



ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## A dinâmica climática do semiárido em Petrolina – PE

Lucivânio Jatobá<sup>1</sup>, Alineaura Florentino Silva<sup>2</sup>, Josiclêda Domiciano Galvêncio<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prof. Adjunto do DCG-UFPE, Cidade Universitaria, Recife-PE, lucivanojatoba@uol.com.br (autor orrespondente).

<sup>2</sup>Pesquisadora Embrapa, BR428, km 152, Zona Rural, Petrolina-PE, CEP 56302-970, alineaura.silva@embrapa.br

<sup>3</sup>Profª. Associada do DCG-UFPE, Cidade Universitaria, Recife-PE, josicleda@hotmail.com

Artigo recebido em 20/10/2016 e aceito em 25/01/2017

### RESUMO

A dinâmica climática do semiárido de Petrolina traduz uma complexidade de grandes proporções. A disponibilidade de dados climáticos nessa área permitiu a adoção do Princípio da Analogia, usado em Geografia, onde desse foram deduzidos diversos aspectos da dinâmica atmosférica do Semiárido e mais especificamente do município de Petrolina-PE. Os dados foram trabalhados em programas como o CLIMAP e Excel para gerar os gráficos que deram suporte a discussão apresentada. Ao final chegou-se às seguintes conclusões: 1. O semiárido nordestino é muito mais uma consequência da circulação atmosférica do que o resultado das influências topográficas e do efeito de continentalidade; 2. A altitude mais baixa camada de inversão dos alísios é o fator determinante da semiaridez do vale médio do São Francisco. 3. É possível correlacionar a altitude da camada de inversão dos alísios de SE verificada sobre a corrente fria de Benguela e o Sudoeste africano desértico com a semiaridez instalada sobre o saliente nordestino brasileiro. 4. Os dados térmicos do município de Petrolina-PE demonstram uma tendência para acréscimos de temperatura no período de 1961 e 2012. 5. Os dados de pluviosidade do município de Petrolina-PE permitem concluir que há uma tendência para diminuição das precipitações anuais no período de 1961 até 2012.

Palavras-chave: semiaridez do Nordeste brasileiro, Corrente de Benguela, Camada de Inversão dos alísios, secas, CLIMAP, Deserto do Kalahari, clima de Petrolina.

## Climate dynamics of the semiarid region in Petrolina – PE

### ABSTRACT

Climate dynamics of the semiarid region of Petrolina reflects a high complexity. The availability of weather data allows this and was used the Analogy Principle, used in geography, where this were deducted various aspects of dynamic atmospheric Semi-Arid and more specifically Petrolina municipality. The data were worked in programs like CLIMAP and Excel to generate graphics that supported the discussion. At the end the following conclusions were reached: 1. The semi-arid northeast is much more a consequence of atmospheric circulation than the result of topographical influences and continentality effect; 2. The lowest elevation of the trade inversion layer is the determining factor of the middle valley semiaridez of San Francisco. 3. It is possible to correlate the altitude of the inversion layer of the SE trade winds checked on the cold Benguela current and the African desert Southwest with semiaridez installed on prominent Brazilian Northeastern. 4. The thermal data of Petrolina municipality demonstrate a tendency for temperature increases in 1961 and 2012 period. 5. The rainfall data from Petrolina municipality indicate that there is a tendency to decrease in annual rainfall in the period 1961 to 2012.

Keywords: brazilian northeastern semiarid region, Benguela Current, Trade Winds Inversion Layer, droughts, CLIMAP, Kalahari desert, Petrolina' climate



Petrolina, como de resto a Depressão Sertaneja impõe uma subsidência na camada de inversão dos alísios, contribuindo assim, para o aumento do déficit hídrico local. A área de Petrolina, na bacia do São Francisco, transformou-se num pólo hortifrutigranjeiro de expressão nacional. Conhecer melhor a dinâmica climática desse espaço geográfico é essencial, portanto, para o desenvolvimento de atividades agrícolas nele desenvolvidas.

Assim, diante da importância do tema e da disponibilidade dos dados de pluviometria e temperatura, foi realizado o presente trabalho que objetivou analisar as razões da existência do semiárido no Nordeste brasileiro, examinar os fatores responsáveis pelas secas nessa região, correlacionando-as com a altitude da camada de inversão dos alísios e estudar a pluviometria e quadro térmico do município de Petrolina-PE.

#### *Revisitando antigos conceitos da climatologia do Nordeste semiárido*

O bolsão de semiáridéz existente anormalmente no Nordeste brasileiro vem sendo estudado desde o início do século XX. O escritor Euclides da Cunha (1982), no clássico “Os Sertões”, publicado originalmente em 1902, já se referia ao “martírio secular” do semiárido nordestino e, em especial, à periodicidade das secas que atingem esse espaço geográfico.

A costa oriental do Nordeste brasileiro apresenta uma pluviometria que acusa média anual de chuvas de 2000mm ou mais, ao passo que áreas da Depressão Sertaneja mostram-se com precipitações médias anuais da ordem de 400mm, como é o caso da região de Petrolina-PE.

Freitas (1915) realizou uma análise das chuvas em Quixeramobim-CE, com dados correspondentes ao período de 1909 a 1914. Delgado de Carvalho (1923) confeccionou um Atlas Pluviométrico do Nordeste brasileiro, em que se visualiza um bolsão semiárido. A partir da década de 1920, os trabalhos climatológicos sobre essa macrorregião do país passaram a ser mais direcionados às secas. Freise (1938) definiu as áreas do Nordeste do Brasil como “Zonas de Calamidade”.

A causa tida como principal da existência do semiárido nordestino foi atribuída a um fator de ordem geomorfológica, ou seja, ao “Planalto” da Borborema, ou seja, ao conjunto de grandes e pequenos maciços residuais que foram realçados

por interferências de sucessivos aplainamentos embutidos e eminentes sobre a superfície de erosão predominante (Andrade, 1965). A superfície da Borborema, em face da toponímia regional, ficou conhecida como Planalto da Borborema, como se se tratasse de uma superfície horizontal e homogênea, mas não é o caso, pois tal compartimento de relevo é um saldo de diversas superfícies de erosão altimetricamente escalonadas, daí preferir-se a expressão “Planalto” da Borborema.

Em alguns trechos dos maciços residuais do “Planalto” da Borborema (Figura 2), as altitudes excedem 900m. Demangeon (1974) analisou o clima do interior do Nordeste e atribuiu ao relevo a causa do semiárido do Nordeste brasileiro.

