



## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

### **FATORES GEOGRÁFICOS E PADRÕES DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA COMO BASE À COMPREENSÃO DO CLIMA SEMIÁRIDO QUENTE DA REGIÃO NORDESTE**

Rebecca Luna Lucena (1); Ercília Torres Steinke (2)

*Doutoranda em Geografia Universidade de Brasília – UnB, Email: rebeccaosvaldo@yahoo.com.br  
Professora de Climatologia dos cursos de Geografia da Universidade de Brasília - UnB*

#### **1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho teve como objetivo principal apresentar algumas respostas para as questões relacionadas ao clima da região Nordeste do Brasil (NEB), especificamente ao Nordeste semiárido, que foi denominado pelo geógrafo Aziz Ab Saber de “Nordeste seco” ou “domínio dos sertões secos” (AB SABER, 1999; AB SABER 2003). Este domínio de natureza vem sendo estudado há muito tempo e merece atenção por ser uma grande área com climas semiáridos e subúmidos, sujeita intensas variações pluviométricas interanuais e que apresenta, de modo geral, alta susceptibilidade climática à desertificação (MMA, 2007). Mas quais são as causas para essa condição climática extrema? As perguntas formuladas para o desenvolvimento desta pesquisa foram as seguintes: porque o clima da região Nordeste é predominantemente quente? Porque grande parte da região apresenta condições de semiaridez? Quais são os fatores geográficos de maior relevância na gênese dessa semiaridez? Quais são as principais hipóteses defendidas para as causas climáticas da semiaridez? Para responder a estas questões, tornou-se indispensável a análise dos fatores geográficos do clima (localização geográfica da região, formas de relevo, albedo), tão quanto a análise da dinâmica atmosférica, entendida a partir dos padrões de circulação da atmosfera nas mais variadas escalas e suas complexidades (Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, El Nino Oscilação Sul – ENOS, massas de ar atuantes, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis VCANs). Sendo assim, este trabalho foi dividido em duas partes: a primeira que tenta justificar o predomínio das altas temperaturas no semiárido Nordestino e a segunda que procura discutir as causas da semiaridez da região mencionada. Cabe destacar que o polígono “semiárido” corresponde a 56,5% da região Nordeste, onde as cotas pluviométricas são menores que 800mm e o índice de Aridez é menor que 0,50 (MMA, 2007). Quase todo o interior da região apresenta esta característica, se eliminarmos o grande estado do Maranhão que apresenta clima equatorial úmido diminuindo o percentual da área semiárida quando consideramos toda a região. Estados como Bahia, Ceará, Rio





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco apresentam mais que 60% de seus municípios inseridos em área semiárida, com destaque para os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte com mais de 80% dos seus municípios no semiárido (SUDENE, 2015). Durante muito tempo pesquisadores vêm tentando explicar as causas da semiaridez que abarca grande parte do interior nordestino. Muitos desses estudos têm buscado esse entendimento através das características geográficas associadas aos padrões de circulação atmosférica.

### **2. METODOLOGIA**

Para se alcançar o objetivo proposto, foi realizada a pesquisa documental onde foram analisados dados geográficos e climatológicos do Nordeste brasileiro através de fontes governamentais, como o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007) e a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE 2015), bem como trabalhos procedentes de fontes acadêmico-científicas de relevância. Foi realizada a leitura e interpretação de mapas presentes tanto na primeira fonte de dados quanto na segunda. Os resultados foram discutidos trazendo não só certezas, mas também apontando as principais dúvidas que permeiam o tema.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Porque o clima do Nordeste brasileiro é predominantemente quente?**

Sabe-se que o ângulo de incidência dos raios solares em qualquer lugar do planeta é determinado pela localização latitudinal do lugar (AYOADE, 2007). A região Nordeste do Brasil (NEB), situada entre 1° e 18° de Latitude Sul e entre 34° e 48° de Longitude Oeste (SUDENE, 2015), está entre a linha do Equador e o trópico de Capricórnio e logo sujeita anualmente a duas culminações zenitais do Sol, uma vez que a inclinação “fixa” de aproximadamente 23° do eixo de rotação da Terra com relação ao movimento que ela realiza ao redor do Sol, limita a máxima intensidade de energia solar entre as latitudes de 23,5° N e 23,5° S, com excesso no equador e déficit nos polos (AYOADE 2007; TORRES & MACHADO, 2011). Assim, “o maior aquecimento da superfície terrestre ocorre nesse espaço, onde os raios solares incidem diretamente durante todo o ano. As temperaturas entre essas latitudes, portanto, permanecem altas o ano inteiro” (FERREIRA, 2006 p.50). As regiões do planeta Terra que se localizam nas baixas latitudes ou próximas das faixas tropicais, irão apresentar, de modo geral, as maiores temperaturas do globo oriundas da interação entre a energia solar e a superfície terrestre, e tais valores só serão modificados por influencia de outros fatores geográficos, dos quais merece destaque a altitude. A altitude exerce influência sobre a temperatura do ar, pois na troposfera com o aumento de altitude há uma diminuição de temperatura (TORRES & MACHADO, 2011), sendo este fator geográfico quase tão importante quanto a latitude no que se refere às





