REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

O FENÔMENO EL NIÑO E O AGRAVAMENTO DAS SECAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: IMPACTOS SOBRE A DESERTIFICAÇÃO, A SEGURANÇA HÍDRICA, A PRODUÇÃO AGRÍCOLA E A VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA DAS POPULAÇÕES

THE EL NIÑO PHENOMENON AND THE AGGRAVATION OF DROUGHTS IN THE NORTHEASTERN SEMIARID: IMPACTS ON DESERTIFICATION, WATER SECURITY, AGRICULTURAL PRODUCTION AND SOCIOECONOMIC VULNERABILITY OF POPULATIONS

Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas • 10/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/794129410

Laurise Silva Gomes Coutinho

Gilverson de Morais Cordeiro[1]

Francisco Gustavo Severino de Sousa[2]

André Luiz Ferreira da Silva[3]

Pericles Souza de Carvalho[4]

Fábio Welligton Andrade de Jesus[5]

Mayana Silva Bessa Leite[6]

Maico Danúbio Duarte Abreu[6]

RESUMO

O fenômeno El Niño e sua relação com as secas no Semiárido Nordestino constituem uma questão relevante para a compreensão dos desafios ambientais, econômicos e sociais enfrentados pela região. O estudo analisa como a variabilidade climática associada ao El Niño pode intensificar períodos de escassez hídrica e ampliar vulnerabilidades relacionadas à degradação ambiental, à produção agrícola e às condições de vida das populações. Trata-se de uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa e caráter descritivo, fundamentada em estudos científicos e documentos institucionais sobre climatologia, desertificação, recursos hídricos e desenvolvimento regional. A literatura indica que determinados episódios de El Niño podem favorecer a redução das precipitações em áreas do Nordeste, embora seus efeitos dependam da interação com outros fatores climáticos. A irregularidade das chuvas, associada ao uso inadequado do solo, à pressão sobre os recursos naturais e às desigualdades socioeconômicas, pode agravar processos de degradação ambiental, comprometer a disponibilidade de água e reduzir a produtividade agrícola, especialmente entre pequenos produtores rurais. Conclui-se que o enfrentamento dessas vulnerabilidades exige políticas integradas de gestão hídrica, conservação ambiental, fortalecimento da agricultura familiar e adaptação às condições climáticas do Semiárido.

Palavras-chave: El Niño; Semiárido Nordestino; Desertificação; Segurança hídrica; Vulnerabilidade socioeconômica.

ABSTRACT

The El Niño phenomenon and its relationship with droughts in the Brazilian Northeast's semiarid region constitute an important issue for understanding the environmental, economic, and social challenges faced by the region. This study analyzes how climate

variability associated with El Niño may intensify periods of water scarcity and increase vulnerabilities related to environmental degradation, agricultural production, and living conditions. It consists of a qualitative and descriptive literature review based on scientific studies and institutional documents addressing climatology, desertification, water resources, and regional development. The literature indicates that certain El Niño events may contribute to reduced rainfall in parts of northeastern Brazil, although their effects depend on interactions with other climatic factors. Irregular rainfall, combined with inappropriate land use, pressure on natural resources, and socioeconomic inequalities, may aggravate environmental degradation, compromise water availability, and reduce agricultural productivity, particularly among small-scale rural farmers. The study concludes that addressing these vulnerabilities requires integrated policies for water resource management, environmental conservation, strengthening family farming, and adaptation to the climatic conditions of the semiarid region.
Keywords: El Niño; Brazilian Northeast semiarid region; Desertification; Water security; Socioeconomic vulnerability.

1. INTRODUÇÃO

O Semiárido Nordestino apresenta características climáticas marcadas pela irregularidade das precipitações, pela elevada variabilidade interanual das chuvas e pela ocorrência recorrente de períodos de estiagem. Essas condições exercem influência sobre a disponibilidade de recursos hídricos, a produção agropecuária e as atividades econômicas desenvolvidas na região. Entretanto, os efeitos das secas não podem ser compreendidos exclusivamente como consequências das condições naturais, pois também estão

relacionados às formas de ocupação do território, à distribuição dos recursos e às desigualdades socioeconômicas historicamente presentes no Nordeste brasileiro. Nesse contexto, o fenômeno El Niño constitui um importante elemento para a compreensão da variabilidade climática regional, especialmente por sua capacidade de modificar padrões de circulação atmosférica e influenciar a distribuição das chuvas.

O El Niño corresponde à fase quente do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), caracterizada pelo aquecimento anômalo das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial, associado a alterações na circulação atmosférica tropical. Essas modificações podem produzir efeitos climáticos em diferentes regiões do planeta, incluindo mudanças nos regimes de precipitação. No Nordeste brasileiro, determinados episódios de El Niño estão associados à redução das chuvas, sobretudo em áreas do setor norte da região. Contudo, essa relação não ocorre de maneira uniforme, pois a intensidade das anomalias pluviométricas também depende de outros mecanismos atmosféricos e oceânicos.

Moura e Shukla (1981), em estudo sobre a dinâmica das secas nordestinas, demonstraram a importância das anomalias de temperatura da superfície do Oceano Atlântico Tropical na organização da circulação atmosférica responsável pela ocorrência de períodos de estiagem. Os autores identificaram mecanismos associados às diferenças de temperatura entre as porções norte e sul do Atlântico, evidenciando que a variabilidade das chuvas no Nordeste não pode ser explicada apenas pelas condições do Pacífico Equatorial. Essa contribuição representa um marco para a compreensão científica das secas regionais, ao destacar a interação entre diferentes sistemas climáticos.

Posteriormente, Nobre e Shukla (1996) aprofundaram essa discussão ao investigar as relações entre temperatura da superfície do mar, circulação atmosférica e precipitação sobre o Atlântico Tropical e a América do Sul. Os pesquisadores demonstraram que as anomalias oceânicas influenciam o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sistema atmosférico fundamental para a distribuição das chuvas em parte do Nordeste. O deslocamento dessa zona de convergência pode favorecer ou dificultar a ocorrência de precipitações, contribuindo para explicar diferenças entre períodos chuvosos e secos.

A influência do El Niño sobre o Semiárido Nordestino deve, portanto, ser analisada em conjunto com as condições do Atlântico Tropical e com os mecanismos responsáveis pela circulação atmosférica regional. Embora determinados episódios estejam associados à ocorrência de secas, não se pode afirmar que todos os eventos de El Niño produzam estiagens de igual intensidade ou que todas as secas nordestinas sejam provocadas por esse fenômeno. Essa distinção é importante para evitar interpretações simplificadas de processos climáticos complexos.

Marengo, Torres e Alves (2017) destacam que as secas constituem fenômenos recorrentes no Nordeste brasileiro, com repercussões significativas sobre a economia regional, a agricultura e as condições de vida da população. Os autores ressaltam que a intensidade dos impactos depende não apenas das condições meteorológicas, mas também da capacidade de adaptação das comunidades e da disponibilidade de infraestrutura para enfrentar períodos prolongados de escassez hídrica. Dessa forma, a ocorrência de chuvas abaixo da média não determina, isoladamente, a dimensão dos prejuízos sociais e econômicos.