O interior do Nordeste é separado do oceano por um rebordo anticlinal (sic), a serra da Borborema a leste, e, ao norte por planaltos sedimentares mais baixos. O Nordeste árido fica “debaixo do vento” em relação aos alísios (Demangeon, 1974, p. 34).

Segundo esse equivocado esquema explicativo, a umidade advinda do oceano precipitava-se na fachada oriental da Borborema, como efeito da expansão e resfriamento adiabáticos do ar. Os fluxos de ar que mergulhavam em direção as áreas rebaixadas (Depressão Sertaneja) o faziam com baixo teor de umidade relativa. O Sertão semiárido seria, portanto, uma área à sotavento.

Serra e Ratisbonna (1959), estudando as propriedades das massas de ar que agem sobre a América do Sul, identificaram a “massa Equatorial Atlântica (EA)” (Figura 3) que, na opinião desses autores seria constituída pelos alísios do SE do Atlântico Sul. Houve um equívoco de Serra e Ratisbonna quando denominaram esse sistema de Equatorial, haja vista que a região de origem deste situa-se na periferia oriental do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul. Contudo, esses autores compreenderam que os alísios de sudeste são compostos de duas correntes, uma inferior fresca e úmida e outra superior, quente e seca, caminhando na mesma direção mas separadas por uma forte inversão de temperatura (Serra e Ratisbonna, 1959). A célula de altas pressões do Atlântico Sul apresenta-se como o principal controle para os climas do Nordeste do Brasil (Markham, 1972).

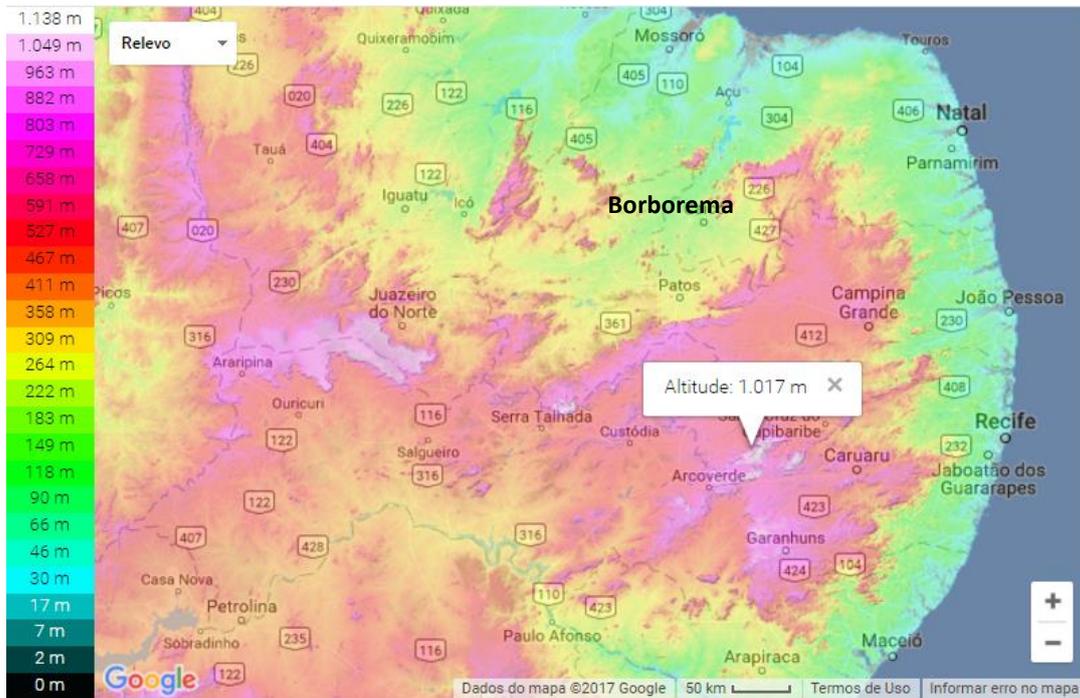


Figura 2. Superfície da Borborema. Fonte: <http://pt-br.topographic-map.com/places/Belo-Jardim-3849689/>

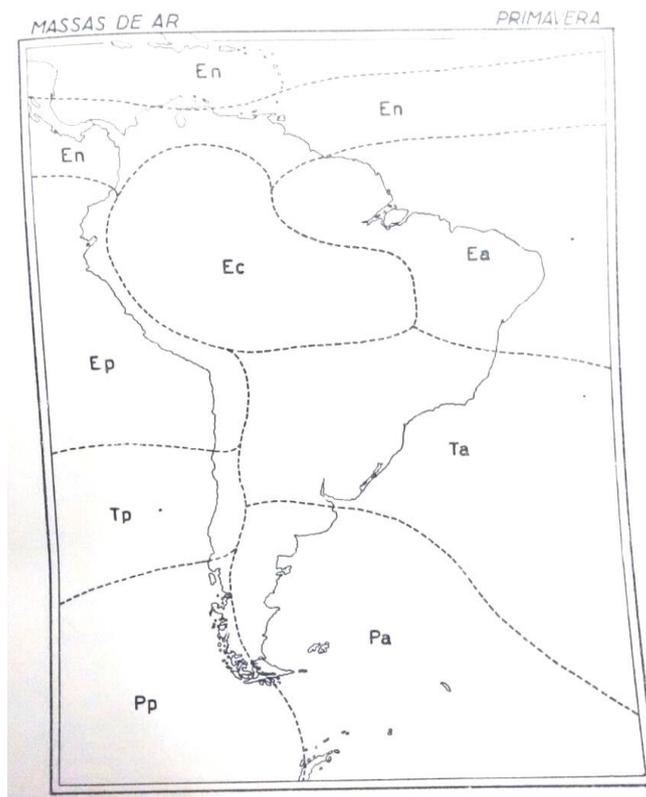


Figura 3. Mapa das massas de ar da América do Sul. “Ea” significa Massa de Ar Equatorial Atlântica, segundo Serra e Ratisbona (1959).

Andrade e Lins (1965), no célebre trabalho intitulado “Introdução à Morfoclimatologia do Nordeste do Brasil”,

*Jatobá, L., Silva, A.F.e Galvêncio, J.D*

apresentaram a hipótese segundo a qual o semiárido brasileiro é a projeção do ar seco do deserto do Kalahari sobre o saliente nordestino.