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

características climáticas de um determinado lugar. Segundo Tolentino & Rocha- Filho (1995), a atmosfera mostra-se praticamente transparente às radiações oriundas do Sol. Ela absorve uma pequena porção dessa radiação enquanto a superfície armazena grande quantidade de calor solar, funcionando como um absorvente térmico. É a superfície da Terra aquecida pela energia solar a principal responsável pelo maior fornecimento de calor para as baixas camadas da atmosfera. Nas regiões mais baixas do Planeta, a concentração do ar e a capacidade de reter calor proveniente da radiação terrestre serão maiores e sua temperatura mais alta pela proximidade das superfícies aquecidas, quanto mais elevada a altitude de um lugar, menor será temperatura do ar e a pressão atmosférica local (STEINKE, 2012). Como a região Nordeste do Brasil apresenta altitudes modestas, com o predomínio de planícies litorâneas, tabuleiros e depressões sertanejas, eis o motivo principal para o império das altas temperaturas anuais.

### **3.2. Porque o Nordeste brasileiro apresenta semiaridez? - As causas geográficas**

Muito mais complexa que a simples explicação para a origem das altas temperaturas presentes no NEB está a resposta para a semiaridez da região. Dentre as principais características geográficas do NEB têm-se as formas de relevo com relação aos ventos predominantes, a localização geográfica da região com relação as massas de ar atuantes e o albedo. Segundo Ab Saber (1999) “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 (p. 10)”. Assim estas depressões se escondem dos ventos úmidos oriundos do litoral que atingem as escarpas das chapadas e planaltos a eles direcionadas, subexpondo as depressões às massas úmidas provenientes do atlântico. Aí surge uma questão: seriam as escarpas orientais da Diamantina e da Borborema capazes de deter toda a umidade originária do atlântico leste? Com relação a esta questão Nimer (1979) afirmou que a massa de ar do atlântico equatorial, responsável pela alta umidade no litoral leste nordestino, é composta de duas correntes, uma inferior fresca e úmida e uma superior quente e seca. Essa massa produz chuvas contínuas no litoral principalmente no inverno, quando os alísios são frequentemente resfriados pela sua mistura com o ar polar marítimo, ficando o interior seco, com exceção apenas das serras. O relato de Nimer tenta justificar o porquê das chuvas oriundas das instabilidades do atlântico, que presenteiam o litoral leste com altas cotas pluviométricas, ficarem restritas a uma estreita faixa continental na zona costeira e zona da mata. Outra hipótese relaciona a origem da semiaridez do NEB à sua posição geográfica com relação às massas de ar atuantes. Edmon Nimer (1979) através de estudos sobre a circulação atmosférica argumentou que o NEB 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 &





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Danni-Oliveira discorreram 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. Ainda sob a explicação baseada nos fatores geográficos do clima, Molion & Bernardo (2002) trazem a hipótese 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 a formação de nuvens convectivas. Entretanto, uma dúvida surge: não seria o elevado albedo fruto da semiaridez? - Já que a superfície semiárida é mais clara que seu entorno devido a rala vegetação Caatinga e aos afloramentos rochosos.

### 3.3. Porque o Nordeste brasileiro apresenta semiaridez? - As causas climáticas

Relacionadas à questão de origem da semiaridez dos sertões secos estão as hipóteses sobre circulação atmosférica nos mais diversos níveis. A respeito das causas geográficas, a hipótese de que a região Nordeste é o ponto final de diversos sistemas produtores de chuva já foi tratada no tópico anterior. Aqui, nos deteremos aos importantes sistemas sinóticos atuantes e as teleconexões, iniciando o tópico com o mais estudado sistema de circulação atmosférica quando se fala de Nordeste semiárido, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Vários estudos relatam a importância da ZCIT como sendo o principal mecanismo responsável pelas chuvas que ocorrem no norte do NEB entre fevereiro e maio (MOLION & BERNARDO, 2002). Assim é a permanência por mais tempo da ZCIT mais ao norte ou mais ao sul que determina a qualidade da estação chuvosa na região semiárida (MOLION & BERNARDO, 2002; MELO *et al*, 2009). As variações de posição e intensidade da ZCIT estão diretamente relacionadas às alterações nas posições e intensidades dos anticiclones subtropicais do atlântico norte (Açores) e do atlântico sul (Santa Helena). Estes, por sua vez são conduzidos pelas diferenças de pressão resultantes do recebimento de energia solar e das possíveis anomalias na temperatura na superfície do mar (ATSMs). As ATSMs positivas no atlântico sul e negativas no atlântico norte estão associadas a anos chuvosos e o oposto está associado a anos secos. Assim, em anos em que a ZCIT está ao sul da linha do equador e quando esta apresenta também uma banda dupla com forte nebulosidade, é certo que as chuvas serão intensas no semiárido Nordestino. Em contraponto, estando a ZCIT mais ao Norte, esta posição traria subsidência ao Sul (célula de Hadley) sobre o Nordeste, gerando tempo seco na região durante o período de inverno e primavera austral (BERNARDO & MOLION, 2002). Nobre & Molion (1988) *apud* Bernardo & Molion (2002), também sugeriram que a semiaridez 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