A relação entre seca e desertificação representa outra dimensão relevante dessa problemática. A desertificação corresponde ao processo de degradação das terras em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante da interação entre variações climáticas e atividades humanas. Esse processo pode envolver a redução da cobertura vegetal, a erosão, a perda de fertilidade dos solos e o comprometimento de sua capacidade produtiva. Diferentemente da seca, que corresponde a uma condição climática de duração variável, a desertificação está relacionada a transformações ambientais que podem persistir mesmo após a normalização das precipitações.

No Semiárido Nordestino, a vulnerabilidade dos ecossistemas à degradação ambiental exige atenção às formas de utilização dos recursos naturais. A retirada inadequada da vegetação, o manejo insustentável do solo, o sobrepastoreio e determinadas práticas agrícolas podem contribuir para a intensificação de processos erosivos e para a redução da capacidade produtiva das terras. Quando essas pressões ocorrem em períodos de estiagem prolongada, os impactos ambientais podem tornar-se mais severos, especialmente em áreas que já apresentam sinais de degradação.

Entretanto, é necessário reconhecer que a ocorrência de secas não implica, obrigatoriamente, desertificação. A relação entre esses processos depende das características ambientais, da intensidade das pressões humanas e das condições de conservação dos ecossistemas. A compreensão dessa diferença permite examinar de maneira mais precisa os possíveis efeitos da variabilidade climática sobre os territórios semiáridos.

A segurança hídrica também ocupa posição central nessa discussão, considerando que a disponibilidade de água influencia diretamente o abastecimento humano, a produção de alimentos, a criação de animais e o funcionamento das atividades econômicas. A irregularidade das precipitações, associada às elevadas taxas de evaporação e às limitações de armazenamento e distribuição, pode comprometer o acesso à água em determinadas localidades. Em situações de estiagem prolongada, a redução dos volumes armazenados em reservatórios e a diminuição da disponibilidade de fontes superficiais podem ampliar as dificuldades enfrentadas pelas comunidades rurais e urbanas.

Marengo et al. (2018), ao analisarem as características climáticas da seca registrada entre 2010 e 2016 no Semiárido Nordestino, evidenciaram a gravidade desse episódio e suas repercussões regionais. Os pesquisadores observaram que a ocorrência de períodos prolongados com precipitações inferiores à média esteve relacionada a importantes dificuldades para a economia e para a sociedade. O estudo também destacou que, embora o El Niño esteja associado a alguns episódios de seca, outros apresentam maior dependência das condições térmicas do Atlântico Tropical.

Essas constatações reforçam a necessidade de compreender a segurança hídrica como uma questão que ultrapassa a disponibilidade natural de chuvas. A existência de infraestrutura de armazenamento, sistemas de distribuição, políticas de abastecimento e estratégias de gestão dos recursos hídricos influencia a capacidade das populações de enfrentar períodos de escassez. Assim, territórios submetidos a condições climáticas semelhantes podem apresentar níveis distintos de vulnerabilidade,

dependendo de suas características socioeconômicas e institucionais.

A produção agrícola constitui uma das atividades mais sensíveis à irregularidade das precipitações, especialmente nos sistemas produtivos dependentes diretamente das chuvas. No Semiárido Nordestino, parte expressiva das atividades agrícolas familiares apresenta elevada dependência das condições climáticas, tornando-se vulnerável à ocorrência de estiagens durante períodos importantes do ciclo produtivo. A redução das chuvas pode comprometer a germinação, o crescimento das culturas e a disponibilidade de água para os animais, provocando perdas econômicas e dificuldades para a manutenção das atividades rurais.

Marengo, Torres e Alves (2017) destacam que os episódios severos de seca podem comprometer áreas cultivadas, reduzir a disponibilidade de alimentos para os rebanhos e ampliar as dificuldades econômicas das populações rurais. Essas repercussões demonstram que a vulnerabilidade agrícola está relacionada tanto à intensidade dos eventos climáticos quanto às condições de produção, ao acesso a tecnologias e à capacidade de adaptação dos agricultores.

A dependência de atividades produtivas sensíveis ao clima pode contribuir para ampliar a instabilidade econômica das famílias, sobretudo quando existem dificuldades de acesso ao crédito, à assistência técnica, aos sistemas de irrigação e às políticas de proteção social. Nessas circunstâncias, a redução da produção agrícola pode repercutir sobre a renda familiar, a segurança alimentar e a permanência das populações no meio rural.

A vulnerabilidade socioeconômica constitui, portanto, uma dimensão indispensável à compreensão dos impactos das secas. Embora os eventos climáticos atinjam extensas áreas territoriais, suas consequências não são distribuídas de maneira igualitária. Famílias com menor renda, infraestrutura limitada e elevada dependência dos recursos naturais podem enfrentar dificuldades mais intensas para manter suas atividades produtivas e garantir condições adequadas de abastecimento.

Essa desigualdade evidencia que os efeitos das secas resultam da interação entre ameaças climáticas e condições sociais preexistentes. A ausência de infraestrutura hídrica, as dificuldades de acesso a serviços públicos e a limitada diversificação das atividades econômicas podem ampliar os prejuízos associados à escassez de chuvas. Por outro lado, investimentos em tecnologias de convivência com o Semiárido, conservação ambiental e fortalecimento da agricultura familiar podem contribuir para reduzir vulnerabilidades.

A discussão torna-se ainda mais relevante diante das preocupações relacionadas às mudanças climáticas. Marengo, Torres e Alves (2017) apontam que projeções climáticas para o Nordeste indicam riscos associados ao aumento das temperaturas e às alterações nos padrões de precipitação. Esses cenários reforçam a importância de desenvolver estratégias de adaptação que considerem tanto a variabilidade natural do clima quanto as transformações ambientais de longo prazo.

Entretanto, é necessário distinguir a variabilidade climática associada ao El Niño das mudanças climáticas de origem predominantemente antrópica. O ENOS constitui um fenômeno natural de variabilidade interanual, enquanto o aquecimento global

envolve alterações persistentes no sistema climático. A interação entre esses processos pode influenciar a intensidade dos impactos ambientais, mas não autoriza atribuir automaticamente cada episódio de seca a uma única causa.

Diante dessas considerações, a presente pesquisa delimita-se à análise das relações entre o fenômeno El Niño, a variabilidade das precipitações e o agravamento das condições de seca no Semiárido Nordestino, considerando suas possíveis repercussões sobre a desertificação, a segurança hídrica, a produção agrícola e a vulnerabilidade socioeconômica das populações. O estudo não pretende estabelecer uma relação causal exclusiva entre o El Niño e os problemas ambientais e sociais da região, mas compreender como esse fenômeno interage com outros fatores climáticos, ambientais e socioeconômicos.