No Nordeste Oriental o que persiste durante todo o ano é o ar límpido, estável, dos alísios de SE, com baixo teor de umidade relativa que dá as estreladas noites transparentes. Esses alísios austrais têm como centro propulsor a célula de altas pressões subtropicais do Atlântico Sul, estabelecida aí pelos paralelos de 35° a 40°. (...) Do flanco oriental da célula secante ao deserto de Calaari, provém os alísios de SE que sopram em direção ao equador, crescentemente desviando-se para a esquerda. Absorve no percurso umidade fornecida por evaporação oceânica; mas viajam, também, sobre uma superfície cada vez mais quente de sorte que se vão aquecendo ao mesmo tempo pela base e

a umidade relativa mantém-se sempre baixa. O Nordeste Oriental é o domínio, dessarte, duma projeção transatlântica da mesma atmosfera que responde pelo deserto do Sudoeste Africano. Propusemos denominar essa projeção de “ar calaariano”, a exemplo do “ar saariano” dos meteorologistas boreais que transpõe o Mediterrâneo durante o verão Europeu (Andrade e Lins, 1965. p. 22 e 23)

Posteriormente, Andrade (1972) analisou com mais profundidade essa projeção do ar do Kalahari sobre o Nordeste brasileiro (Figura 4) e o centro de altas pressões subtropicais do Atlântico Sul, em especial o seu setor oriental (Figura 5).

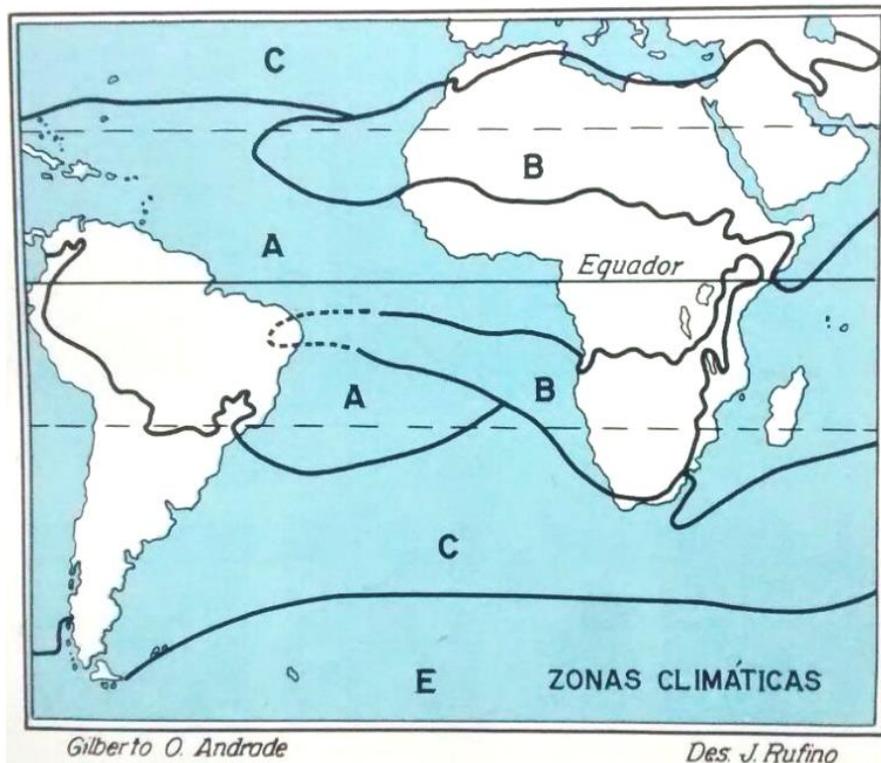


Figura 4. Zonas climáticas da América do Sul, África e Oriente Médio, segundo a classificação de Köppen. Na figura, observa-se a faixa de clima B que se prolonga do Sudoeste da África até o Nordeste brasileiro. Fonte: Andrade (1972).

Atualmente, as modernas informações obtidas por sensoriamento remoto, especialmente as imagens de satélite, confirmam a antiga

hipótese de Andrade e Lins, como pode ser visto na Figura 5.

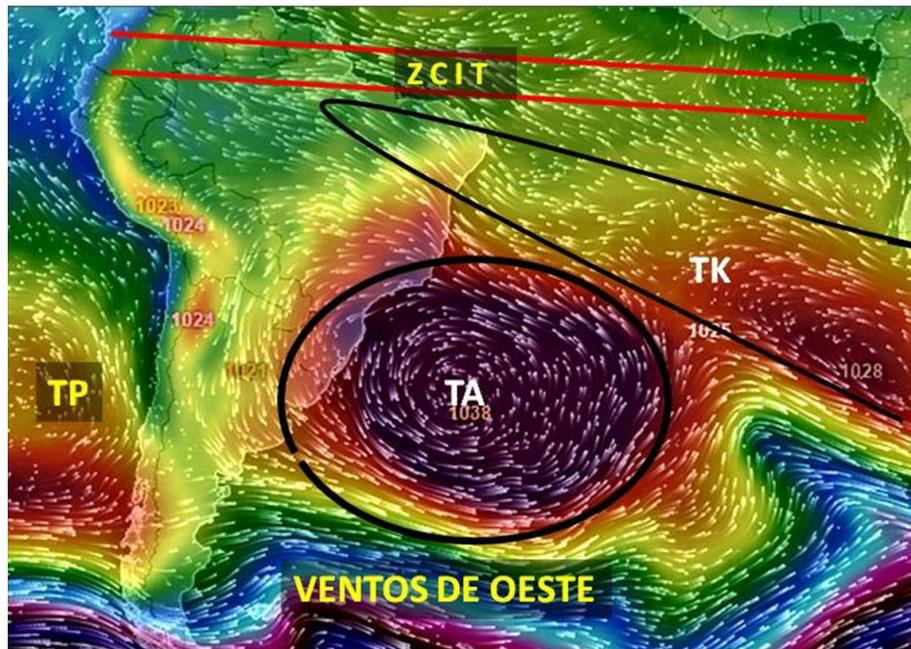


Figura 5. Dinâmica atmosférica do Atlântico Sul tendo como centro propulsor o anticiclone semifixo do Atlântico Sul. TA (Massa Tropical Atlântica), TK (massa Tépida Kalaariana), ZCIT (Zona de Convergência Intertropical). Esquema proposto por Lucivânio Jatobá.

### Metodologia

Para realizar o presente trabalho, inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica em materiais nacionais e internacionais, livros históricos em meio físico e meio digital. Durante o trabalho também foram acessadas as imagens de satélite (GOES) disponíveis na internet (<http://www.cptec.inpe.br/>).

Os dados de pluviosidade e temperatura mínima e máxima da região de Petrolina foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e os referentes a Florianópolis e Namíbia em <http://weather.uwyo.edu>. Para elaboração das curvas de regressão e tendências os dados foram vinculados a dois programas, sendo usados os Programas CLIMAP e Excel.

