



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Compártilha Igual 4.0 Internacional.

Histórico, causas e características da semiaridez do Nordeste do Brasil

History, cause and particulars of climate semiarid of Northeast of Brazil

Historia, causas y características del clima semiárido del Nordeste de Brasil

Histoire, causes et caractéristiques du climat semi-aride du Nordeste du Brésil

RESUMO

O clima semiárido é a característica da região Nordeste que mais a distingue e determina muitas outras características a ela impetradas. Desde a colonização o clima do Nordeste do Brasil vem sendo usado como parâmetro para moldar sua ocupação, desenvolvimento e relação com as outras regiões do país. Em decorrência dessa importância, muito vem sendo dito, especulado e estudado sobre o clima semiárido, em especial sobre sua característica mais impactante à vida humana: a seca. O objetivo deste trabalho é discutir as causas e características da semiaridez, considerando o que já foi estudado sobre o tema, utilizando a revisão bibliográfica como metodologia. Esta discussão resulta em um ponto de partida para aqueles que desejem conhecer mais sobre o clima da região e uma atualização necessária para aqueles que mantêm percepções equivocadas sobre ele e sobre os fatores que causam suas características peculiares.

PALAVRAS-CHAVE: clima semiárido; revisão bibliográfica; Nordeste do Brasil.

ABSTRACT

The semi-arid climate is the characteristic of the Northeast region that most distinguishes it and determines many other characteristics filed with it. Since colonization, the climate of northeastern Brazil has been used as a parameter to shape its occupation, development and relationship with other regions of the country. As a result of this importance, much has been said, speculated and studied about the semi-arid climate, especially about its most impactful feature on human life: drought. The objective of this work is to discuss the causes and characteristics of semiaridity, considering what has already been studied on the subject, using a literature review as a methodology. This discussion results in a starting point for those who want to know more about the region's climate and a necessary update for those who have misperceptions about it and the factors that cause its peculiar characteristics.

KEYWORDS: semi-arid climate; literature review; Northeast of Brazil.

Flávia Ingrid B. Paiva Gomes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Quixadá

flavia.ingrid@ifce.edu.br

Maria Elisa Zanella

Universidade Federal do Ceará

elisazv@terra.com.br

Artigo recebido em:

17/06/2023

Artigo aprovado em:

29/08/2023

Artigo publicado em:

01/12/2023

RESUMEN

El clima semiárido es la característica de la región Nordeste que más la distingue y determina muchas otras características que le acompañan. Desde la colonización, el clima del noreste de Brasil ha sido utilizado como parámetro para moldear su ocupación, desarrollo y relación con otras regiones del país. Como resultado de esta importancia, mucho se ha dicho, especulado y estudiado sobre el clima semiárido, especialmente sobre su característica más impactante en la vida humana: la sequía. El objetivo de este trabajo es discutir las causas y características del semiárido, considerando aquello que ya ha sido estudiado sobre el tema, a partir de la revisión bibliográfica como metodología. Esta discusión presenta un punto de partida para quienes pretendan saber más sobre el clima de la región y una necesaria actualización para quienes tienen percepciones erróneas sobre el mismo, así como los factores que provocan sus peculiares características.

PALABRAS-CLAVE: clima semiárido; revisión bibliográfica; Nordeste de Brasil.

RÉSUMÉ

Le climat semi-aride est la caractéristique de la région Nordeste qui la distingue le plus et détermine de nombreuses autres caractéristiques qui lui sont associées. Depuis la colonisation, le climat du Nordeste du Brésil a été utilisé comme paramètre pour façonner son occupation, son développement et ses relations avec les autres régions du pays. En raison de cette importance, beaucoup a été dit, spéculé et étudié sur le climat semi-aride, en particulier sur sa caractéristique plus impactante sur la vie humaine: la sécheresse. L'objectif de ce travail est de discuter des causes et des caractéristiques de la semi-aridité, compte tenu de ce qui a déjà été étudié sur le sujet, en utilisant une revue de littérature comme méthodologie. Cette discussion débouche sur un point de départ pour ceux qui veulent en savoir plus sur le climat de la région et une mise à jour nécessaire pour ceux qui ont des idées fausses à son sujet et sur les facteurs qui causent ses caractéristiques particulières.

MOTS-CLÉS : climat semi-aride ; revue de littérature ; Nordeste du Brésil.



Revista do Programa de
Pós-Graduação em Geografia e
do Departamento de Geografia
da UFES

Volume 3, n. 37
Julho-Dezembro, 2023
ISSN: 2175-3709

INTRODUÇÃO

O clima, estado habitual dos tipos de tempo em sua sucessão (Sorre, 1951 *apud* Amorim, 2019) de cada lugar do mundo é único na singularidade de suas características. Definir áreas com climas semelhantes como tendo um determinado tipo climático é uma regionalização.

Pelo conceito de região de Witlesey (1960), uma área qualquer pode ser delimitada por um conjunto de características homogêneas, sendo definida como uma região tão somente por estar baseada nessas características ou critérios utilizados para sua definição. Portanto, região é uma concepção humana, uma leitura dos espaços que nos cercam e é baseada em critérios preestabelecidos (ARAÚJO, 2011).

Os diversos lugares hoje considerados pertencentes à região semiárida do interior do Nordeste do Brasil foram classificados como uma unidade por apresentarem características semelhantes em suas componentes climáticas. Tal processo não é simples e é sempre suscetível à generalização. Nimer (1979) classifica o Nordeste brasileiro como uma das climatologias mais complexas do mundo, devido à irregularidade espacial e temporal na distribuição das chuvas.

Originalmente, a região semiárida adotada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) seria aquela formada pelo conjunto de lugares contíguos, caracterizados pelo balanço hídrico negativo, resultante de precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800

milímetros. Ela foi delimitada em 1936 e revisada em 1951 (ARAÚJO, 2011).

O Brasil não é uma exceção na conjuntura global em relação a ter uma região com essas características, pelo contrário, as regiões áridas e semiáridas estendem-se por todos os continentes do globo, ocupando um terço da superfície da Terra e abrigando cerca de um sexto de toda a população mundial (MATALLO JUNIOR, 2001).

Historicamente, diversos órgãos governamentais e critérios foram estabelecidos para definir o que é e o que não é a região brasileira denominada semiárido, ocorrendo expansões e retrações na área da região em decorrência desses critérios. Tais redefinições ocorrem também por fatores políticos, embora a maior parte dos critérios que se estabeleceram tenham sido puramente naturais (Índice de Aridez de Thorntwaite de 1941, Risco de Ocorrência de Seca, Unidades Geossistêmicas, Isoieta de 800mm, Percentual de Dias com Déficit Hídrico).

Apesar dessas alterações, sabe-se que a região semiárida corresponde à área no interior do Nordeste do Brasil e norte de Minas Gerais que tem suas características naturais fortemente atreladas à baixa pluviosidade - comumente menor ou igual a 800 mm anuais - e à ocorrência de secas. É uma região, portanto, interiorana - embora alcance o litoral em seu limite setentrional - e de baixas latitudes, fator este último que também a diferencia de outras regiões semiáridas do

mundo, que costumam ocorrer em latitudes próximas aos trópicos. O regime chuvoso é concentrado em um período de três a cinco meses, tem elevadas médias anuais de temperatura (27 °C) e evapotranspiração potencial (2.000 mm/ano), apresentando balanço hídrico negativo em grande parte do ano (LIMA *et al.*, 2011).

Em outras palavras, suas características principais e que permeiam todas as relações ambientais e sociais nessa área, são climáticas: é uma região quente e seca. Em consequência disto a região semiárida tem apenas 5% do total de água do Brasil, enquanto possui 18% do seu território total (PEREIRA e FORMIGA-JOHNSON, 2005), e 12% da sua população, segundo o IBGE (2011).

O Conselho Deliberativo da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) alterou a delimitação das fronteiras do Semiárido brasileiro com base na Resolução 150/2021. Esta será a delimitação (Figura 1) utilizada neste trabalho, por ser a mais atual, mas cabe salientar que ela ainda carece de revisão e foi bastante criticada quando de sua divulgação pela pouca transparência nos critérios de inclusão e exclusão de municípios, o que volta a levantar o fantasma da delimitação política arbitrária do semiárido.