A problemática que orienta a investigação pode ser expressa pela seguinte questão: de que maneira a variabilidade climática associada ao fenômeno El Niño pode contribuir para o agravamento das secas no Semiárido Nordestino e ampliar os desafios relacionados à degradação ambiental, à segurança hídrica, à produção agrícola e às condições socioeconômicas das populações?

A relevância da pesquisa está relacionada à necessidade de compreender os impactos das secas a partir de uma perspectiva integrada, que considere as características climáticas da região e as condições sociais que influenciam a capacidade de enfrentamento desses eventos. A análise conjunta dos fatores ambientais e socioeconômicos permite superar interpretações que apresentam a seca como uma condição exclusivamente natural, desconsiderando

a importância das políticas públicas e das estratégias de desenvolvimento regional.

Do ponto de vista científico, o estudo justifica-se pela importância de reunir contribuições da climatologia, da geografia ambiental e das discussões sobre desenvolvimento socioeconômico. A articulação desses campos possibilita compreender que a redução das precipitações pode desencadear consequências distintas conforme as condições de conservação dos recursos naturais, a estrutura produtiva e a disponibilidade de infraestrutura hídrica.

A justificativa social fundamenta-se na necessidade de ampliar o debate sobre as condições de vida das populações do Semiárido, especialmente daquelas que dependem diretamente da agricultura e dos recursos naturais. A compreensão dos fatores que intensificam a vulnerabilidade pode contribuir para discussões sobre políticas de abastecimento, conservação ambiental, assistência técnica e fortalecimento das atividades produtivas adaptadas às características regionais.

O objetivo geral deste estudo consiste em analisar a influência da variabilidade climática associada ao fenômeno El Niño sobre a ocorrência e a intensidade das secas no Semiárido Nordestino, discutindo suas possíveis repercussões nos processos de desertificação, na segurança hídrica, na produção agrícola e na vulnerabilidade socioeconômica das populações.

Especificamente, pretende-se compreender os mecanismos climáticos relacionados ao El Niño e sua interação com a dinâmica atmosférica do Nordeste; examinar as relações entre períodos de estiagem e processos de degradação ambiental; discutir os efeitos

da irregularidade das precipitações sobre a disponibilidade de recursos hídricos; identificar os principais desafios enfrentados pela produção agrícola, especialmente pela agricultura familiar; analisar os fatores socioeconômicos que ampliam a vulnerabilidade das populações; e refletir sobre a importância das políticas públicas e das estratégias de adaptação às condições climáticas do Semiárido.

Para alcançar esses objetivos, propõe-se uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa e caráter descritivo, fundamentada em estudos científicos e documentos institucionais relacionados à climatologia, aos recursos hídricos, à desertificação e ao desenvolvimento regional. A análise buscará estabelecer relações entre os mecanismos climáticos associados às secas e as condições ambientais e sociais que influenciam seus impactos.

Assim, a investigação parte da compreensão de que o enfrentamento das secas no Semiárido Nordestino exige uma abordagem que ultrapasse a identificação dos fenômenos meteorológicos. O conhecimento sobre o El Niño e sobre os demais mecanismos de variabilidade climática constitui uma contribuição importante para o planejamento regional, mas precisa estar associado à conservação dos recursos naturais, à gestão sustentável da água e ao fortalecimento das condições socioeconômicas das populações. Dessa forma, o estudo pretende contribuir para uma reflexão sobre a necessidade de estratégias integradas de adaptação e convivência com as características ambientais do Semiárido.

2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização da Pesquisa

O presente estudo será desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, caráter descritivo e finalidade exploratória, com o objetivo de compreender as relações entre o fenômeno El Niño, a ocorrência de secas no Semiárido Nordestino e suas possíveis repercussões ambientais, agrícolas e socioeconômicas. A escolha desse delineamento considera a necessidade de reunir e interpretar conhecimentos produzidos sobre a variabilidade climática regional, os processos de desertificação, a segurança hídrica e as condições de vulnerabilidade das populações.

A pesquisa bibliográfica permite examinar diferentes interpretações e resultados científicos relacionados a determinado problema, favorecendo a construção de uma análise fundamentada. Segundo Gil (2002), esse procedimento utiliza materiais previamente publicados, especialmente livros e artigos científicos, possibilitando ampliar a compreensão do fenômeno investigado. No presente trabalho, a revisão permitirá relacionar os mecanismos climáticos associados ao El Niño às características ambientais e sociais que influenciam os impactos das estiagens no Nordeste brasileiro.

A abordagem qualitativa será adotada por possibilitar a interpretação das relações entre fatores climáticos, ambientais e socioeconômicos, considerando a complexidade dos processos envolvidos. Minayo (2014) destaca que a pesquisa qualitativa busca compreender fenômenos a partir de seus significados, relações e contextos. Embora o estudo utilize informações provenientes de pesquisas climatológicas que apresentam dados quantitativos, sua finalidade será desenvolver uma síntese interpretativa da literatura, sem realizar modelagem climática ou produzir novas estimativas estatísticas.

O caráter descritivo permitirá identificar os principais mecanismos relacionados à irregularidade das precipitações e examinar suas possíveis repercussões sobre os recursos hídricos, os solos, a produção agrícola e as condições de vida das populações. A dimensão exploratória estará relacionada à articulação de diferentes campos do conhecimento, buscando compreender como a variabilidade climática interage com processos de degradação ambiental e vulnerabilidade social.

2.2. Delimitação da Área E do Objeto de Estudo

A investigação terá como referência espacial o Semiárido Nordestino, considerando suas características climáticas, ambientais e socioeconômicas. A região apresenta elevada variabilidade das precipitações, ocorrência recorrente de estiagens e diferentes condições de disponibilidade hídrica, aspectos que influenciam as atividades produtivas e as estratégias de convivência com o clima.

O objeto central da pesquisa será a relação entre a variabilidade climática associada ao fenômeno El Niño e o agravamento das condições de seca, considerando seus possíveis efeitos sobre quatro dimensões: desertificação, segurança hídrica, produção agrícola e vulnerabilidade socioeconômica.

A delimitação temática não pressupõe que o El Niño seja responsável por todos os episódios de seca registrados no Nordeste. Moura e Shukla (1981) demonstraram a importância das condições térmicas do Atlântico Tropical para a dinâmica das estiagens regionais, enquanto Nobre e Shukla (1996) identificaram relações entre a temperatura da superfície do mar, a circulação atmosférica e

a distribuição das chuvas. Dessa maneira, a análise considerará a atuação conjunta de diferentes mecanismos climáticos.

Também será estabelecida uma distinção entre seca e desertificação. A primeira corresponde a uma condição de deficiência de precipitações em determinado período, enquanto a segunda envolve processos persistentes de degradação das terras em regiões suscetíveis. Essa diferenciação será importante para evitar a atribuição direta de processos de degradação ambiental a episódios isolados de El Niño.