Foi também realizada uma análise bibliográfica de diversos trabalhos relativos à climatologia regional e do continente africano que permitiram uma conexão entre fatos de natureza meteorológica noutro continente com fenômenos atmosféricos verificados na depressão do São Francisco. Adotou-se portanto, no trabalho, o Princípio da Analogia, que faz parte da metodologia geográfica. Esse princípio estabelece que, delimitada e observada uma área em estudo, deveria ser a mesma comparada com o que se observa em outras áreas, estabelecendo as semelhanças existentes (Andrade, 1998). No presente trabalho foi feita uma analogia entre o

Jatobá, L., Silva, A.F.e Galvíncio, J.D

semiárido nordestino e a área desértica da África, ou seja, desertos da Namíbia, de onde provinham os dados utilizados para a comparação.

### Resultados e discussão

#### *A estrutura vertical e a camada de inversão dos alísios de sudeste*

Os ventos alísios em ambos os hemisférios são enquadrados na categoria dos ventos planetários constantes, haja vista que mantêm na prática uma mesma direção. Partem de células semifixas anticiclônicas existentes em ambos os hemisférios. Do hemisfério boreal vêm para os *doldrums* os alísios de nordeste. No Atlântico Sul formam-se os alísios de sudeste, que atingem boa parte do território brasileiro, sobretudo a Região Nordeste, e convergem para a mesma área depressionária.

Um fato marcante da estrutura vertical desses referidos ventos é a existência de duas camadas de ar qualitativamente distintas, ou seja, uma camada mais superficial que em alguns casos é tépida e úmida e uma outra camada mais elevada subsidente seca e aquecida. Ambas encontram-se separadas por uma superfície de descontinuidade conhecida como camada de inversão dos alísios.

O movimento subsidente do ar dos alísios em altitude aumenta a temperatura e reduz a umidade relativa do ar. Como consequência desse

fato, que por sinal irá refletir na atmosfera do Nordeste brasileiro semiárido, dá-se a dissipação das nuvens e o impedimento do crescimento vertical destas. Belculfiné e Alonso (1979) analisaram a estabilidade das nuvens sobre o Nordeste brasileiro e concluíram que a incidência maior de nuvens no Nordeste semiárido corresponde às nuvens quentes, ou seja, aquelas cujo topo não alcança a isoterma de 0°C. Isso sugere uma interferência da temperatura verificada na altitude da camada de inversão dos alísios sobre a atmosfera da região em apreço.

Quanto maior é altitude do início da camada de inversão, mais intenso é o crescimento vertical da massa de nuvens. A presença da camada de inversão facilita bastante as condições de estabilidade atmosférica e impedimento dos movimentos verticais de subida do ar.

A camada de inversão dos alísios de sudeste se verifica durante todo o ano, mas a altitude da base e do topo dela oscila em função da dinâmica atmosférica, da temperatura das águas superficiais do Atlântico e do relevo continental (Figura 6).

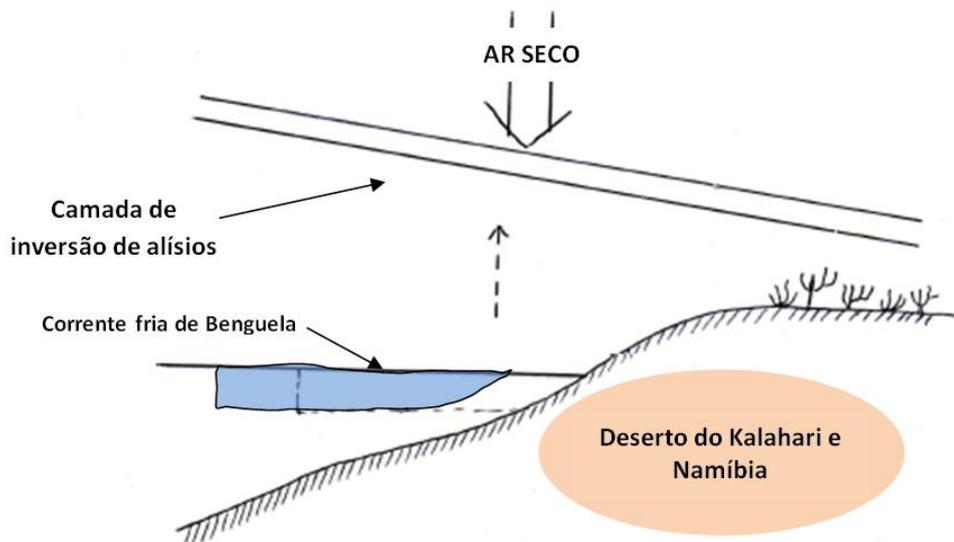


Figura 6. Representação esquemática da camada de inversão dos alísios (massa TK) sobre o Atlântico Sul e os desertos de Kalahari e da Namíbia. As temperaturas baixas da corrente oceânica de Benguela contribuem significativamente para a altitude baixa da camada de inversão. Representação gráfica: Lucivânio Jatobá e Alineaura Florentino Silva.

A altitude da camada de inversão dos alísios foi pioneiramente estudada por Riehl (1965) a partir de incipientes dados de radiossonda. Esse autor elaborou um mapa preliminar com essa altitude (Figura 7). Riehl (1965) constatou que na costa dos Desertos de Angola, Namíbia e Kalahari a base da inversão dos alísios encontrava-se a 500m de altitude, muito baixa, portanto. No entanto, à medida que o fluxo dos alísios se aproximava da costa oriental do Nordeste brasileiro, essa altitude subia para mais de 1500 m. Na área dos doldrums essa base ascendia para altitudes de 2000 m ou mais.

A corrente de Benguela, muito pouco estudada na época de Gilberto Osório de Andrade, em 1965, vem sendo nos dias atuais investigada sob a ótica oceanográfica e também climatológica. A Nasa fornece semanalmente mapas precisos das anomalias térmicas da superfície marinha, em especial da área ocupada pelas águas frias da Jatobá, L., Silva, A.F.e Galvíncio, J.D

corrente de Benguela. Repossi e Canziani (2009) verificaram na área ocupada pela corrente de Benguela ocorrência de eventos extremos caracterizados por ATSM (anomalia da temperatura da superfície marinha) positiva e intermitentes. Esses eventos foram designados como os “Niños Benguela”. Trata-se assim de uma mudança térmica esporádica da corrente de Benguela. Os efeitos desse “Niño Benguela” são percebidos nas costas da Namíbia e de Angola e se notabilizam por episódios de fortes chuvas, algo pouco comum na área.