Tal preocupação reside em especial na gestão de recursos realizada por órgãos federais e que apenas os municípios pertencentes à região semiárida têm acesso. Já a Sudene e o Ministério da Integração Nacio-

nal salientam que as mudanças observadas no clima na última década, em especial a seca prolongada, foram responsáveis por alterar os intervalos dos parâmetros, assim como a delimitação espacial; argumentam ainda que de acordo com as recomendações do grupo interministerial de delimitação do semiárido de 2005, a delimitação do semiárido deveria ser revista a cada década, em razão de possíveis mudanças climáticas. A última revisão e delimitação havia sido realizada em 2017, ou seja, só precisaria ser revisada em 2027, o que fomenta maior desconfiança em relação à nova delimitação.

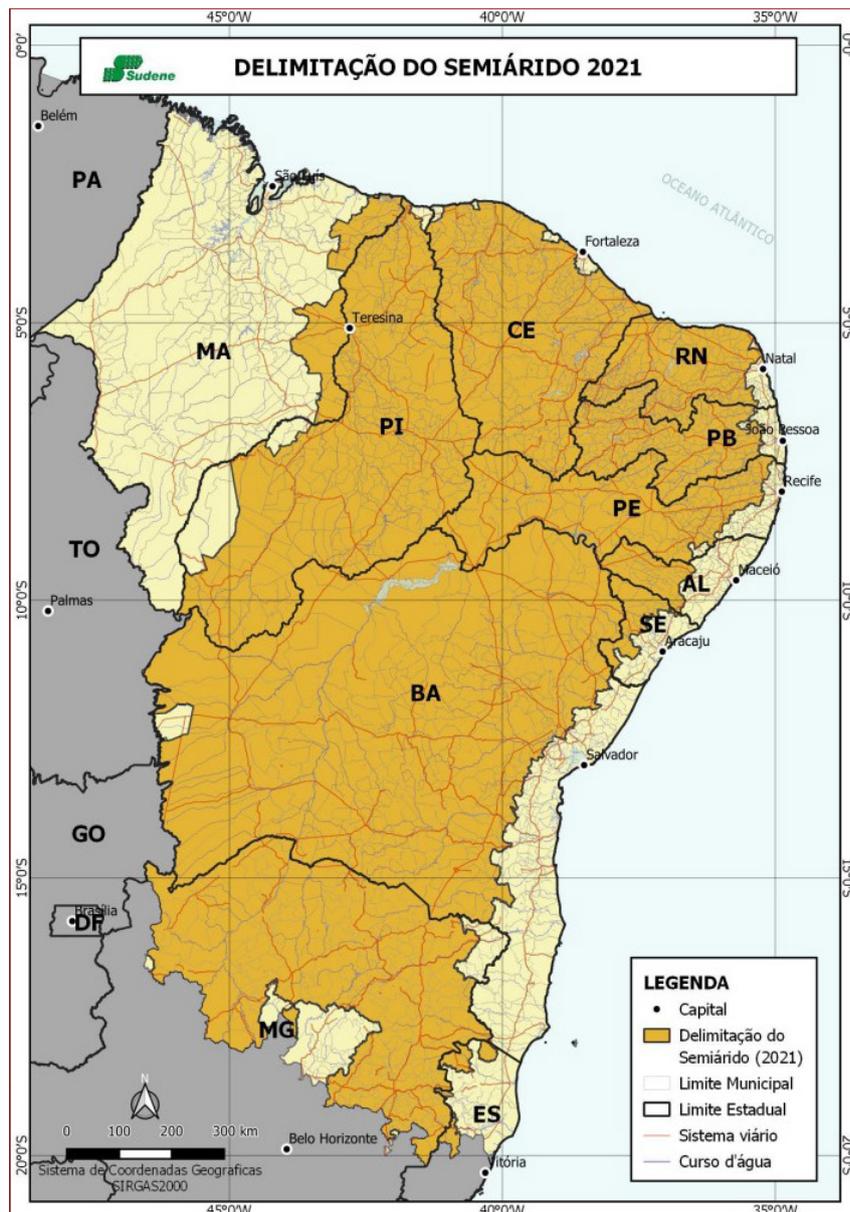
O Ministério da Integração Nacional modificou os critérios para a delimitação do semiárido em 2005 – que foram mantidos até a última delimitação de 2021. Três critérios induzem inclusões de municípios: 1- Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; 2- Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, considerando uma normal climatológica; e 3- Percentual igual ou superior a 60% de dias do ano com déficit hídrico. Os municípios podem ser incluídos na região caso apresentem qualquer um dos três critérios. É importante salientar que a definição dos contornos da região semiárida preserva a continuidade de sua delimitação, não havendo, assim, áreas de exceção no seu interior, além de os municípios serem considerados em sua integralidade.



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 3, n. 37
Julho-Dezembro, 2023
ISSN: 2175-3709

Figura 1. Delimitação do Semiárido brasileiro



Fonte: SUDENE, 2021.

A última delimitação do semiárido vigente legalmente possui uma extensão total de 1.182.697 km² e uma população estimada de 27.830.765 habitantes (SUDENE, 2017), o que faz essa região maior que muitos países. Aí vivem mais de 40% dos nordestinos (ARAÚJO, 2011), fato ainda mais notável se considerarmos que em boa parte das delimitações já feitas todas as capitais dos estados estão fora de seu polígono, embora na atual

delimitação a cidade de Teresina, capital do Piauí, a acompanha. Isso a faz a mais densamente povoada entre as terras secas do mundo (MARENGO, CUNHA e ALVES, 2016).

Cabe destacar, ainda, que da população total apenas cerca de 10 milhões vivem na zona rural, ou seja, existem centros urbanos de considerável expressão regional na área, a exemplo de Campina Grande, na Paraíba; Juazeiro do Norte, no Ceará;

Caruaru e Petrolina, em Pernambuco; Mossoró, no Rio Grande no Norte; além de Feira de Santana e Vitória da Conquista, na Bahia, todos com população acima de 250 mil habitantes. Por outro lado, mesmo considerando essas cidades, a região ainda é marcada por centros de pequeno porte e grau de urbanização inferior às demais regiões do país (MEDEIROS et al., 2012). Além disso, salienta-se que grande parte dos municípios do semiárido nordestino apresentam IDH menor que 0,600, considerado bastante baixo (PNUD, 2013).

Por todos os fatores aqui descritos consideramos importante, e objetivamos com este trabalho, discutir as causas e características da semiaridez, considerando o que já foi estudado sobre o tema, utilizando a revisão bibliográfica como metodologia.

METODOLOGIA

A fim de refletir e ter um quadro amplo sobre as causas e características da semiaridez do Nordeste do Brasil, realizamos a revisão bibliográfica a partir de duas vertentes. A primeira, uma revisão que teve como ponto de partida a inserção das palavras-chave “semiárido nordestino” e “semiárido + Nordeste” na plataforma de busca Google Acadêmico, do qual extraímos os seis primeiros artigos de resultado da busca que abordassem aspectos climáticos, excluindo-se os que já haviam sido extraídos da lista anterior; o que nos deixou com doze trabalhos científicos para analisar. A segunda foi uma busca ativa de trabalhos de referência

para o estudo do tema, muitos destes mais antigos e de difícil acesso nas plataformas de busca online e citados nos artigos analisados no primeiro viés de busca.

Essa metodologia de busca nos deixou com vinte trabalhos a serem analisados, de mais de cinquenta autores, a maior parte deles escritos nos últimos trinta anos, e tendo sido escritos por pesquisadores da Região Nordeste, ou nela radicados. Destacamos autores de referência sobre a região de distintas gerações de pesquisadores como Ab’Sáber, Nimer e Marengo. A partir da análise de todos esses trabalhos realizamos as nossas reflexões que podem ser conferidas nos tópicos a seguir.

CARACTERÍSTICAS DO CLIMA SEMIÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL

O clima semiárido é caracterizado pela insuficiência de precipitações com extrema irregularidade quanto à sua distribuição temporal, concentradas em uma estação chuvosa de três a cinco meses de duração, e uma variação em torno de 30% dos totais pluviométricos anuais, chegando a 50% em pontos mais críticos (IICA, 1993).