2.3. Fontes de Informação e Levantamento Bibliográfico

O levantamento bibliográfico será realizado mediante consulta a artigos científicos, livros acadêmicos, relatórios técnicos e documentos institucionais relacionados à climatologia, à desertificação, à gestão dos recursos hídricos e ao desenvolvimento socioeconômico do Semiárido.

Serão utilizadas as bases Scientific Electronic Library Online (SciELO), Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Scopus, conforme a disponibilidade de acesso. O Google Acadêmico será empregado como ferramenta complementar para localizar publicações relevantes e identificar estudos citados em trabalhos de referência.

Também serão consultados documentos disponibilizados por instituições públicas e organismos científicos, especialmente a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o Centro Nacional de Monitoramento e

Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

A busca será orientada por descritores relacionados ao problema investigado, incluindo El Niño, Oscilação Sul, secas no Nordeste, Semiárido brasileiro, desertificação, segurança hídrica, agricultura familiar, variabilidade climática e vulnerabilidade socioeconômica.

Também serão utilizados termos em inglês, como *El Niño-Southern Oscillation*, *Northeast Brazil drought*, *semiarid region*, *desertification*, *water security*, *agricultural production* e *socioeconomic vulnerability*.

As expressões serão combinadas por meio dos operadores booleanos AND e OR, respeitando as características de cada base de dados. Entre as estratégias previstas, destacam-se as associações entre El Niño e secas no Nordeste, variabilidade climática e desertificação, além de segurança hídrica e vulnerabilidade socioeconômica no Semiárido brasileiro.

O recorte temporal compreenderá preferencialmente publicações de 2010 a 2026, buscando contemplar discussões recentes sobre eventos climáticos extremos e seus impactos regionais. Entretanto, estudos anteriores poderão ser incorporados quando apresentarem contribuições fundamentais para a compreensão dos mecanismos climáticos investigados, como os trabalhos de Moura e Shukla (1981) e Nobre e Shukla (1996).

2.4. Critérios de Inclusão e Exclusão

A seleção das publicações será orientada pela pertinência temática, pela consistência científica e pela contribuição para os objetivos da pesquisa.

Serão incluídos estudos que abordem a influência do El Niño e de outros mecanismos de variabilidade climática sobre as precipitações no Nordeste brasileiro, bem como pesquisas relacionadas às consequências das secas para os recursos hídricos, a produção agropecuária, os processos de degradação ambiental e as condições socioeconômicas das populações.

Também serão considerados documentos institucionais que apresentem informações sobre monitoramento das secas, gestão hídrica, vulnerabilidade ambiental e estratégias de adaptação às condições climáticas do Semiárido.

Terão prioridade publicações que apresentem fundamentação metodológica clara e resultados compatíveis com o problema investigado. Estudos de outras regiões poderão ser utilizados para contextualização teórica, desde que suas conclusões não sejam automaticamente generalizadas para o Semiárido Nordestino.

Serão excluídos materiais duplicados, publicações sem identificação de autoria ou procedência, documentos sem relação direta com os objetivos do estudo e textos que não apresentem informações suficientes para análise.

A seleção também buscará distinguir pesquisas que investigam associações climáticas daquelas que examinam impactos socioeconômicos. Essa diferenciação permitirá evitar interpretações que atribuam exclusivamente ao El Niño consequências decorrentes de fatores ambientais, produtivos e institucionais.

2.5. Unidade de Análise, Amostra e Instrumentos de Pesquisa

Por se tratar de uma revisão bibliográfica, a investigação não envolverá aplicação de questionários, entrevistas ou coleta direta de informações com moradores, agricultores ou representantes institucionais.

A unidade de análise será constituída pelas publicações científicas e pelos documentos técnicos selecionados durante o levantamento bibliográfico. A amostra documental será não probabilística e intencional, formada pelos materiais que atenderem aos critérios de inclusão estabelecidos.

A quantidade final de publicações dependerá dos resultados das buscas e da aplicação dos critérios de seleção. Não será definido antecipadamente um número de estudos analisados, evitando apresentar informações que ainda não foram efetivamente obtidas.

Como instrumento de organização, será utilizada uma matriz de análise bibliográfica contendo autoria, ano de publicação, objetivo, área geográfica investigada, metodologia, principais resultados e contribuições para a pesquisa.

Também serão registrados os aspectos relacionados à influência do El Niño sobre as precipitações, às condições de disponibilidade hídrica, aos processos de degradação das terras, aos impactos agrícolas e aos fatores de vulnerabilidade socioeconômica.

Esse procedimento permitirá identificar aproximações e divergências entre as publicações, considerando as diferenças de escala espacial, período analisado e métodos empregados pelos pesquisadores.

2.6. Procedimentos de Coleta e Organização das Informações

A coleta das informações será desenvolvida mediante identificação, seleção e leitura crítica das publicações relacionadas ao tema.

Inicialmente, serão examinados os títulos, resumos e palavras-chave dos materiais localizados; As publicações consideradas pertinentes serão submetidas à leitura integral; buscando identificar seus objetivos; procedimentos metodológicos e principais contribuições.

Durante a análise, serão observadas as características dos eventos climáticos investigados, especialmente sua duração, intensidade e distribuição espacial. Também serão consideradas as condições ambientais e socioeconômicas associadas aos impactos registrados.

As informações serão organizadas de acordo com as quatro dimensões centrais da pesquisa: desertificação, segurança hídrica, produção agrícola e vulnerabilidade socioeconômica.

A interpretação dos estudos climatológicos considerará a necessidade de distinguir associações estatísticas, mecanismos físicos propostos e relações causais efetivamente demonstradas. Essa precaução será importante porque a ocorrência de secas no Nordeste depende da interação entre diferentes sistemas atmosféricos e oceânicos.

Marengo, Torres e Alves (2017) destacam a complexidade dos episódios de seca no Nordeste brasileiro, demonstrando que seus impactos envolvem tanto a variabilidade climática quanto as condições de vulnerabilidade regional. Essa compreensão orientará a análise integrada das publicações.

2.7. Procedimentos de Análise e Interpretação dos Dados

A análise será desenvolvida por meio de síntese temática e interpretação qualitativa das informações extraídas das publicações selecionadas.

O primeiro eixo abordará os mecanismos climáticos associados ao El Niño e sua influência sobre a variabilidade das precipitações no Nordeste, considerando também a atuação do Atlântico Tropical e de outros sistemas atmosféricos.

O segundo eixo examinará as relações entre estiagens prolongadas, degradação ambiental e desertificação, buscando compreender como as variações climáticas podem interagir com práticas inadequadas de utilização dos recursos naturais.

O terceiro eixo concentrará a discussão na segurança hídrica e na produção agrícola, considerando os efeitos da irregularidade das chuvas sobre o abastecimento, os reservatórios, a agricultura de sequeiro e as atividades pecuárias.

O quarto eixo analisará a vulnerabilidade socioeconômica das populações, especialmente as dificuldades enfrentadas por famílias com elevada dependência das atividades agrícolas e acesso limitado a recursos de adaptação.