Com a ocorrência do fenômeno “Niño Benguela”, há uma ascensão da camada de inversão dos alísios, favorecendo assim a formação de nuvens de desenvolvimento vertical (Cb). Tal subida da camada explica-se pelo aquecimento basal da massa de ar Tépidica Kalahariana (TK), promovida pela ATSM positiva (Anomalias Térmicas da Superfície Marinha –

Positiva) instalada no espaço de origem da massa TK.

É muito provável que o “Niño Benguela” repercuta nas chuvas do semiárido nordestino brasileiro, em especial na depressão sertaneja de Pernambuco.

Repossi e Canziani (2009) referem-se a eventos “Niño Benguela” no sudoeste da África

nos anos de 1934, 1949, 1963, 1984 e 1995, quando ocorreram pesados aguaceiros no espaço geográfico da África citado. Uma correlação preliminar poderá ser feita entre o que aconteceu no sudoeste africano com períodos bastante chuvosos no polo xérico pernambucano no qual se inclui o município de Petrolina-PE (Figuras 8 e 9).

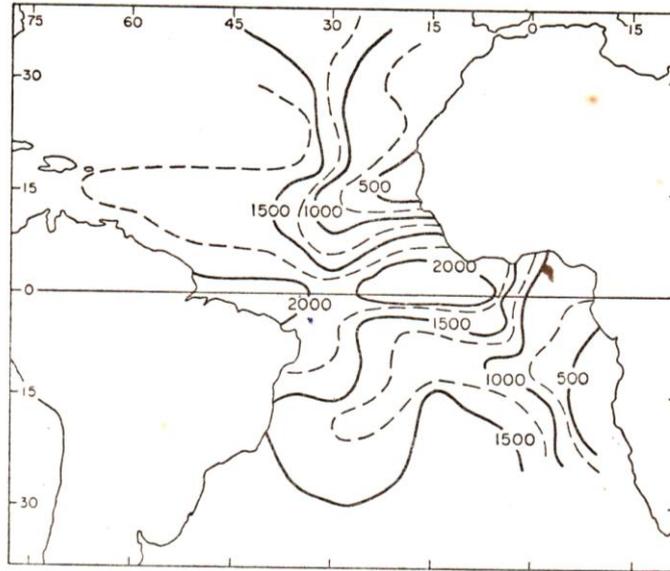


Figura 7. Altitude da base da camada de inversão dos alísios. Fonte: Riehl (1965)

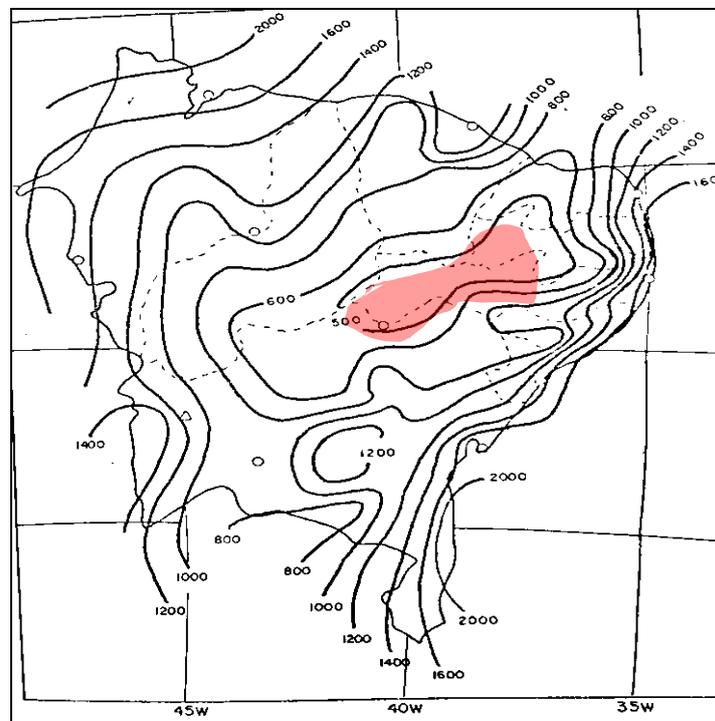


Figura 8. Precipitação média anual no período de 1931 a 1961 para o Nordeste do Brasil. Em vermelho destaca-se a extensão das áreas de menor precipitação anual da região. Adaptado de Strang (1972).

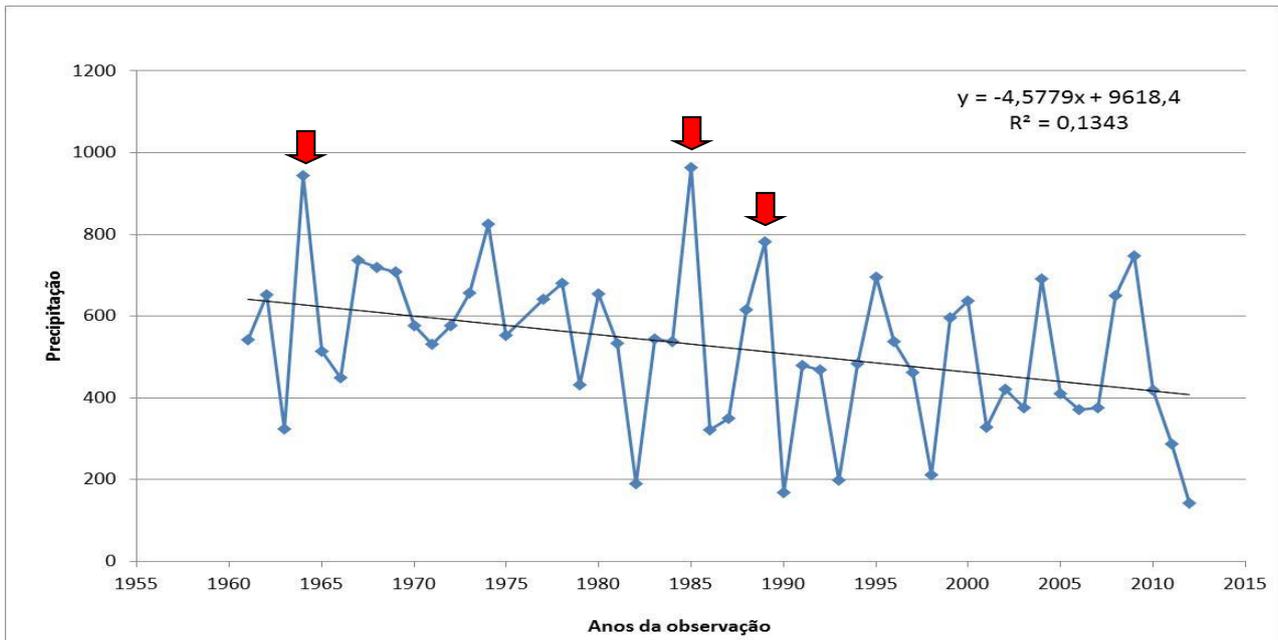


Figura 9. Precipitação média anual de Petrolina-PE no período compreendido entre 1961 a 2014. Setas vermelhas indicam os anos chuvosos em Petrolina, coincidindo com os eventos “Niño Benguela”. Fonte: INMET.