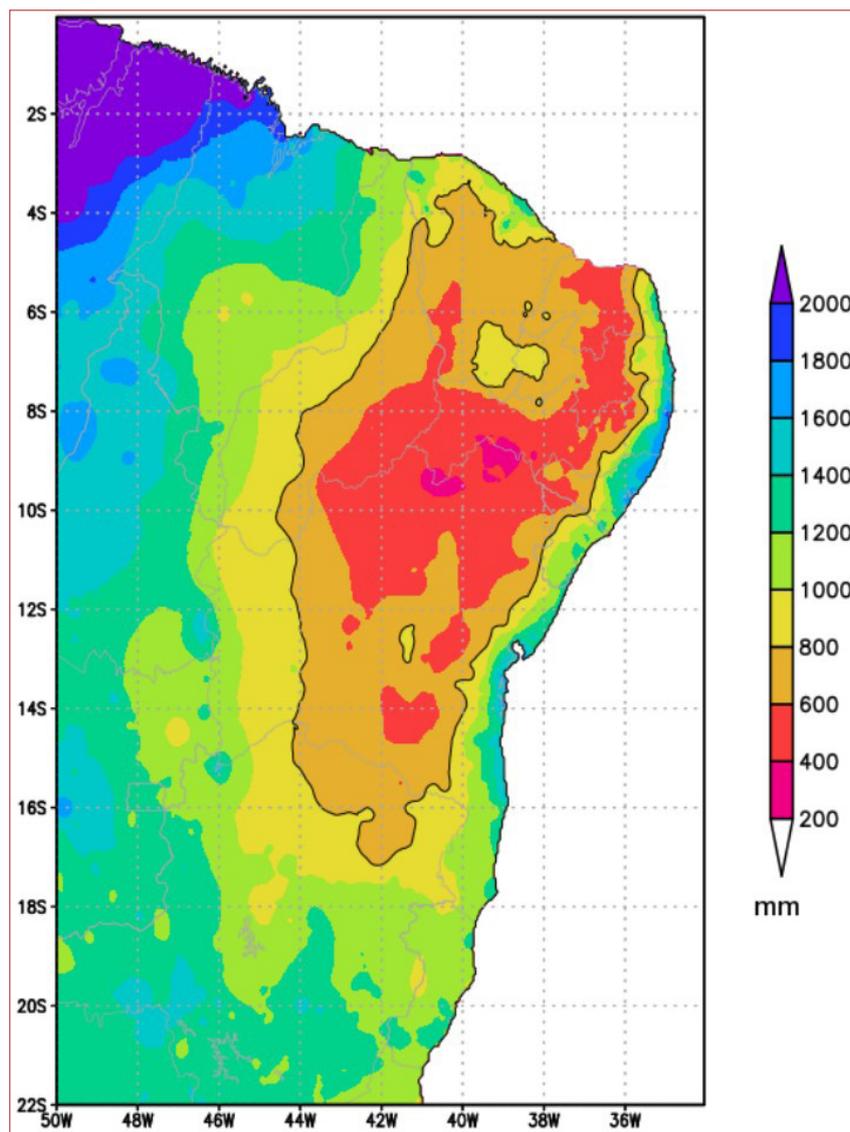
Segundo classificação proposta pela UNESCO, em 1979, as regiões semiáridas apresentam médias anuais de precipitação que podem variar de 200-250 milímetros a 700-800 milímetros, com um índice de aridez (calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial) variando entre 0,2 e 0,5 (VERHEYE, 2009).



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 3, n. 37
Julho-Dezembro, 2023
ISSN: 2175-3709

Figura 2. Ilustração da precipitação anual média do Semiárido brasileiro



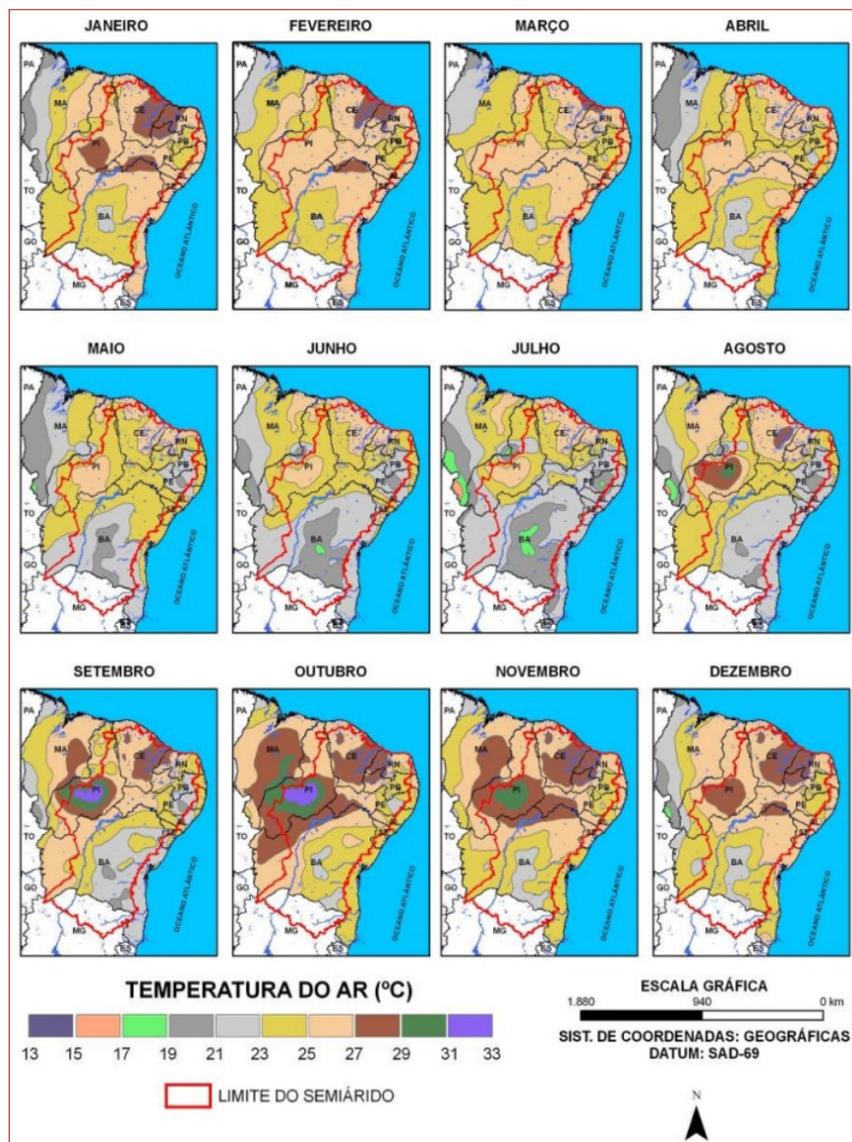
Fonte: SUDENE (2021). Elaborado para a normal climatológica de 1991 a 2020.

Embora apresente baixos totais pluviométricos em relação às demais regiões do país, o semiárido brasileiro é um dos mais chuvosos do planeta, com precipitação média anual da região como um todo de 750 mm (Figura 2). Em algumas áreas pontuais a precipitação média não ultrapassa os 400 mm anuais. A evapotranspiração potencial média pode chegar a 2.500 mm ano, gerando elevados déficits hídricos (MONTENGRO e MONTENEGRO, 2012). Tal

fato decorre de o semiárido nordestino apresentar elevadas taxas de insolação, elevadas temperaturas e baixas amplitudes térmicas anuais, com totais pluviométricos baixos e altamente variáveis no tempo e no espaço (ZANELLA, 2014).

O déficit de evapotranspiração real em relação à evapotranspiração potencial varia de 50 mm até valores superiores a 3.000 mm (na área de Petrolina, PE). Esses dados estão confirmados por Molle (1989), em pesquisa

Figura 3. Climatologia da temperatura média mensal do ar na região Nordeste do Brasil



Fonte: Correia *et al.* (2011) dados estimados segundo Cavalcanti e Silva (1994).

realizada com base em dados de 11 postos distribuídos no semi-árido e séries variando entre 8 e 25 anos, na qual a evaporação média anual medida em tanque classe A se aproxima de 3 metros, variando entre 2.700 e 3.300 mm. Isto denota alto índice de aridez para a região e faz com que cerca de 40% das águas acumuladas em reservatórios se perca com a evaporação (SUASSUNA, 2002).