A organização desses eixos permitirá estabelecer relações entre os diferentes aspectos investigados, evitando tratar os impactos ambientais e sociais das secas como fenômenos independentes.

Snyder (2019) destaca que a revisão bibliográfica deve ultrapassar a simples descrição das publicações, desenvolvendo uma análise crítica capaz de identificar convergências, divergências e lacunas no conhecimento existente. Dessa maneira, a investigação buscará

construir uma síntese interpretativa das contribuições científicas relacionadas ao tema.

A discussão também considerará as limitações dos estudos selecionados, especialmente diferenças entre períodos climáticos, métodos de análise e áreas geográficas investigadas.

2.8. Aspectos Éticos e Limitações da Pesquisa

A pesquisa utilizará exclusivamente informações provenientes de publicações científicas e documentos institucionais, sem participação direta de seres humanos ou coleta de dados pessoais.

Serão respeitados os princípios de integridade acadêmica, reconhecimento da autoria e fidelidade às informações consultadas. As contribuições dos pesquisadores serão identificadas por meio de citações conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Entre as limitações previstas, destaca-se a complexidade das relações entre o fenômeno El Niño e a ocorrência de secas no Nordeste. A influência desse fenômeno apresenta variações espaciais e temporais, sendo necessário considerar outros mecanismos climáticos para interpretar os episódios de estiagem.

Outra limitação refere-se à diversidade das condições socioeconômicas existentes no Semiárido Nordestino. As repercussões das secas podem variar conforme a infraestrutura hídrica, as atividades produtivas, a disponibilidade de recursos e a capacidade de adaptação das populações.

Também se reconhece que a revisão bibliográfica não permitirá produzir novas estimativas sobre perdas agrícolas, disponibilidade de água ou extensão das áreas em processo de desertificação. As interpretações dependerão das informações apresentadas pelas publicações selecionadas.

Apesar dessas limitações, a metodologia proposta permitirá reunir conhecimentos relevantes sobre a variabilidade climática e suas relações com os desafios ambientais e socioeconômicos do Semiárido.

Assim, a pesquisa buscará contribuir para uma compreensão integrada das secas nordestinas, considerando que seus impactos resultam da interação entre processos climáticos, condições ambientais e fatores sociais. Essa abordagem poderá oferecer subsídios teóricos para discussões sobre segurança hídrica, conservação dos recursos naturais, fortalecimento da agricultura familiar e estratégias de adaptação às condições climáticas regionais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. O Fenômeno El Niño e a Variabilidade das Precipitações no Semiárido Nordestino

A literatura científica demonstra que a ocorrência de secas no Semiárido Nordestino está relacionada à interação entre diferentes mecanismos de variabilidade climática, especialmente aqueles associados às temperaturas da superfície dos oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical. Nesse contexto, o fenômeno El Niño representa um importante fator de influência sobre a circulação atmosférica, embora seus efeitos sobre as precipitações regionais

não sejam uniformes nem suficientes para explicar todos os episódios de estiagem.

Moura e Shukla (1981) identificaram a importância das anomalias térmicas do Atlântico Tropical para a dinâmica das secas no Nordeste brasileiro. Os autores demonstraram que as diferenças de temperatura entre as porções norte e sul desse oceano podem modificar a circulação atmosférica e influenciar a distribuição das chuvas. Essa contribuição evidencia que a ocorrência de períodos secos depende de mecanismos climáticos que ultrapassam as alterações registradas no Pacífico Equatorial.

Nobre e Shukla (1996) também destacaram a relação entre a temperatura da superfície do mar, os padrões de circulação atmosférica e a precipitação sobre a América do Sul. Os resultados apresentados pelos pesquisadores reforçam a importância do Atlântico Tropical para o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sistema responsável por parcela significativa das chuvas em áreas do norte do Nordeste brasileiro.

A análise conjunta desses estudos indica que determinados episódios de El Niño podem contribuir para condições desfavoráveis à ocorrência de chuvas, especialmente quando associados a configurações atmosféricas e oceânicas que dificultam a formação de precipitações. Entretanto, a intensidade das estiagens depende da combinação entre diferentes fatores climáticos, tornando inadequada a interpretação de que todo evento de El Niño provoca necessariamente uma seca severa no Semiárido.

Marengo, Torres e Alves (2017) destacam que o Nordeste brasileiro apresenta um histórico de secas recorrentes, cujas características

variam conforme a duração, a intensidade e a distribuição espacial das anomalias de precipitação. Os autores ressaltam que a compreensão desses eventos exige considerar tanto os mecanismos climáticos quanto as condições de vulnerabilidade das populações.

Dessa maneira, os estudos analisados permitem compreender o El Niño como um componente relevante da variabilidade climática regional, mas não como uma causa exclusiva das secas nordestinas. Essa distinção possui implicações para o monitoramento climático, pois a previsão de condições de estiagem depende da observação conjunta de diferentes indicadores oceânicos e atmosféricos.

3.2. A Intensificação das Secas e os Processos de Desertificação

A relação entre períodos prolongados de estiagem e processos de desertificação constitui uma das principais preocupações ambientais no Semiárido Nordestino. Entretanto, a literatura exige distinguir a ocorrência de secas, caracterizadas pela deficiência temporária de precipitações, dos processos de desertificação, relacionados à degradação persistente das terras em regiões suscetíveis.

As secas podem aumentar a pressão sobre os recursos naturais, especialmente quando a redução das chuvas ocorre em áreas submetidas a práticas inadequadas de utilização do solo. A diminuição da disponibilidade de água, associada à retirada da cobertura vegetal e ao manejo insustentável das atividades produtivas, pode contribuir para o agravamento da erosão, a perda de fertilidade e a redução da capacidade de recuperação dos ecossistemas.

Contudo, não é possível atribuir diretamente ao El Niño a ocorrência de desertificação. O fenômeno climático pode favorecer condições de estiagem em determinados períodos, enquanto a degradação das terras depende da interação entre características ambientais, formas de ocupação e atividades humanas.

Essa diferenciação é importante porque a desertificação envolve transformações que podem persistir após o retorno das chuvas. Em áreas onde a vegetação e o solo apresentam condições adequadas de conservação, a ocorrência de uma estiagem não implica necessariamente perda permanente da capacidade produtiva. Por outro lado, territórios submetidos a pressões ambientais contínuas podem apresentar maior dificuldade de recuperação.

A discussão evidencia que a prevenção da desertificação exige medidas que ultrapassem o acompanhamento das condições meteorológicas. A conservação da vegetação nativa, o manejo adequado dos solos, a recuperação de áreas degradadas e a utilização sustentável dos recursos naturais constituem estratégias relevantes para reduzir a vulnerabilidade ambiental.