Por último, é preciso salientar a importância que têm os compartimentos de relevo sobre a ascensão e a subsidência da camada de inversão dos alísios no território semiárido do Nordeste brasileiro. Nos maciços residuais, ou seja, aqueles compartimentos de relevo mais elevados em terrenos cristalinos, a altitude força a subida da camada do ar tépido Kalahariano, uma expansão e um resfriamento adiabático do ar. A camada de inversão vai para níveis mais altos permitindo que se desenvolvam nuvens *nimbos* e

*nimbos estratos* que se dissolvem em chuvas orográficas nos brejos de altitude e de exposição. Contudo, esse mesmo ar, ao se deslocar em direção à depressão sertaneja, terá a camada de inversão novamente descendo, evitando o crescimento vertical das nuvens e contribuindo sobremaneira para a instalação de espaços semiáridos, como é o caso do município de Petrolina-PE. A Figura 10 mostra esquematicamente essa hipótese aqui apresentada.

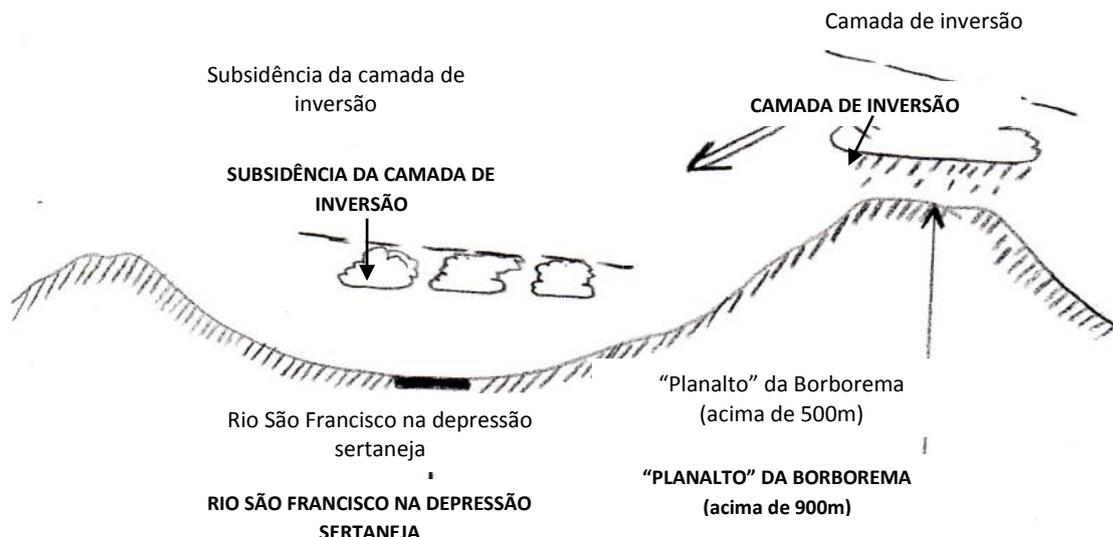


Figura 10. Influência dos compartimentos de relevo na altitude da camada de inversão dos alísios no Nordeste brasileiro. Representação gráfica elaborada por Lucivânio Jatobá e Alineaurea Florentino Silva

Markham (1972) identificou no semiárido nordestino as áreas de menor pluviosidade. Tais áreas coincidem exatamente com compartimentos de relevo deprimidos e ladeados por elevações

topográficas (Figura 11). Na figura é possível visualizar a depressão semiárida do São Francisco, na qual se insere a região de Petrolina.



Figura 11. Algumas áreas do Nordeste do Brasil consideradas de “sombra de chuva”. As áreas deprimidas são as pontilhadas. As setas indicam os fluxos de ar. Extraído de Markham (1972).

Os estudos da camada de inversão dos alísios, ou da massa de ar Tépidia Kalahariana, poderão ser realizados a partir da utilização de dados obtidos por balões sonda. Em outras áreas do planeta, como por exemplo nas Ilhas Canárias (Suárez, 2014) e na região da Namíbia esses estudos foram realizados e a altitude da camada de inversão referida foi identificada, coincidindo, por

sinal, com a altitude sugerida por Riehl (1965). A camada de inversão que apresente a maior diferença de umidade atmosférica entre a base e o topo dessa camada deverá ser a escolhida. A Figura 12, correspondente à situação atmosférica sobre a Namíbia, no dia 01 de julho de 2016, permite a constatação desse fato.



Figura 12. Correlação entre a camada de inversão dos alísios e a umidade relativa do ar sobre a parte ocidental da Namíbia. A seta verde indica a inversão térmica. Fonte: <http://weather.uwyo.edu>

Especificamente para a área de Petrolina não foram encontrados dados fornecidos por balão-sonda. Contudo, há informações correspondentes à região de Floriano que dista

aproximadamente 500km de Petrolina e que possui um clima do mesmo grupo de Petrolina (BSh), sendo portanto aqui considerada (Figura 13).

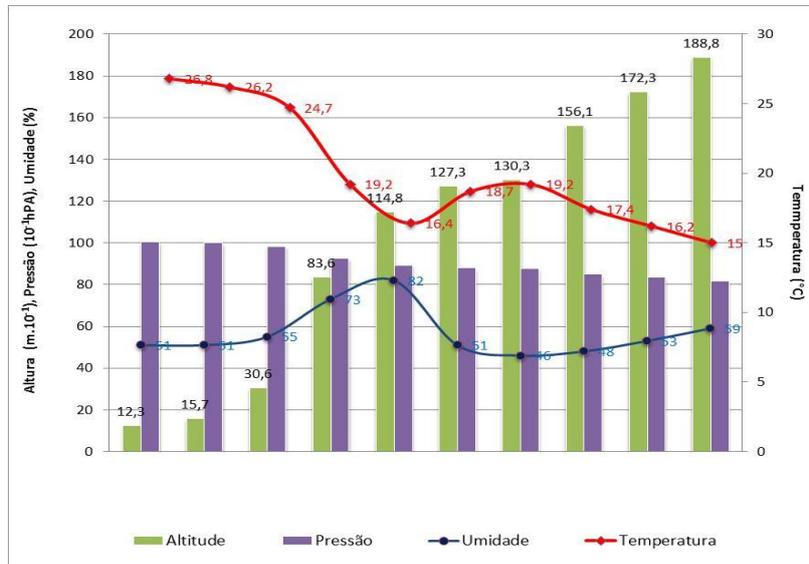


Figura 13. Correlação entre a camada de inversão dos alísios e a umidade relativa do ar sobre a região de Floriano-PI. Fontes: <http://weather.uwyo.edu>