As elevadas taxas de insolação e altas temperaturas (Figura 3) decorrem da posição latitudinal,

visto a região ser submetida à forte radiação solar o ano todo. A maior parte do Nordeste apresenta temperaturas médias anuais que variam entre 26 e 28°C, apenas áreas mais elevadas tendo médias inferiores (ZANELLA, 2014). Nimer (1979) já expunha a baixa amplitude térmica anual que varia de 5 a menos de 2°C de sul a norte.

Observa-se na Figura 3 que existem áreas com temperaturas médias mensais bastante deslocadas das anuais descritas acima,

em especial nos períodos mais secos do ano, havendo um núcleo no centro do Piauí com médias acima de 31°C e núcleos entre o Ceará e o Rio Grande do Norte, e entre Pernambuco e a Bahia com médias acima de 29°C. Tais valores médios são alcançados porque, conforme Santos (2009, p. 15), em alguns lugares, nos dias de maior insolação a temperatura pode ultrapassar os 45°C, com amplitude térmica diária ultrapassando facilmente os 10°C.

Quanto à pluviometria relacionada à classificação climática, é importante destacar que a nomenclatura *semiárido* é encontrada em diversas classificações climáticas, e a região delimitada como semiárida no Brasil não necessariamente corresponderia a um tipo semiárido em uma classificação climática qualquer. É possível que áreas dentro da região semiárida sejam caracterizadas tanto como subúmidas quanto áridas, a depender da classificação climática utilizada.

Conforme a Classificação Climática de Köppen, na área do semiárido brasileiro predominam três tipos de clima semiárido: o BShw, com curta estação chuvosa no verão e precipitações concentradas nos meses de dezembro e janeiro; o BShw', com curta estação chuvosa no verão-outono e maiores precipitações nos meses de março e abril, e o BShs', com curta estação chuvosa no outono-inverno e precipitações concentradas nos meses de maio e junho (RAMALHO, 2013).

Ainda sobre a variabilidade de precipitação dentro da região, deve-se destacar que há áreas

mais críticas quanto à escassez de chuvas, como são os casos das regiões do Raso da Catarina, Depressão Sanfranciscana e Sertão do Jatinã, entre os Estados da Bahia e de Pernambuco, também nas regiões do Seridó, Cariri e Curimataú, entre Cabaceiras-PB e Caicó-RN, além da depressão de Patos-PB. Nessas áreas, as chuvas sequer chegam a superar os 500 mm anuais de média (ARAÚJO, 2011).

“A vegetação de Caatinga, o embasamento cristalino e os solos geralmente rasos complementam a caracterização do Semiárido.” (GONDIM *et al.*, 2017). É fato que aqui não se descreveu a característica mais emblemática da região: a ocorrência de secas, o que faremos no tópico a seguir.

REFLEXÕES ACERCA DAS CAUSAS DA SEMIARIDEZ DO SERTÃO NORDESTINO

A parte interior do Nordeste do Brasil é semiárida. Isto é um fato relacionado às condições das componentes climáticas locais (temperatura, umidade, precipitação etc.). Mas desde quando o interior do Nordeste é semiárido? Sabe-se que no decorrer da história geológica as componentes climáticas de um dado local alteram-se por fatores diversos, como ciclos solares, composições dos gases atmosféricos, precessões, alteração na posição e forma dos continentes etc. Sendo assim, para compreender o porquê de o interior do Nordeste ser semiárido, é pertinente saber desde quando o clima é semiárido na região.

As mudanças climáticas da Região Sudeste no Holoceno são razoavelmente bem conhecidas (TURCQ *et al.*, 2002). No Nordeste, os estudos sobre o clima durante o Holoceno são mais raros, mas percebem-se fortes flutuações nas precipitações nos estudos realizados (OLIVEIRA *et al.*, 1999; BEHLING *et al.*; 2000). Sifeddine *et al.* (2003), realizando estudos sedimentológicos no Maranhão, revelaram a variabilidade das condições climática e ambiental durante os últimos 21 mil anos e verificaram que entre 21 mil e 17 mil anos antes do presente, o clima regional foi predominantemente seco, interrompido por pequenos períodos úmidos. Os estudos revelaram que esses períodos úmidos foram decorrentes da intensificação da Zona de Convergência Inter Tropical (ZCIT) ou do deslocamento de sua posição.

Peterson e Haug (2006) estudaram em sedimentos fluviais na Venezuela possíveis variações no deslocamento da ZCIT e verificaram que em períodos mais frios da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Atlântico Norte havia um deslocamento da mesma posição média em direção ao Sul; por outro lado, durante os períodos quentes do Holoceno havia um deslocamento mais ao Norte de sua posição. Tal relação leva a crer que a variabilidade de precipitação vista atualmente no Nordeste brasileiro, cujas precipitações têm forte influência do deslocamento da ZCIT, tem sido vista durante boa parte do período paleoclimático mais recente.

Usando simulações, Amorim (2008) resgatou cenários climáticos do Holoceno (6 mil anos atrás) e do período pré-industrial, encontrando período mais úmido que o atual. Utilda (2016) faz afirmação semelhante indicando que os poucos registros paleoclimáticos do Nordeste indicam um período mais úmido acerca de 5 mil anos, aproximadamente, e depois condições mais secas, com exceção para o período da “pequena idade do gelo” – que ocorreu entre os séculos XVI a XVIII.

Cruz *et al.* (2009) sugeriram que apenas as variações de deslocamento da ZCIT não explicariam a variabilidade das precipitações no Nordeste durante o Holoceno, e observaram uma relação entre o fortalecimento do Sistema de Monções do Atlântico Sul com os períodos de insolação austral mais alta (precessão) e um aprofundamento do cavado do Nordeste. Tal relação ajudaria a explicar os ciclos mais úmidos e mais secos e corroborar a hipótese de um núcleo semiárido no interior do Nordeste do Brasil que se expande e se retrai e tem variações em suas condições de semiaridez nos últimos milhares de anos.

À conclusão semelhante chegaram Behling *et al.* (2000), através da presença de pólenes do bioma Caatinga em estudos sedimentológicos, e indicam que as condições semiáridas persistiram na região nos últimos 50 mil anos, aproximadamente. Já Wang *et al.* (2004), em estudo no norte da Bahia, indicam aumento da precipitação na região, em períodos com duração entre 500 anos e 2



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 3, n. 37
Julho-Dezembro, 2023
ISSN: 2175-3709

mil anos, durante os últimos 90 mil anos. Tais dados também corroboram a ideia de um clima predominantemente seco, mas com curtas épocas de maior umidade.

Se o semiárido ocupa o interior do Nordeste do Brasil há dezenas de milhares de anos, quando, então, este passou a ser ocupado pelo ser humano? Roosevelt (2002) expõe que a América do Sul foi o último continente a ser ocupado pelo *Homo sapiens*, relata que o debate sobre a antiguidade da ocupação humana do continente é certamente intenso e está longe de ser resolvido, mas há certo consenso de que toda a América do Sul já era ocupada, com padrões adaptativos e econômicos distintos entre as populações, há cerca de doze mil anos. Existem vários registros de ocupações pré-históricas humanas no semiárido.

Do ponto de vista da história humana registrada a partir da colonização, sabe-se que “a ocorrência de secas periódicas de grande intensidade no Nordeste, com impactos relevantes sobre sua população e os meios de vida, vem sendo registrada desde o século 16 e debatida desde o século 19” (GONDIM *et al.*,

2017). De acordo com Almeida (1994), na época da chegada dos colonizadores existia uma densa população nativa. Só no território paraibano, conforme cálculo de Irineu Joffily, citado por Almeida (1994), essa população não seria inferior a cinquenta mil habitantes no fim do século XVI. Pelos relatos históricos, não só na Paraíba como em outros estados, acredita-se que os nativos ocupavam de forma permanente ou seminômade não apenas nascentes, serras e ribeiras, e certamente tinham meios de migrar em épocas de estiagem em direção ao litoral.