No Semiárido Nordestino, essas medidas precisam considerar as particularidades dos ecossistemas e das atividades econômicas desenvolvidas pelas populações. A adoção de práticas produtivas adaptadas às condições climáticas regionais pode contribuir para a conservação ambiental e para a manutenção da capacidade produtiva das terras.

Assim, a principal interpretação decorrente da literatura é que a variabilidade climática pode intensificar pressões ambientais existentes, mas os processos de desertificação não devem ser

explicados exclusivamente pela ocorrência de secas ou por episódios de El Niño.

3.3. Os Impactos das Secas Sobre a Segurança Hídrica

A segurança hídrica representa uma dimensão central para compreender os impactos das secas no Semiárido Nordestino. A irregularidade das precipitações influencia a disponibilidade de água para o abastecimento humano, a produção agrícola, a criação de animais e outras atividades econômicas, tornando a gestão dos recursos hídricos um elemento fundamental para a redução das vulnerabilidades regionais.

Marengo et al. (2018), ao analisarem a seca ocorrida entre 2010 e 2016, destacaram a gravidade das condições climáticas registradas no Semiárido Nordestino. O estudo demonstrou que esse período foi caracterizado por importantes anomalias negativas de precipitação, evidenciando a intensidade e a persistência das condições de estiagem.

A redução prolongada das chuvas pode comprometer a recarga de reservatórios, diminuir a disponibilidade de fontes superficiais e ampliar a dependência de sistemas de armazenamento e distribuição. Essas consequências tornam-se especialmente relevantes em localidades cuja infraestrutura hídrica apresenta limitações ou nas quais a população depende diretamente de fontes vulneráveis à irregularidade climática.

Entretanto, a disponibilidade de água não depende exclusivamente da quantidade de precipitação. A capacidade de armazenamento, a eficiência dos sistemas de distribuição, a conservação das bacias

hidrográficas e as políticas de gestão também influenciam as condições de abastecimento.

Essa constatação permite compreender que a seca meteorológica não produz necessariamente os mesmos níveis de escassez hídrica em todos os territórios. Municípios e comunidades submetidos a condições climáticas semelhantes podem apresentar situações distintas conforme a infraestrutura disponível e a capacidade de planejamento.

Outro aspecto relevante refere-se à competição entre diferentes usos da água durante períodos de estiagem. A necessidade de garantir o abastecimento humano pode exigir restrições ou adaptações em atividades agrícolas e produtivas, especialmente quando os volumes armazenados se tornam insuficientes para atender à demanda.

Nesse contexto, a segurança hídrica precisa ser compreendida como uma questão ambiental, econômica e social. A ampliação da capacidade de armazenamento, a proteção das fontes de abastecimento e o desenvolvimento de estratégias de uso eficiente da água podem contribuir para reduzir os impactos das secas.

A literatura analisada reforça, portanto, a importância de políticas públicas que considerem a recorrência das estiagens como uma característica climática regional. O planejamento hídrico deve priorizar medidas preventivas e estratégias de adaptação, evitando depender exclusivamente de ações emergenciais durante os períodos mais críticos.

3.4. Repercussões Sobre a Produção Agrícola e a Agricultura Familiar

A produção agrícola constitui uma das atividades econômicas mais diretamente afetadas pela irregularidade das precipitações no Semiárido Nordestino. A dependência das chuvas para o desenvolvimento das culturas, especialmente em sistemas agrícolas de sequeiro, amplia a exposição dos produtores às variações climáticas e aos períodos prolongados de estiagem.

Marengo, Torres e Alves (2017) destacam que as secas nordestinas apresentam repercussões importantes sobre a agricultura, a pecuária e as condições socioeconômicas das populações. Os autores demonstram que os impactos desses eventos ultrapassam a dimensão meteorológica, alcançando atividades produtivas fundamentais para a economia regional.

A redução das precipitações pode comprometer diferentes etapas do ciclo agrícola, desde a germinação até o desenvolvimento e a colheita. Quando a estiagem coincide com períodos de maior necessidade hídrica das culturas, podem ocorrer perdas de produtividade e dificuldades para a continuidade das atividades produtivas.

A agricultura familiar apresenta particularidades que precisam ser consideradas nessa análise. Em determinadas localidades, os pequenos produtores dependem de recursos financeiros limitados, apresentam dificuldades de acesso a tecnologias de irrigação e possuem menor capacidade de absorver prejuízos decorrentes de safras comprometidas.

Entretanto, a vulnerabilidade não é uniforme entre os agricultores familiares. As condições de acesso à terra, à assistência técnica, ao crédito, às tecnologias de armazenamento de água e às políticas de

proteção da produção influenciam a capacidade de enfrentamento dos períodos de seca.

A pecuária também pode ser afetada pela diminuição da disponibilidade de água e de recursos alimentares para os animais. Em situações prolongadas de estiagem, a redução das pastagens e a necessidade de aquisição de alimentação suplementar podem elevar os custos de produção e comprometer a renda das famílias.

Esses efeitos demonstram que a ocorrência de secas pode produzir consequências econômicas que ultrapassam as perdas imediatas da produção agrícola. A diminuição da renda rural pode afetar o consumo das famílias, a circulação de recursos nas economias locais e a capacidade de investimento em atividades produtivas futuras.

A discussão aponta para a importância de estratégias de adaptação compatíveis com as características ambientais do Semiárido. O manejo adequado do solo, a utilização de culturas adaptadas às condições climáticas, o armazenamento de água e a diversificação das atividades produtivas podem contribuir para reduzir a exposição dos agricultores aos riscos associados à irregularidade das chuvas.

Nesse sentido, a compreensão dos impactos do El Niño sobre a agricultura exige considerar tanto as condições climáticas quanto a estrutura produtiva regional. O fenômeno pode contribuir para situações desfavoráveis à ocorrência de precipitações, mas a dimensão dos prejuízos depende das características das atividades agrícolas e das condições de adaptação dos produtores.

3.5. Vulnerabilidade Socioeconômica das Populações do Semiárido

Os impactos das secas sobre as populações do Semiárido Nordestino não são determinados exclusivamente pela intensidade dos eventos climáticos. As condições de renda, infraestrutura, acesso à água, organização produtiva e disponibilidade de serviços públicos influenciam a capacidade das famílias de enfrentar períodos prolongados de escassez hídrica.

Marengo, Torres e Alves (2017) ressaltam que as secas apresentam repercussões sociais e econômicas significativas, especialmente em regiões caracterizadas por elevada dependência das atividades agrícolas. Essa interpretação demonstra que os eventos climáticos precisam ser analisados em conjunto com os fatores estruturais que condicionam a vulnerabilidade das populações.

A redução da produção agrícola pode comprometer a renda familiar e ampliar dificuldades relacionadas à aquisição de alimentos, ao custeio das atividades produtivas e à manutenção das condições de vida. Esses efeitos podem ser particularmente relevantes entre famílias que dependem diretamente da agricultura de sequeiro e apresentam acesso limitado a outras fontes de renda.