#### Análise termopluiométrica da região de Petrolina

A depressão sertaneja, em especial, a área na qual se localiza o município de Petrolina-PE, apresenta como uma das características principais, no que concerne à climatologia, as amplitudes térmicas diárias consideráveis. Esse fato, comum em ambientes áridos e semiáridos, decorre da forte radiação noturna e a intensa radiação de ondas longas durante o período diurno. Ao longo do ano as médias térmicas mais baixas verificam-

se, sobretudo, nos meses de junho e julho (Figura 14). Esse fato é muito mais uma decorrência da invasão, mesmo que discreta, da Frente Polar do Atlântico (FPA) que remonta os Vales Médio e Baixo do São Francisco, do que mesmo uma variação da inclinação dos raios solares, algo comum em regiões de médias latitudes. Petrolina localiza-se numa faixa de baixas latitudes, ou seja, astronômicamente próxima do Equador Geográfico.

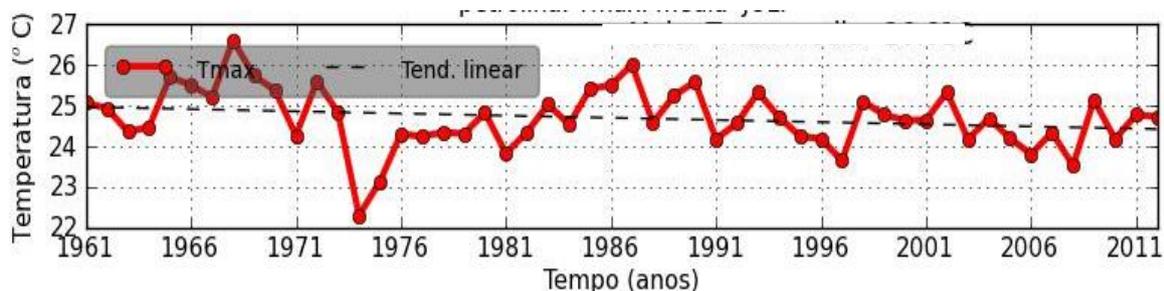


Figura 14. Média de temperatura mínima para o mês de julho entre os anos de 1961 e 2014 em Petrolina-PE incluindo linha de tendência. Fonte: <http://www.inmet.gov.br/>

A média da temperatura mínima do ano de 1975 guarda uma forte correspondência com a invasão da Frente Polar Atlântica (FPA) sobre o Nordeste brasileiro. Essa superfície de descontinuidade causou inclusive pesados aguaceiros na faixa

oriental de Pernambuco, cujo saldo foi a ocorrência das maiores enchentes registradas no médio e baixo cursos do rio Capibaribe.

Em Petrolina, os dados térmicos entre 1960 e 2014 (Figura 15) geraram uma equação de

regressão que mostra uma tendência linear positiva ( $y=0,00074x+12,163$ ) ao longo do tempo, que permite a constatação de um maior aquecimento sobre a região. Aquecimento global?

Uma decorrência de ações antrópicas locais? Uma investigação mais aprofundada poderá fornecer as respostas.

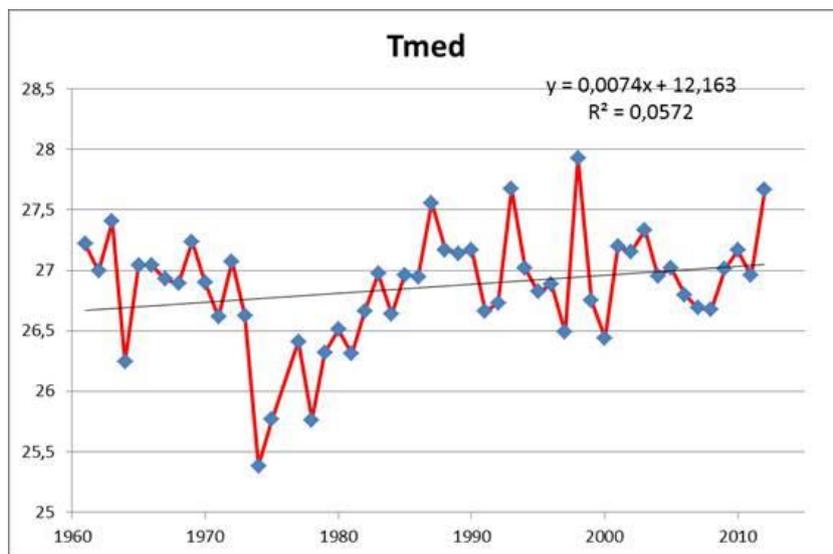


Figura 15. Temperatura média do ar do município de Petrolina no período entre 1961 e 2014. Fonte: INPE

Outro traço marcante de áreas com clima BSh é a irregularidade espacial e temporal das precipitações pluviométricas. Petrolina não foge à regra. No quadro climático semiárido, com uma certa periodicidade, instalam-se secas de efeitos negativos notáveis sobre a economia, a sociedade e o meio ambiente. Essas secas já vem sendo estudadas há séculos por diversos autores. Sampaio Ferraz (1925) sugeriu uma correlação casual entre as secas verificadas no Semiárido nordestino e as manchas solares. Esse mesmo autor chegou inclusive a prever uma grande seca, de proporções calamitosas, entre 1952 e 1956 que se verificou com um pequeno atraso, no ano de 1958. É provável que a fase de intensa atividade solar relacione-se com um impedimento da entrada na atmosfera nordestina, em particular, de partículas cósmicas que funcionariam como “núcleo de condensação” e formação de massa de nuvens. Essa hipótese carece de um estudo mais verticalizado no domínio da Astrofísica.

A correlação feita entre a Figuras 9 e a Figura 16 permite verificar que no período de 2000 e 2001 ocorreu um ciclo maior de manchas solares e redução significativa da precipitação pluviométrica na região de Petrolina. Por outro lado, no ano de 2005 o Sol encontrava-se no período de atividade mínima, refletindo no

aumento das chuvas em Petrolina (desvio positivo).

A série histórica das chuvas anuais ocorridas entre 1961 e 2014 revela uma tendência negativa das precipitações (Figura 9).