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

leste, criando um ramo descendente e uma forte inversão psicotérmica” (p. 5). Já com relação às teleconexões, Walker (1928) *apud* Kayano & Andreoli (2009) documentou a coincidência entre o aquecimento anômalo das águas do pacífico equatorial leste e as secas no Nordeste brasileiro, quando um ramo ascendente forte provocado pela anomalia positiva do pacífico equatorial leste gera um ramo descendente sobre o oceano atlântico e o sobre o NEB, conhecido por circulação de Walker. Em condição de anomalia positiva (El Niño), há seca no Nordeste, em condição de anomalia negativa (La Niña), há chuva no Nordeste. No entanto Kayano & 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. Por ultimo, têm-se dado atenção ao Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN). De acordo com Ferreira *et al* (2009), “os VCANs apresentam um centro relativamente frio, convergência de massa, movimentos verticais subsidentes no seu centro e ascendentes na periferia, e nebulosidade mais intensa principalmente na direção de seu deslocamento (p.43)”. Para o NEB este vórtice está associado a nebulosidade e chuva e/ou a presença de céu claro, uma vez que ele traz chuva na sua periferia e céu claro no seu centro. Este sistema está associado tanto à Alta da Bolívia (AB) quanto a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e o mesmo atua principalmente durante o verão austral, início do período chuvoso no Nordeste seco, estando sua posição e intensidade também relacionados a variação pluviométrica no semiárido brasileiro.

### 4. CONCLUSÕES

Através da pesquisa realizada, percebeu-se ser muito mais simples de se compreender as causas das altas temperaturas presentes em grande parte do interior do NEB do que as razões de sua semiaridez. É necessário enfatizar que os fatores geográficos do clima e os sistemas dinâmicos atmosféricos aqui discutidos agem e interagem continuamente, conectando superfícies marítimas e continentais a padrões de circulação atmosférica globais, regionais e locais que precisam ser cuidadosamente analisados. Alguns fatores parecem ter maior importância enquanto determinantes da semiaridez da região. Outros parecem ter importância secundária, mas são potenciais formadores ou inibidores de chuvas quando agindo em conjunto com as características geográficas e/ou atmosféricas. A localização latitudinal e as modestas cotas altimétricas da região explicam as elevadas temperaturas registradas anualmente. O predomínio de depressões interplanálticas situadas entre maciços e chapadas, a localização geográfica com relação às massas de ar atuantes, as grandes migrações da ZCIT, agindo conjuntamente ou não com as teleconexões, à exemplo do ENOS, e a formação e localização de VCANs, exemplificam, resumidamente, a complexidade climática na gênese da semiaridez do domínio dos sertões secos do Nordeste brasileiro.





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

### **BIBLIOGRAFIA:**

- \*AB SABER, A. N. **Dossiê Nordeste seco**. Estudos avançados. v. 13. n. 36, pág 5 – 59, 1999.
- \*AB'SABER, A. N. **Caatingas: O domínio dos sertões secos**. In: Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. 1ª Ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- \*AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 12ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- \*FERREIRA, A. G. **Meteorologia Prática**. Oficina de textos: São Paulo, 2006.
- \*FERREIRA, N. J.; Ramírez, M. V.; Gan, M. A. **Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis que atuam na vizinhança do Nordeste do Brasil**. In: Tempo e clima no Brasil. Cavalcanti, I. F. de A. (Org). São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- \*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.
- \*MENDONÇA, Francisco; Danni-Oliveira. **Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- \*MELO, A. B. C. de; CAVALCANTI, I. F. de A.; SOUZA, P. P. **Zona de Convergência Intertropical do Atlântico**. In: Tempo e clima no Brasil. Cavalcanti, I. F. de A. (Org). São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- \*MMA – Ministério do Meio Ambiente. SANTANA, M. O. (Org). **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Brasília: MMA, 2007.
- \*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.
- \*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.
- \*STEINKE, E. **Climatologia fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- \*SUDENE, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Semiárido**. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/area-de-atuacao-da-sudene/semiarido> Acessado em 01 Set 2015.
- \*TOLENTINO, M. R. C. ROCHA-FILHO, R. R. S. **O azul do Planeta: um retrato da atmosfera terrestre**. São Paulo: Moderna, 1995. 119p.
- \*TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. **Introdução à climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.





# **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