A escassez hídrica também pode ampliar desigualdades territoriais. Comunidades com infraestrutura de abastecimento insuficiente podem enfrentar dificuldades mais intensas durante períodos de estiagem, enquanto localidades com sistemas de armazenamento e distribuição mais estruturados apresentam melhores condições de adaptação.

Essa diferenciação evidencia que a vulnerabilidade socioeconômica não deve ser compreendida como uma consequência inevitável das características climáticas do Semiárido. Embora a região apresente

condições naturais que exigem estratégias específicas de gestão dos recursos, os impactos sociais das secas também refletem decisões políticas, investimentos públicos e oportunidades econômicas.

Outro aspecto relevante refere-se às possíveis repercussões sobre a permanência das populações no meio rural. A ocorrência sucessiva de perdas produtivas pode comprometer a viabilidade econômica de determinadas atividades e contribuir para a busca de alternativas de trabalho e renda.

Entretanto, não se deve estabelecer uma relação automática entre episódios de El Niño e deslocamentos populacionais. As decisões migratórias envolvem fatores econômicos, familiares, sociais e territoriais que ultrapassam a ocorrência de eventos climáticos isolados.

A análise permite compreender que as secas podem funcionar como fatores de agravamento de vulnerabilidades preexistentes. Quando associadas à pobreza, à insuficiência de infraestrutura e à limitada diversificação econômica, as estiagens tendem a produzir impactos mais expressivos sobre as condições de vida das populações.

Dessa forma, o enfrentamento das consequências socioeconômicas das secas exige políticas integradas que articulem segurança hídrica, fortalecimento da agricultura familiar, proteção social, geração de renda e desenvolvimento territorial.

3.6. Relações Entre El Niño, Degradação Ambiental e Desigualdades Socioeconômicas

A interpretação conjunta dos estudos permite identificar que os impactos associados às secas no Semiárido Nordestino resultam de uma interação entre mecanismos climáticos, condições ambientais e características socioeconômicas.

O El Niño pode influenciar a distribuição das precipitações, especialmente quando combinado com condições oceânicas e atmosféricas desfavoráveis à ocorrência de chuvas. Entretanto, a redução das precipitações constitui apenas uma das dimensões envolvidas na produção dos impactos regionais.

Moura e Shukla (1981) e Nobre e Shukla (1996) demonstraram a importância dos mecanismos de circulação atmosférica e das condições térmicas do Atlântico Tropical para a variabilidade climática do Nordeste. Essas contribuições indicam que a compreensão das secas exige considerar diferentes fatores climáticos e suas interações.

Marengo et al. (2018), ao examinarem a seca de 2010 a 2016, reforçaram a relevância de analisar episódios prolongados de deficiência hídrica e suas características climáticas. A persistência das condições de estiagem evidencia a necessidade de compreender os riscos associados à variabilidade das chuvas e à exposição das atividades produtivas.

Entretanto, os efeitos ambientais e socioeconômicos não dependem exclusivamente da intensidade das anomalias climáticas. A degradação dos solos, a redução da cobertura vegetal, as limitações de infraestrutura hídrica e as dificuldades enfrentadas pelas atividades agrícolas podem ampliar os prejuízos associados aos períodos secos.

Essa relação evidencia a necessidade de superar interpretações deterministas, segundo as quais as condições naturais seriam suficientes para explicar os problemas socioeconômicos do Semiárido. A ocorrência de secas representa um desafio climático relevante, mas suas consequências são influenciadas pela organização econômica, pelas condições de acesso aos recursos e pelas políticas públicas.

A integração entre conhecimento climático e planejamento territorial constitui, portanto, uma estratégia importante para reduzir vulnerabilidades. O monitoramento das condições oceânicas e atmosféricas pode contribuir para a antecipação de riscos, enquanto investimentos em infraestrutura, conservação ambiental e adaptação produtiva podem ampliar a capacidade de resposta das populações.

3.7. Síntese dos Principais Achados da Literatura

A análise temática das publicações permite reunir os principais aspectos discutidos sobre as relações entre o El Niño, as secas e as condições ambientais e socioeconômicas do Semiárido Nordestino.

Quadro 1. Síntese das relações entre variabilidade climática, impactos ambientais e vulnerabilidade socioeconômica

Dimensão analisada	Síntese da literatura	Principais implicações
Variabilidade climática	O El Niño pode contribuir para a redução das chuvas em determinadas áreas do Nordeste, mas seus efeitos dependem da interação com outros mecanismos climáticos.	Necessidade de monitoramento integrado das condições do Pacífico Equatorial e do Atlântico Tropical.

Desertificação	As estiagens podem intensificar pressões sobre ecossistemas degradados, mas não constituem causa única ou suficiente da desertificação.	Importância da conservação da vegetação, do manejo sustentável dos solos e da recuperação de áreas degradadas.
Segurança hídrica	A redução prolongada das precipitações pode comprometer a disponibilidade de água, especialmente em territórios com infraestrutura limitada.	Necessidade de ampliar o armazenamento, a eficiência da distribuição e o planejamento dos recursos hídricos.
Produção agrícola	A irregularidade das chuvas pode reduzir a produtividade e comprometer atividades agrícolas dependentes das precipitações.	Fortalecimento da agricultura familiar e adoção de estratégias produtivas adaptadas ao clima.
Vulnerabilidade socioeconômica	Os impactos das secas variam conforme renda, infraestrutura, acesso a recursos e capacidade de adaptação das populações.	Desenvolvimento de políticas integradas de proteção social, geração de renda e redução das desigualdades.
Planejamento regional	O enfrentamento das secas exige articulação entre conhecimento climático, conservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico.	Prioridade para medidas preventivas e estratégias permanentes de convivência com o Semiárido.

Fonte: Elaboração própria, com base em Moura e Shukla (1981), Nobre e Shukla (1996), Marengo, Torres e Alves (2017) e Marengo et al. (2018).

O quadro evidencia que as consequências das secas não podem ser compreendidas por meio de relações causais simplificadas. Embora a variabilidade climática represente um fator importante para a

ocorrência de períodos de estiagem, os impactos ambientais e socioeconômicos dependem de condições territoriais específicas.

A principal convergência identificada na literatura refere-se à necessidade de considerar a interação entre diferentes mecanismos climáticos para compreender a ocorrência das secas nordestinas. Também se destaca a importância de reconhecer que a capacidade de enfrentamento desses eventos depende de fatores que ultrapassam as condições meteorológicas.

Por outro lado, a análise evidencia a necessidade de aprofundar investigações sobre as relações entre variabilidade climática, degradação ambiental e desigualdades socioeconômicas, especialmente em escalas territoriais menores. Estudos que considerem as particularidades dos municípios e das comunidades rurais podem contribuir para compreender diferenças na exposição e na capacidade de adaptação.