As secas de Petrolina são também resultantes da interferência remota de ATSM+ que ocorrem no Pacífico Equatorial (El niño) e do dipólo que acontece nas águas superficiais do Atlântico Norte (ATSM+) e de ATSM- do Atlântico Sul. Esse quadro de alterações de temperaturas superficiais da massa oceânica age sobre a expansão do centro de altas pressões do Atlântico Sul e, sobremaneira, na camada de inversão dos alísios, sobretudo a anomalia térmica (ATSM) negativa do Atlântico Sul, entre a África e a América do Sul. Esse fato acarreta a subsidência da camada de inversão referida e a ocorrência de fluxos mais intensos dos alísios de sudeste, que implicarão numa redução da migração meridional da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e de lihas de instabilidade que se deslocam da Amazônia em direção à região de Petrolina. A conjugação desses fatores propoicinará alterações consideráveis no desenvolvimento das chuvas na quadra de verão e no início do outono. A seca se instalará impiedosamente. A seca do Semiárido brasileiro é algo, portanto, de extrema complexidade.

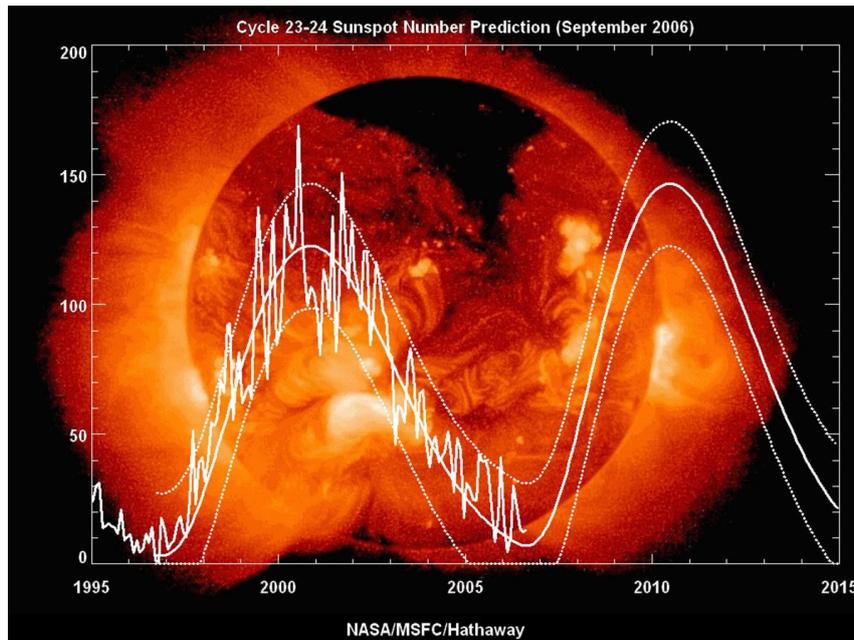


Figura 16. Atividade solar entre os anos 1995 e 2015. Fonte: Imagem apresentada por Luiz Carlos Molion em conferência proferida na UFPE, no ano de 2004.

### Conclusões

1. O semiárido nordestino é uma consequência da circulação atmosférica e não simplesmente do resultado das influências topográficas e do efeito de continentalidade;
2. A altitude mais baixa camada de inversão dos alísios é o fator determinante da semiaridez do vale médio do São Francisco.
3. É possível correlacionar a altitude da camada de inversão dos alísios de SE verificada sobre a corrente fria de Benguela e o Sudoeste africano desértico com a semiaridez instalada sobre o saliente nordestino brasileiro.
4. Os dados térmicos do município de Petrolina-PE demonstram uma tendência para acréscimos de temperatura no período de 1961 e 2012
5. Os dados de pluviosidade do município de Petrolina-PE permitem concluir que há uma tendência para diminuição das precipitações anuais no período de 1961 até 2012.
6. Nos anos em que se verifica o “Nino Benguela” há um desvio positivo das precipitações pluviométricas.

### Agradecimentos

Os autores agradecem as criteriosas e relevantes contribuições na revisão do trabalho, realizadas pela professora Dra. Werônica Meira, docente do Curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA/UFPE.

### Referências

- Andrade, G.O., 1972. Climas, in: Azevedo, A.de. Brasil, a Terra e o Homem. Ed. Nacional, São Paulo.
- Andrade, G.O.de, Lins, R.C., 1965. Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil. Revista Arquivos do ICT 3, 5-19.
- Andrade. M.C.de., 1998. Geografia Econômica. Editora Atlas, São Paulo.
- Damangeot, J., 1974. O Continente Brasileiro. Difel, São Paulo.
- Delgado de Carvalho, C.M., 1923. Atlas Pluviométrico do Nordeste do Brasil. IFOCS, Rio de Janeiro.
- Freise, F.W., 1938. The drouth region of Northeastern Brazil. Geographical Review 28, 363-378.
- Freitas, C.N., 1915. Estações Meteorológicas de Quixeramobim. Precipitações de 1909-1914. Revista do Instituto do Ceará 29, 348-350.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 20116. Eixo Monumental Sul Via S1 - Sudoeste - Brasília-DF - CEP: 70680-900. Disponível: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso: 1 jul. 2016.

- Markham, C.G., 1972. Aspectos climatológicos da Seca no Brasil – Nordeste. Sudene, Recife.
- Reason, C.J.C., Jagadheesha, D., 2005. Relationships between South Atlantic SST Variability and Atmospheric Circulation over the South African Region during Austral Winter. *Journal of Climate* 18, 3339-3355.
- Reposi, P.delV., Canziani, P.O., 2009. Detecção y estudio de las perturbaciones generadas en la atmosfera por los eventos “El Niño Benguela”. *Revista de Climatologia* 9, 15-23.
- Riehl, H., 1965. *Meteorologia Tropical*. Missão Norte Americana de Cooperação Econômica Técnica no Brasil, Rio de Janeiro.
- Serra, A., Ratisbonna, L., 1959. As massas de ar da América do Sul. *Revista Geográfica* 51.
- Suárez, V.K.N., 2014. Cálculo y análisis de la inversión térmica y el espesor de la capa de aire comprendida entre 500 y 1000 hPa em Canarias para los últimos 30 anos. Disponível: <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/429>. Acesso: 4 jul. 2016.
- Teixeira, A.H.deC., 2010. Balanço hídrico climático de Petrolina. Disponível: [http://www.eng.warwick.ac.uk/ircsa/pdf/9th/03\\_06.pdf](http://www.eng.warwick.ac.uk/ircsa/pdf/9th/03_06.pdf). Acesso: 29 jul. 2016.