De acordo com Marengo (2006), o semiárido brasileiro sempre foi acometido de grandes eventos extremos de secas. Fazendo um resgate histórico sem precedentes, Oliveira e Vianna (2005) apresentam a cronologia das secas para o semiárido. Marengo (2006) afirma que ocorrem entre 18 e 20 anos de seca a cada século, entretanto esse evento tem sido mais frequente a partir do século XX. Após a referida publicação, mais anos de seca foram verificados na região e sistematizados no quadro abaixo.

Quadro 1. Cronologia das secas no Semiárido Nordestino

Décadas	Séculos					
	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI
00		1603 1608	1707	1804 1808/1809	1900 1903	2001 2003 2005 2007
10		1614	1710/1711	1814	1915 1919	2010 2012/2013 2014/2015 2016/2017 (8)
20			1721/1722 1723/1724 1725/1726 1727	1824/1825 1829		

Continua na próxima página...

Séculos						
Décadas	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI
30			1730 1736/1737	1830 1833	1932	
40			1744/1745 1746/1747	1844/1845	1942	
50			1751 1754		1951/1952 1953 1958	
60			1760 1766		1962 1966	
70			1771/1772 1777/1778	1870 1877/1878 1879	1970 1976 1979	
80	1583 1587		1783/1784	1888/1881	1980/1981 1982/1983	
90		1692	1791/1792 1793	1898	1990/1991 1992/1993 1998/1999	

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de Oliveira e Vianna (2005), Marengo, Cunha e Alves (2016), Santana e Santos (2020).

Interessante observar que a seca de 2012 a 2017 – segundo Santana e Santos (2020), em determinadas regiões estendendo-se até 2018 – é a mais longa verificada desde os anos 20 do século XXIII.

É importante ressaltar que em decorrência da recente (do ponto de vista histórico) e inconstante fonte primária de dados climáticos na região (estações meteorológicas), os dados mais antigos do quadro acima foram inferidos por meio de dados indiretos, como fontes históricas de arquivos públicos. Olímpio (2017), utilizando uma abordagem de certo modo semelhante, que levou em conta os decretos de calamidade pública para identificar os riscos de desastres naturais associados às secas e estiagens, chegou à conclusão de que a região do Nordeste do Brasil é fortemente vulnerável às adversidades ocasionadas pelos desvios negativos da pluviosidade, especialmente recorrente no semiárido – espaço natural de maior suscetibilidade à ocorrência de secas meteorológicas.

Há de se destacar que, considerando a própria característica de grande variabilidade espacial da precipitação na região e sua imensa expressão territorial, pode haver locais nos quais os totais pluviométricos estejam dentro dos valores médios em um ano considerado seco para a região como um todo, assim como podem existir áreas com secas locais em anos considerados normais para a região. Segundo Marengo (2006), entretanto, os anos apresentados no quadro anterior como secos (no decorrer do século XX) são característicos da maior parte dos postos pluviométricos monitorados no Nordeste.

Mas, afinal de contas, o que causa a imensa variabilidade temporal e espacial das precipitações no interior do Nordeste, que denominamos corriqueiramente de seca? Vimos que a região semiárida do Nordeste brasileiro é, das regiões reconhecidas secas do mundo, uma das que têm maior média pluviométrica anual. O fato de a estação chuvosa estar concentrada em poucos meses



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 3, n. 37
 Julho-Dezembro, 2023
 ISSN: 2175-3709

durante o ano e a insolação decorrente da posição geográfica induzir imensos potenciais de evapotranspiração agrava a disponibilidade hídrica, mas quem convive na região sabe que as populações humanas, assim como a comunidade ecológica, estão habituadas a conviver com a sazonalidade das estações. Os problemas advêm quando a estação chuvosa não chega ou é insuficiente. Assim, é importante refletirmos: quais são os fatores responsáveis por esse fenômeno que caracteriza de forma tão premente a região semiárida?

Uma das primeiras causas possíveis para a semiaridez do interior do Nordeste do Brasil foi levantada a partir de estudos geomorfológicos em meados do século XX, que afirmaram que “o Nordeste seco não é o império das chapadas. Em 85% do seu espaço total, a região semiárida brasileira se estende por depressões interplanálticas, situadas entre maciços antigos e chapadas eventuais sob a forma de intermináveis colinas sertanejas”. (AB’SÁBER, 1999). Ora, é amplamente conhecido o efeito das chuvas orográficas e das sombras de relevo relacionadas às áreas secas. Esse foi, durante um tempo, fator de discussão: qual a influência do barramento de chuvas que relevos de importância altimétrica como a Borborema (PB-PE), a Chapada Diamantina (BA) e os diversos Maciços Cristalinos e áreas sedimentares elevadas - como a Ibiapaba - têm de fato na semiaridez da região? Apesar de haver certa influência em porções locais e imedia-

tamente contíguas aos relevos nos territórios, essa hipótese foi abandonada em decorrência de se perceber declínio das precipitações do litoral em direção ao interior mesmo em áreas onde não existem relevos de importância ocasionando possíveis barramentos.

Outra hipótese levantada relaciona a origem da semiaridez do Nordeste à sua posição geográfica com relação às massas de ar atuantes. Nimer (1979), através de estudos sobre a circulação atmosférica, argumentou que o Nordeste seria o “ponto final” de diversos sistemas de correntes atmosféricas perturbadas provenientes de Sul (frentes polares), de Norte (ZCIT), de Leste (Alísios) e de Oeste (Linhas de Instabilidade Tropicais). Em 2007, Mendonça e Danni-Oliveira discutiram sobre o Nordeste trazendo o mesmo argumento de que as massas de ar Equatorial Continental (MEC), Equatorial Atlântica (MEA), Tropical Atlântica (MTA) e Polar Atlântica (MPA) chegam no interior do Nordeste com umidade insuficiente. Zanella (2014) apresenta a mesma explicação.

Modernamente, com o amplo e contínuo monitoramento dos sistemas atmosféricos, sabe-se que isto é um fato irrefutável. Sim, os sistemas atmosféricos que poderiam causar chuvas no interior do Nordeste pouco adentram a região, mas permanece uma questão: não o fazem por quê?

Molion e Bernardo (2002) levantam duas hipóteses: em uma fazem uma releitura da compreensão de Charney de que as

superfícies semiáridas possuem albedo alto e refletem mais radiação que as áreas vizinhas, apresentando uma coluna troposférica relativamente mais fria, o que conseqüentemente inibiria formação de nuvens convectivas. Outra hipótese dos mesmos autores sugere que a semiáridade do Nordeste estaria relacionada à adjacência à região Amazônica, onde ocorrem movimentos convectivos amplos e intensos. Segundo esses autores, “o ar ascendente sobre a Amazônia adquire movimento anticiclônico nos níveis altos (alta da Bolívia) diverge e, parte dele, desloca-se para leste, criando um ramo descendente e uma forte inversão psicotérmica”.

Quanto à primeira hipótese, há um paradoxo de causa e efeito, visto que o elevado albedo das áreas semiáridas tem uma relação direta com a própria semiáridade, tendo em vista sua relação direta com a perda de folhas da vegetação na estação seca, tão característica do bioma Caatinga. Quanto à segunda hipótese, não encontramos sua reverberação em outros trabalhos. Passemos, assim, a conhecer melhor os ditos sistemas atmosféricos que têm seus ramos terminais de atuação na região.

No Nordeste brasileiro se destaca a atuação do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, associado à Massa Tropical Atlântica e à Massa Equatorial Atlântica. Sopram predominantemente ventos do quadrante E-SE, tratando-se dos alísios do Hemisfério Sul. Tais massas de ar, em função de sua vortacidade anticiclônica

e subsidência superior, trazem estabilidade para o tempo, estabelecendo período seco para a região, que no semiárido pode durar até 9 meses. A estabilidade é interrompida pela atuação de sistemas atmosféricos que causam chuva em áreas e períodos sazonais diferenciados (ZANELLA, 2014).

Sobre os sistemas que causam chuvas na região semiárida, o mais importante para a porção norte da região é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que atua na região entre fevereiro e maio, atingindo os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco e o extremo norte da Bahia. Ela se forma na confluência dos alísios de NE e SE e se desloca para a região em meados do verão, atingindo sua posição mais meridional no outono (ZANELLA, 2014).

A ZCIT corresponde a uma área de intensa atividade convectiva, que pode abranger até 500km de largura, acompanhada de baixas pressões, alta nebulosidade e muita chuva (FERREIRA e MELLO, 2005). De acordo com Nimer (1979), tal sistema pode provocar chuvas até sobre os paralelos 9 a 10° S, ou seja, nas imediações do “cotovelo” do rio São Francisco sobre a região do Raso da Catarina. Seu máximo de atuação é até o mês de maio, quando já se encontra deixando a região e migrando para latitudes mais baixas em direção à linha do equador.

Na região ao sul da latitude 10° S, as chuvas são causadas principalmente pela Zona de Convergência do Atlântico Sul



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 3, n. 37
Julho-Dezembro, 2023
ISSN: 2175-3709

(ZCAS). Tal sistema influencia a região entre novembro e março, sendo que as chuvas se concentram principalmente entre novembro e fevereiro, principalmente no semiárido mineiro e sul e sudoeste baiano. A ZCAS resulta da intensificação do calor e da umidade provenientes do encontro de massas de ar quentes e úmidas da Amazônia e do Atlântico Sul (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Na porção Sul e Leste, atingindo principalmente os estados da Bahia, Sergipe e Alagoas, a Frente Polar – FP, em seu ramo oceânico, gera chuvas principalmente no inverno. A FP se forma no encontro da Massa Tropical Atlântica com a Massa Polar Atlântica gerando instabilidade a partir da ascensão forçada do ar quente, provocando intensa nebulosidade e precipitação (ZANELLA, 2014).

Os distúrbios ondulatórios de Leste provocam episódios de chuva também no inverno no extremo leste da região semiárida, formam-se no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de leste para oeste, ou seja, da costa da África até o litoral leste do Brasil (FERREIRA e MELLO, 2005). As chuvas causadas por frente polar ou distúrbios ondulatórios de leste são, contudo, pouco expressivas e localizadas apenas na faixa semiárida contígua ao Agreste e mais próxima ao litoral leste do Nordeste brasileiro.

Na região atuam, ainda, os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, as Linhas de Instabilida-

des e os Complexos Convectivos de Mesoescala, que contribuem para a ocorrência de chuvas, incrementando os totais anuais para a região (ZANELLA, 2014).

A atuação apenas dos ramos finais dos sistemas atmosféricos mais importantes apresentando, assim, relativamente, pouca umidade associada ou um período de atuação curto, ajuda a explicar os totais pluviométricos relativamente baixos para uma região tropical, embora ainda pareça haver terreno para discussão e especulação. As causas da imensa variabilidade de intensidade, temporalidade e espacialidade dos mesmos sistemas (que causam as secas), contudo, já foram amplamente discutidas.

Fenômenos oceânicos-atmosféricos são os responsáveis pela variabilidade que ocorre de um ano para outro. A primeira relação oceânico-atmosférica a ser associada com a variabilidade de chuvas no Nordeste brasileiro foi o El Niño, mais particularmente o ENOS. Ferreira e Mello (2005) explanam que quando as águas do Pacífico equatorial estão mais aquecidas no Centro-Leste, toda a convecção se desloca para Leste, alterando o posicionamento da Célula de Walker, e com a continuidade da circulação atmosférica o ar quente daquela região é empurrado, originando um ramo descendente sobre o oceano Atlântico, próximo à Região Nordeste do Brasil e à Amazônia oriental, o que pode gerar inibição da formação de nuvens e da descida da ZCIT para posições mais meridionais. Como consequência tem-se a diminuição das

chuvas no Nordeste brasileiro.

Cavalcanti e Ambrizzi (2009), em extensa pesquisa bibliográfica que retrocedeu até o estudo de Walker (1928), documentaram a relação entre o aquecimento anormal das águas do Pacífico Equatorial Leste e as secas no Nordeste brasileiro, e colocam o El Niño oscilação Sul como um dos principais culpados pela flutuação das precipitações no semiárido.

O El Niño e seu correspondente reverso (La Niña), contudo, são fenômenos que alteram/influenciam o clima em nível global (MARENGO, 2011). Assim, são fenômenos amplamente estudados há bastante tempo, o que permite que certa regressão e associação entre os fenômenos e as secas no semiárido brasileiro sejam feitas. Kane (1997) mostra que de 46 eventos de El Niño (fortes e moderados), durante os anos de 1849-1992, apenas 21 foram associados a secas no norte do Nordeste do Brasil. Ou seja, apesar de haver influência, o fenômeno El Niño não explica sozinho a ocorrência de secas na região.

Nimer já descrevia, em 1979, que a própria movimentação da ZCIT estaria relacionada às posições dos anticiclones dos Açores ao Norte, e Santa Helena ao Sul. O posicionamento dos ditos anticiclones, por sua vez, poderia estar relacionado às anomalias de temperatura do Atlântico Norte e Sul. Assim, caso as temperaturas da superfície do mar no Atlântico estivessem mais quentes no hemisfério sul, isto favoreceria as chuvas provenientes da ZCIT ocorrerem com maior inten-

sidade no Nordeste do Brasil.

A nomenclatura mais comum adotada para esse fenômeno é dipolo do Atlântico, estando ele em sua fase positiva quando as águas do Atlântico Norte estão mais quentes do que as do Atlântico Sul (desfavorável à chuva no semiárido), e dipolo negativo quando as águas do Atlântico Sul estão mais quentes (favorável à chuva no semiárido).

Kayano e Andreoli (2009) concordam que nos últimos anos a interpretação mais aceita é a de que a variabilidade da temperatura da superfície do mar do Atlântico tropical seja, de fato, determinante nas anomalias de precipitação do Nordeste, enquanto o ENOS, em determinadas ocasiões, poderia reforçá-las ou enfraquecê-las. Essa compreensão é igualmente defendida por Zanella (2014), que cita estudos de Hastenrath e Heller (1977); Moura e Shukla (1996); e Uvo *et. al.* (1994).

Ferreira e Mello (2005) também reforçam a correlação dos fenômenos no Atlântico e no Pacífico, afirmando que o fenômeno El Niño, dependendo da intensidade e do período do ano em que ocorre, principalmente quando acontece com a fase positiva do dipolo do Atlântico (que é desfavorável à ocorrência de chuvas no semiárido), é um dos responsáveis por anos considerados secos ou muito secos, principalmente na porção setentrional da região. O fenômeno de La Niña, ao contrário, associado ao dipolo negativo do Atlântico (que é favorável às chuvas), é normalmente associado aos anos



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

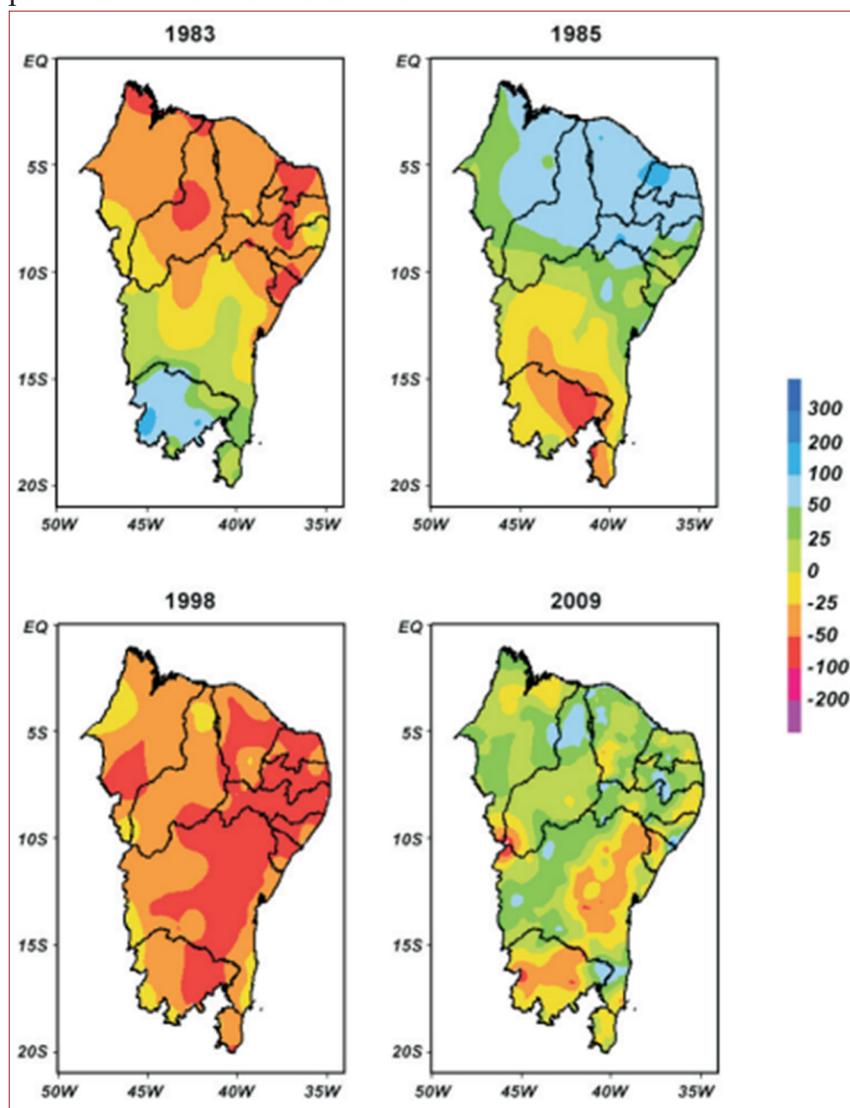
Volume 3, n. 37
Julho-Dezembro, 2023
ISSN: 2175-3709

normais, chuvosos ou muito chuvosos na região semiárida.

Para que se tenha dimensão da extrema variabilidade anual das chuvas no semiárido, e de como médias podem mascarar a flutuação da pluviosidade, exemplificaremos Caicó-RN, localizada no Seridó: foram registrados dois anos em estudo de Lucena *et al.* (2013) um com

total de 107 mm e outro com 1.561mm, ou seja, um ano 15 vezes mais chuvoso/seco que o outro, sendo que a precipitação média anual para o período estudado (1911 a 2010) foi de 659,94mm. Uma outra visualização da variabilidade interanual (e espacial), ampliada para todo o semiárido, pode ser vista na Figura 4.

Figura 4. Anomalia de Precipitação em relação à média no semiárido em anos secos (1983 e 1998) e chuvosos (1985 e 2009). Totais pluviométricos de fevereiro a maio.



Fonte: MARENGO *et al.*, 2011. Dados primários: PROCLIMA. Legenda em milímetros de chuva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O clima semiárido do Nordeste do Brasil é a característica

mais marcante da região e vem determinando, ou servindo como fator para determinar, várias de

suas outras características. O primeiro fato percebido em nossa revisão bibliográfica sobre a semiaridez do Nordeste foi um tom particularmente determinista da questão, especialmente na relação clima e pobreza/sub-desenvolvimento. Concordamos com Ribeiro (1999) que tal perspectiva contamina, mesmo que inconscientemente, boa parte da produção intelectual e cultural da e sobre a região. Tal autor chega mesmo a falar na existência de um determinismo geográfico nordestino que acompanha até hoje o imaginário da região, apesar de teorias deterministas já terem sido abandonadas por grande parte dos geógrafos.

É importante salientar que o clima árido da Califórnia ou de Israel não lançou suas populações em um estado de miséria. A existência de populações miseráveis ou ricas em diferentes regiões semiáridas do globo aponta para os diferentes padrões de ocupação ao longo da história como razão do desnível regional de desenvolvimento (CASTRO, 1994).

As condições climáticas naturais da região semiárida do interior do Nordeste do Brasil vêm sendo observadas há séculos e pormenorizadamente estudadas há décadas. Assim, nenhuma de suas características climáticas (altas temperaturas, pluviosidade concentrada e com alta variabilidade espaço-temporal, considerável déficit hídrico) é novidade ou surpresa para ninguém. O que existe é uma deliberada incapacidade de compreender e contornar

essas características no âmbito da administração cotidiana, quer pelo simples morador da zona rural ou urbana, quer pela gestão governamental aparelhada com recursos dos mais diversos.

Continua-se negando as características climáticas amplamente estudadas e discutidas da região não apenas nos projetos de desenvolvimento, mas também em quaisquer projetos públicos e privados, desde a arquitetura de uma escola ou casa, até a insistência na construção de grandes açudes, mesmo em áreas onde outras técnicas de armazenamento de água seriam mais eficazes.

É urgente que as condições climáticas naturais da região, com todas as suas características de variabilidade e susceptibilidade à seca, sejam conhecidas e encaradas pela coletividade, afinal o Nordeste é vulnerável a extremos climáticos e cenários globais e regionais de mudanças climáticas no futuro indicam que a região poderia ser afetada pelo déficit de chuvas e aumento da aridez no próximo século (GOMES e ZANELLA, 2021).

Marengo, Cunha e Alves (2016) relatam que a perspectiva de aumentos na frequência e duração dos períodos secos em climas futuros no semiárido tem gerado preocupação entre os gestores de recursos naturais, agricultores, especialistas em desenvolvimento, pesquisadores e formuladores de políticas, os quais tentam entender a extensão em que essas mudanças vão afetar os recursos hídricos, a produção de alimentos, a renda e a subsistência das pessoas.



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 3, n. 37
Julho-Dezembro, 2023
ISSN: 2175-3709

Contudo a situação é mais crítica do que muitos pesquisadores têm descrito. Não é que a região semiárida não esteja preparada para lidar com as alterações climáticas previstas em decorrência das mudanças climáticas futuras, ela não está preparada para lidar com a sua variabilidade climática natural (já bastante pesquisada e documentada).

A região interiorana do Nordeste do Brasil precisa, o quanto antes, olhar para sua caracterís-

tica natural mais determinante, o clima semiárido, e compreender que se no passado vivia-se em luta constante com o clima, no futuro só subsistiremos se o conhecermos em profundidade para conviver o mais harmoniosamente possível com suas diversas características. Só quando pararmos de lutar contra e nos decretarmos “derrotados” pelo semiárido, estaremos aptos a vencer e nos desenvolver, não apesar dele, mas com ele. ●

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Dossiê Nordeste seco. *Estudos avançados*. v. 13. n. 36, p. 5-59, 1999.

AB'SABER, A. N. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. *Geomorfologia*, n. 43, p. 1-3, 1974.

ALMEIDA, J. A. de. *A Paraíba e seus problemas*. Brasília: Senado Federal/Fundação Casa de José Américo, 1994.

AMORIM, B. de. *Caracterização de mudanças paleoclimáticas no Nordeste do Brasil utilizando modelagem hidrológica*. Tese. Programa de Pós-Graduação em Geoquímica Ambiental da Universidade Federal Fluminense. 208p. 2008.

AMORIM, M. C. C. T. Nota de pesquisa: Métodos e Técnicas de Pesquisa em Climatologia Geográfica. *Revista Geografia em Atos (Geoatos online)*, v. 03, n. 10, p. 255-260, 2019.

ARAÚJO, S. M. S. de. *A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos*. Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE. Ano 5 n. 5. 2011.

BEHLING, H.; ARZ, H. W.; PÄTZOLD, J. e WEFER, G. Late Quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine. *Quaternary Science Reviews*, v. 19, p. 981-994, 2000.

CASTRO, I. E. de. Da Seca como Tragédia à Seca como Recurso. Velhos e Novos Recursos, Velhos e Novos territórios. *In: Anuário do Instituto de Geociências*. 17. 1994.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. *In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 7.; Congresso Latinoamericano e Ibérico de Meteorologia, 2. Anais...* Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1994. p. 154-157.

CAVALCANTI, I. F. A.; AMBRIZZI, T. Teleconexões e suas influências no Brasil. *In: CAVALCANTI, I. F. de A. et al. (org.). Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de textos, 2009. cap. 20, p. 317-332.

CORREIA, R. C; KIILL, L. H. P; MOURA, M. S. B. de; CUNHA, T. J. F; JESUS JUNIOR, L. A. de; ARAUJO, J. L. P. A região semiárida brasileira. *In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.)*.



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 3, n. 37
Julho-Dezembro, 2023
ISSN: 2175-3709

Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina: Embrapa, 2011.

CRUZ, F.W. et al. Orbitally driven east-west antiphasing of South American precipitation. *Nature Geoscience*, 2, 210-214. 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Precipitação e Evaporação no Bioma Caatinga*. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/clima/precipitacao-e-evaporacao>>. Acesso em 10 de Junho de 2023.

FERREIRA, A.G.; MELLO, N.G.S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, ACLIMA, ano 1, dez. 2005.

GOMES, F. I. B. P; ZANELLA, M. E. Reflexões acerca dos impactos naturais e sociais esperados em decorrência das mudanças climáticas no semiárido brasileiro. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*. v.11, n.6. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/jhrs/issue/view/3299>>. 2021.

GONDIM, J. FIOREZE, A. P. ALVES, R. F. F. E SOUZA, W. G de. A seca atual no Semiárido nordestino – Impactos sobre os recursos hídricos. In: *Parc. Estrat.* Brasília-DF. v. 22. n. 44. p. 277-300. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA AGRICULTURA. *Projeto Áridas*. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=NO8qAAAAYAAJ&pg=PA5&hl=ptBR&source=gbs_toc_r&cad=3#v=onepage&q&f=false>. 1993. Acesso em 25 de Maio de 2023.

KANE R. P. Prediction of droughts in Northeast Brazil: Role of ENSO and use of periodicities. *Int J Climatol* 17:655–665. 1997.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Clima da região Nordeste do Brasil. In: *Tempo e clima no Brasil*. Cavalcanti, I. F. de A. (Org). São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; PEREZ-MARIN, A. M. *Desertificação e mudanças climáticas no semiárido*

brasileiro. Campina Grande: INSA-PB. 209p. 2011.

LUCENA, R.L; FERREIRA, A. M; FERREIRA, H. F. P. de A; STEINKE; E. T. Variabilidade climática no município de Caicó/RN: secas e chuvas num arquétipo do clima semiárido do nordeste brasileiro. *CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem*. V.8. n.2. julho/dezembro/2013, p. 67.

MARENGO, J. A. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília, DF: MMA, 2006. 202 p.

MARENGO, J.A., ALVES, L.M., BESERRA, E.A., LACERDA, F.F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro, *In: Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*. Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, 2011.

MARENGO, J; CUNHA, A. P. e ALVES, L. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. *Climanalise*. 04. 49-54. 2016.

MATALLO JUNIOR, H. *Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas*. Brasília: UNESCO, 2001

MEDEIROS, S. de S. et al. *Sinopse do censo demográfico para o semiárido Brasileiro*. Campina Grande: INSA, 2012.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVIERA, I. *Climatologia: noções básicas e clima do Brasil*. Oficina de Textos, São Paulo, 2007, 206p.

MOLLE, F. Perdas por evaporação e infiltração em pequenos açudes. *Série Brasil*. SUDENE.Hidrologia. Recife, série. 25, 1989. p. 11-70.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. de O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.17, n.1, 1- 10, 2002.

MONTENEGRO, A.A.A; MONTENEGRO, S.M.G.L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. *In: GHEYI, H. R.; VITAL, P. S. P; MEDEIROS S. DE S; GALVÃO, C. DE O. Recursos hídricos em regiões semiáridas*. Campina Grande. Instituto Nacional do Semiárido, 2012, 258p.

MOURA, M. S. B. DE; SOBRINHO, J. E.; SILVA, T. G. F.



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 3, n. 37
Julho-Dezembro, 2023
ISSN: 2175-3709

Aspectos meteorológicos do semiárido brasileiro. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L. da; BRITO, L. T. de L. (orgs.). *Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro*. Banco do Nordeste do Brasil. Fortaleza: BNB, 2019.

NIMER, E. Circulação atmosférica do Nordeste e suas consequências: o fenômeno das secas. In: *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

NIMER, E. Climatologia da Região Nordeste. In: *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

OLIMPIO, J. L. S. *Análise multicritério do Risco de Desastres Naturais: um estudo sobre a seca na região Nordeste do Brasil*. Tese. Universidade Federal do Ceará. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Fortaleza, 2017.

OLIVEIRA, C. M. S.; VIANNA, P. J. R. *Desenvolvimento regional: 50 anos do BNB*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2005. 340p.

OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 152, p. 319-337, 1999.

PEREIRA, D. S. P. ; FORMIGA-JOHNSON, R. M. Descentralização da gestão de recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil. *Revista de Gestão de Águas da América Latina*, Santiago, v. 2, n. 1, p. 53-72, 2005.

PETERSON, L. C. e HAUG, G. H. Variability in the mean latitude of the Atlantic Intertropical Convergence Zone as recorded by riverine input of sediments to the Cariaco Basin (Venezuela). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 234, p. 97– 113, 2006.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. *IDHM*. 2013. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/ranking>>. Acesso em 07 de Maio de 2023.

RAMALHO, M. F. de J. L. A fragilidade ambiental do Nordeste brasileiro: o clima semiárido e as imprevisões das grandes estiagens. *Sociedade e Território*, Natal, v. 25, n. 2, edição especial, p. 104-115, jul./dez. 2013.

RIBEIRO, Rafael Winter. *Seca e Determinismo: a Gênese do Discurso do Semi-árido Nordestino*. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ. v. 22. 1999.

ROOSEVELT, A. C. *et al.* The migrations and adaptations of the first americans: Clovis and Pré-Clovis viewed from South America. In: *The First Americans: The Pleistocene Colonization of the New World*. [N. G. Jablonski (Ed.)]. *Memoirs of the California Academy of Sciences*, 27, 159-235, San Francisco. 2002.

SANTANA, A.S. de, SANTOS, G.R. dos. *Impactos da seca de 2012-2017 na região semiárida do Nordeste: notas sobre a abordagem de dados quantitativos e conclusões qualitativas*. IPEA. (Boletim regional, urbano e ambiental, 22). 2020.

SANTOS, J. de S. *Ocupação humana, caatinga, paleoambientes e mudanças ambientais nos setores nordestinos*. João Pessoa: JRC Gráfica, 2009.

SIFEDDINE, A. *et al.* A 21000 cal years paleoclimatic record from Caçó Lake, nrthern Brazil: evidence from sedimentary and pollen analyses. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, v. 168, p. 25-34, 2003.

SUASSUNA, J. *A pequena e média açudagem no semi-árido nordestino: uso da água na produção de alimentos*. Disponível em: <<https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/artigos-de-joao-suassuna>>. Acesso em Junho de 2023.

SUDENE. *Relatório Final do grupo de trabalho para delimitação do Semiárido*. Ministério da Integração Nacional. 2017. 429p. Disponível em: <<https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/relatoriosemiario-pdf>>. Acesso em: 10 de Junho de 2023.

SUDENE. *Relatório Final Preliminar para delimitação do Semiárido*. Ministério do Desenvolvimento Regional. 2021. 272p. Disponível em: <<https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/02semiariorelatorionv.pdf>>. Acesso em 20 de Mai de 2023.

TURCQ, B. *et al.* Accumulation of organic carbon in five Brazilian Lakes during the Holocene. *Sedimentary Geology*, v. 148, p. 310-342, 2002.



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 3, n. 37
Julho-Dezembro, 2023
ISSN: 2175-3709

UTILDA, G. *Variações paleoambientais e paleoclimáticas durante o Holoceno no Rio Grande do Norte a partir do estudo de registros geoquímicos de sedimentos de lagos e cavernas*. Tese. Programa de pós-graduação em Geoquímica e Geotectônica. Universidade de São Paulo. 2016.

VERHEYE, W. H. *Land use, land cover and soil sciences*. EOLSS Publ., 2009.

WANG, X. et al. Wet periods in Northeastern Brazil over the past 210 kyr linked to distant climate anomalies. *Nature*, 432, 740-743. 2004.

WHITTLESEY, Derwent. O Conceito Regional e o Método Regional. In: *Boletim Geográfico*. n 154, ano 1960, p. 5-36.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. *Caderno Prudentino De Geografia*, 1 (36). 2014. P. 126-142.