3.8. Implicações para as Políticas Públicas e a Convivência com o Semiárido

A discussão desenvolvida demonstra que o enfrentamento das secas no Semiárido Nordestino exige estratégias permanentes de planejamento, prevenção e adaptação. A recorrência das estiagens torna insuficiente uma atuação baseada exclusivamente em medidas emergenciais, especialmente quando os territórios apresentam vulnerabilidades ambientais e socioeconômicas persistentes.

O conhecimento científico sobre o El Niño e os demais mecanismos de variabilidade climática pode contribuir para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento e alerta, permitindo antecipar

condições desfavoráveis à ocorrência de chuvas. Entretanto, a utilidade dessas informações depende de sua integração com políticas de gestão hídrica, planejamento agrícola e proteção das populações.

No campo ambiental, a conservação da vegetação nativa e a recuperação de áreas degradadas representam medidas relevantes para reduzir a pressão sobre os ecossistemas. A adoção de práticas sustentáveis de manejo dos solos pode contribuir para preservar a capacidade produtiva das terras e diminuir sua vulnerabilidade durante períodos de estiagem.

Em relação à segurança hídrica, torna-se necessário fortalecer sistemas de abastecimento, ampliar a eficiência da distribuição e desenvolver estratégias adequadas às características climáticas e territoriais das comunidades. Essas medidas devem considerar tanto as necessidades de consumo humano quanto as demandas das atividades produtivas.

No setor agrícola, o fortalecimento da assistência técnica, o acesso a tecnologias apropriadas e a diversificação produtiva podem contribuir para reduzir os riscos enfrentados pelos agricultores. A valorização de práticas adaptadas às condições do Semiárido também pode favorecer a conservação dos recursos naturais e a continuidade das atividades econômicas.

A dimensão socioeconômica exige atenção às desigualdades que influenciam a capacidade de adaptação das populações. Políticas de proteção social, acesso à água, apoio à agricultura familiar e fortalecimento das economias locais podem contribuir para reduzir os impactos das estiagens sobre as famílias mais vulneráveis.

Dessa maneira, os estudos discutidos reforçam que o El Niño deve ser compreendido como parte de um conjunto de fatores que influenciam a dinâmica das secas no Nordeste. O enfrentamento de suas possíveis repercussões exige reconhecer a complexidade das relações entre clima, ambiente e sociedade, articulando conhecimento científico, planejamento público e estratégias sustentáveis de desenvolvimento regional.

4. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar a influência do fenômeno El Niño sobre a ocorrência e o agravamento das secas no Semiárido Nordestino, considerando suas repercussões sobre a desertificação, a segurança hídrica, a produção agrícola e a vulnerabilidade socioeconômica das populações. A discussão bibliográfica evidenciou que a variabilidade das precipitações na região resulta da interação entre diferentes mecanismos climáticos, especialmente aqueles associados às condições dos oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical.

A literatura examinada indica que determinados episódios de El Niño podem favorecer a redução das chuvas em áreas do Nordeste, embora não constituam a única causa das estiagens. Seus possíveis efeitos sobre a degradação ambiental dependem das condições de conservação dos ecossistemas e das formas de utilização dos recursos naturais. Nesse sentido, a seca e a desertificação representam processos distintos, ainda que possam apresentar relações em territórios ambientalmente vulneráveis.

Em relação à segurança hídrica e à produção agrícola, verificou-se que a irregularidade das precipitações pode comprometer o

abastecimento de água, reduzir a produtividade das culturas e ampliar as dificuldades enfrentadas pelos agricultores, especialmente aqueles que dependem diretamente das chuvas. Entretanto, a intensidade desses impactos também está relacionada à infraestrutura disponível, ao acesso a tecnologias e às condições socioeconômicas das comunidades.

A principal contribuição da pesquisa consiste em demonstrar a necessidade de compreender as secas nordestinas para além de suas causas meteorológicas, reconhecendo a influência das desigualdades sociais, das práticas de manejo ambiental e das políticas públicas sobre a capacidade de adaptação das populações. Dessa forma, o enfrentamento das estiagens exige estratégias integradas de gestão hídrica, conservação dos solos, fortalecimento da agricultura familiar e desenvolvimento regional sustentável.

Como limitação, destaca-se o caráter bibliográfico da investigação, que não permite estabelecer novas relações estatísticas ou mensurar diretamente os impactos do El Niño sobre municípios e comunidades específicas. Recomenda-se que pesquisas futuras desenvolvam análises climáticas e socioeconômicas em escala local, relacionando séries históricas de precipitação, indicadores de degradação ambiental, disponibilidade hídrica e condições de vida das populações.

Conclui-se que a redução das vulnerabilidades no Semiárido Nordestino depende tanto do conhecimento sobre os fenômenos climáticos quanto da implementação de políticas permanentes de adaptação e convivência com as condições ambientais da região. A integração entre planejamento público, conservação dos recursos naturais e fortalecimento das atividades produtivas constitui um

caminho fundamental para ampliar a segurança hídrica e a capacidade de enfrentamento das secas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARENGO, José A.; ALVES, Lincoln M.; ALVALA, Regina C. S.; CUNHA, Ana Paula; BRITO, Sheila; MORAES, Osvaldo L. L. Climatic characteristics of the 2010–2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 90, n. 2, supl. 1, p. 1973-1985, 2018. DOI: 10.1590/0001-3765201720170206.

MARENGO, José A.; TORRES, Roger Rodrigues; ALVES, Lincoln Muniz. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. Theoretical and Applied Climatology, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017. DOI: 10.1007/s00704-016-1840-8.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MOURA, Antonio D.; SHUKLA, Jagadish. 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, n. 12, p. 2653-2675, 1981. DOI: 10.1175/1520-0469(1981)038<2653>2.0.CO;2.

NOBRE, Paulo; SHUKLA, Jagadish. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America. Journal of Climate, v. 9, n. 10, p. 2464-2479, 1996. DOI: 10.1175/1520-0442(1996)009<2464>2.0.CO;2.

SNYDER, Hannah. Literature review as a research methodology: an overview and guidelines. Journal of Business Research, v. 104, p. 333-339, 2019. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.

---

[1] Especialista em Auditoria, Perícia e Licenciamento Ambiental. Universidade Pitágoras UNOPAR Anhanguera, Fortaleza/Ceará. ORCID: https://orcid.org/0009-0008-1412-9952. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[2] Pedagogia, Geografia, Letras, Matemática. Cursando Serviço Social. Universidade de Franca, Centro Universitário UniFatecie, Universidade Castelo Branco, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Boa Esperança. Centro Universitário UniFatecie. Aracati/CE. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-9878-6167. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[3] Doutorado em Engenharia Florestal. UFLA, Belo Horizonte - MG. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6402-312X. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[4] Licenciatura em Biologia e Mestre em Ciências Ambientais. IFBaiano - Campus Serrinha-BA. Paulo Afonso-BA. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[5] Licenciado em Química. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga/Bahia. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[6] Engenharia Ambiental. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga - Bahia. E-mail: acesse o artigo original para

visualizar o e-mail

[7] Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8654-8493. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail