 18, p. 361-385, 2003.

SILVA, V. B. S. *et al.* An Improved Gridded Historical Daily Precipitation Analysis for Brazil. **Journal of Hydrometeorology**, v. 8, n. 4, p. 847-86, 2007.

SORATTO, R. P. *et al.* Resposta do feijoeiro ao prepare do solo, manejo de água e parcelamento do nitrogênio. **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 1, p. 89-96, 2003.

SUN, F. *et al.* Projecting meteorological, hydrological and agricultural droughts for the Yangtze River basin. **Science of the Total Environment**, v. 696, p. 1-15, 2019.

VENTURA, A.; FERNANDEZ, L, F.; ANDRADE, C. Tecnologias sociais: as organizações não governamentais no enfretamento das mudanças climáticas e na promoção de humano. **Caderno EBAPE**, Rio de Janeiro, v. 10, n.3, p. 605-623, 2012.

WILHITE, D. A.; BUCHANAN-SMITH, M. Drought as Hazard: Understanding the Natural and Social Context. In: WILHITE, D. A. (Org.). **Drought and Water Crises Science, Technology, and Management Issues**. Nova York: Taylor & Francis Group, 2005. p. 3-389.

WILHITE, D. A.; GLANTZ, M. H. Understanding the drought phenomenon: the role definitions. In: WILHITE, D.; EASTERLING, W.; WOOD, D. A.; RASMUSSEN, E. C. (Orgs.). **Planning for drought: toward a reduction of societal vulnerability**. New York: Taylor & Francis Group, 1987. p. 11-14.

Recebido: 15.02.2023

Aceito: 25.05.2023