

PRINCIPAIS SISTEMAS METEOROLÓGICOS EM SERGIPE

Elder dos Santos Lima
Universidade Federal de Sergipe
eldergeo@yahoo.com.br

Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto
Universidade Federal de Sergipe
josefaeliane@ufs.br

CLIMATOLOGIA: APORTES TEÓRICOS, METODOLÓGICOS E TÉCNICOS.

RESUMO

O clima exerce relevância nos sistemas produtivos agrícolas nas regiões tropicais, considerando-se que é através do sistema climático que ocorre a entrada e saída de energia no ambiente produtivo, proporcionando a capacidade de produção. O presente estudo se justifica por entender que as características climáticas apresentadas numa determinada localidade, além de tornarem-se fatores de diferenciação espacial que imprimem qualidades ao meio, podem constituir-se em elementos facilitadores da produção. Assim, o objetivo deste estudo é analisar a importância dos principais sistemas meteorológicos em Sergipe, como elementos representativos do clima em uma discussão na perspectiva da Geografia. O estudo sustentou-se em uma revisão teórico conceitual sobre a influência dos principais sistemas meteorológicos que determinam a precipitação significativa em Sergipe. No estudo verificou-se que há no mínimo seis principais sistemas meteorológicos produtores de tempo em Sergipe, que atuam na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas e que, por isto, o comportamento climático em determinados espaços necessitam da compreensão do fenômeno, desde a circulação atmosférica, aos elementos do clima, em investigações que possibilitem a compreensão da dinâmica climática, como um todo.

Palavras-chaves: Clima; Sistemas meteorológicos; Configuração espacial.

ABSTRACT

The climate has relevance in agricultural production systems in tropical regions, considering that it is through the climate system that takes place in and out of energy in the production environment, providing production capacity. The present study is warranted to understand the climatic characteristics presented in a particular locality, besides becoming differentiating factors spatial qualities that print in half, can become facilitators in elements of production. The objective of this study is to analyze the importance of the major weather systems in Sergipe, as representative elements of the climate in a discussion in a geographical perspective. The study was sustained in a theoretical concept about the influence of major weather systems that determine significant rainfall in Sergipe. In the study it was found that there are at least six major weather systems producing time in Sergipe, which act in determining how abundant or deficient rains and are, therefore, the climatic behavior in certain spaces need to understand the phenomenon, since atmospheric circulation, to the elements of weather, in investigations that enable the understanding of climate dynamics as a whole.

Keywords: Climate, Weather Systems; spatial configuration;

Introdução

A relevância da análise climática se reflete no dia-a-dia da população do Estado de Sergipe, pois se trata de uma área com uso e ocupação do solo predominantemente rural, com domínio das

pastagens, cultivos industriais, e agricultura de subsistência, tecnologia ainda incipiente, influenciando diretamente na organização do espaço.

O clima, importante elemento na configuração natural dos espaços, condiciona a quantidade e o volume dos rios, a vegetação e a formação dos solos. Merece atenção especial para a compreensão destes fenômenos, contribuindo na adequação e espacialização da agricultura, como atividade econômica principal do espaço tropical em análise.

Pode-se entender clima como uma abstração teórica que parte da ideia de sucessão habitual dos estados do tempo de uma determinada área, definido a partir da observação diária dos elementos que o compõe - temperatura, pressão, umidade e precipitação - por um período não inferior a 30 anos. É a combinação de fatores, que tem na radiação solar sua fonte geradora, em uma dada área e que condiciona determinado comportamento climático.

Mesmo apresentando uma extensão territorial pouco expressiva, de mais de 21.910,300 km², o Estado de Sergipe está localizado dentro de uma área onde o clima local é resultado de uma dinâmica regional, através dos sistemas de circulações, interagindo com a dinâmica local observada nos subsistemas de circulação, com influência do meio físico em geral.

Referencial Teórico e Conceitual

A respeito da teorização do clima, Pinto e Aguiar Netto (2008, p.13) se posicionam:

O clima não é um fato, mas uma abstração, da qual tira proveito cada investigador para implementar uma dada experiência de tempo (meteorológico) adequada a seus propósitos. Alguns autores recorrem à estratégia quantitativa considerando o clima como estado médio dos elementos atmosféricos sobre dado lugar. Outros preferem escapar da quantificação recorrendo a uma descrição qualitativa, tentando expressar o comportamento genérico da dinâmica atmosférica sobre dado lugar ou espaço. Entretanto todos pressupõem uma sucessão de tipos de tempo.

Estudos do comportamento climático em determinados espaços necessitam da compreensão do fenômeno, desde a circulação atmosférica, aos elementos do clima, em investigações que possibilitem a compreensão da dinâmica climática, como um todo. O que não é mais possível é continuar usando apenas critérios estatísticos inadequados para retratar as realidades climáticas regionais em suas peculiaridades (MONTEIRO, 2000, p. 19).

Para a compreensão melhor do clima dos lugares é interessante recorrer ao conhecimento dos elementos produtores dos sistemas, em sua análise genética. Assim sendo, busca-se subsídios literários da Meteorologia e da Geografia.

Metodologia

A análise dos principais sistemas meteorológicos em Sergipe foi realizada através de levantamentos bibliográficos, fontes cartográficas e bancos de imagem que, possibilitou o entendimento do comportamento dos principais sistemas produtores de tempo o qual, relacionada à realidade local, permitiu a análise da dinâmica climática como um todo.

Resultados

Há, no mínimo, seis sistemas meteorológicos que determinam precipitação significativa em Sergipe: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as bandas de nebulosidade associadas a frentes frias, os Distúrbios de Leste, os ciclones na média e na alta troposfera do tipo baixas frias (conhecidos como Vórtices Ciclônicos de Ar Superior - VCAS), as brisas terrestre e marítima e as oscilações de 30-60 dias (COSTA, *et al.*, 2011). Esses fenômenos, de acordo com a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe (SEMARH, 2010), atuam em sub-regiões distintas e também se superpõem em algumas sub-regiões nas mesmas épocas ou em períodos diferentes. Alguns desses sistemas são influenciados pelo albedo e pela orografia.

A confluência dos ventos alísios do Hemisfério Norte (alísios de nordeste) e os do Hemisfério Sul (alísios de sudeste) é que forma a ZCIT, observado na figura 01. O resultado dessa confluência ocasiona movimentos ascendentes do ar com alto teor de vapor d'água. Ao subir na atmosfera, o vapor d'água se resfria e condensa dando origem ao aparecimento de nuvens numa faixa que é conhecida por ter a mais alta taxa de precipitação do globo terrestre. A faixa de convergência é facilmente reconhecida em fotos de satélites pela presença quase constante de nebulosidade. A influência da ZCIT na precipitação do NEB é estudada por vários autores, entre os quais Serra (1941) e Hastenrath e Heller (1977), *apud* Ferreira & Mello, 2005.

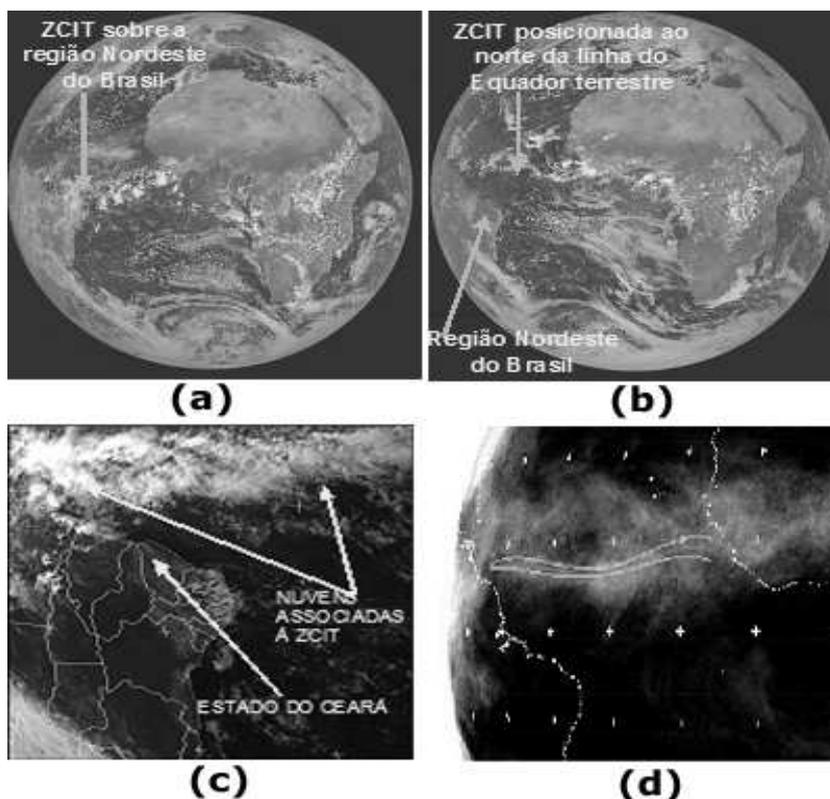


Figura 01: Zona de Convergência Intertropical-ZCIT mostrada através das imagens do satélite METEOSAT-7. Figuras 5(a) e 5(c) mostram a posição da ZCIT no mês de abril de 2003, período chuvoso da região Nordeste do Brasil, na qual o Ceará está inserido e Figuras 5(b) e 5(d) mostram a ZCIT no mês de outubro de 2003, fora do período chuvoso da região.

Fonte: Ferreira & Mello, 2005

A ZCIT é o fator mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil. Normalmente ela migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, aproximadamente 14° N em agosto-outubro para posições mais ao sul, aproximadamente 2 a 4° S entre fevereiro a abril. Esse deslocamento da ZCIT está relacionado aos padrões da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre essa bacia do oceano Atlântico Tropical (*op.cit.*, p.21).

Esse sistema atmosférico, em geral, atua sobre uma região por um período de tempo superior a dois meses, ou seja, é um fenômeno tipicamente climático, com uma escala de tempo sazonal. O seu eixo médio determina a conhecida posição da ZCIT.

A nebulosidade e a precipitação, contudo, acontecem no entorno desse eixo, principalmente na direção norte-sul. Esse eixo varia no sentido norte-sul durante o ano e sua intensidade depende da circulação geral da atmosfera bem como do aquecimento da superfície. Ele acompanha o deslocamento aparente do Sol com um atraso de aproximadamente dois meses. Na faixa do Atlântico/América do Sul, sua posição mais ao norte se dá em agosto-setembro, quando alcança 15° N, e sua posição mais ao sul acontece em março-abril entre 5° e 6° S. Essas posições podem variar de cerca de 5° e 6° graus de latitude para norte ou para sul em alguns anos. Essa variação na posição do

eixo médio da ZCIT está associada à ocorrência de secas (posição mais ao norte) e chuvas acima da média (posição mais ao sul) (CAVIEDES, 1972).

A localização futura da ZCIT pode ser prevista com alguns meses de antecedência a partir de características da temperatura da superfície do mar (TSM), entre outras. Contudo, as chuvas intensas ocorridas em algumas áreas sob a influência da ZCIT geralmente só são previstas com poucas horas de antecedência e a melhoria da previsão desses sistemas depende de informações de altitude e de radar meteorológico. A atuação da ZCIT em Sergipe se dá, principalmente, entre março e abril, sendo que, em muitos anos, está presente nos meses de fevereiro e maio. Por outro lado, em anos nos quais a ZCIT não se apresenta sobre Sergipe nos meses de março ou abril, o estado sofre com a redução de chuvas, principalmente na sua parte semi-árida.

Por sua vez, a penetração de frentes frias provenientes de regiões subantárticas, adentrando o Brasil, o NEB e Sergipe/ou instabilidades causadas pelo avanço desses sistemas, constitui um dos mecanismos da produção de chuvas em Sergipe (Figura 02). Esse mecanismo foi reconhecido por Serra em 1941 e bem documentado por Kousky em 1979, *apud* (FERREIRA & MELLO, 2005). A frequência desses sistemas é de aproximadamente um a cada cinco dias no Sul e Sudeste do Brasil. Mas, somente alguns desses sistemas ou parte deles penetram mais ao norte (KOUSKY e VIRJI, 1982). Dessa maneira, são poucos os sistemas que influenciam Sergipe produzindo chuvas e eles não possuem o gradiente térmico característico da região Sul e Sudeste do Brasil.

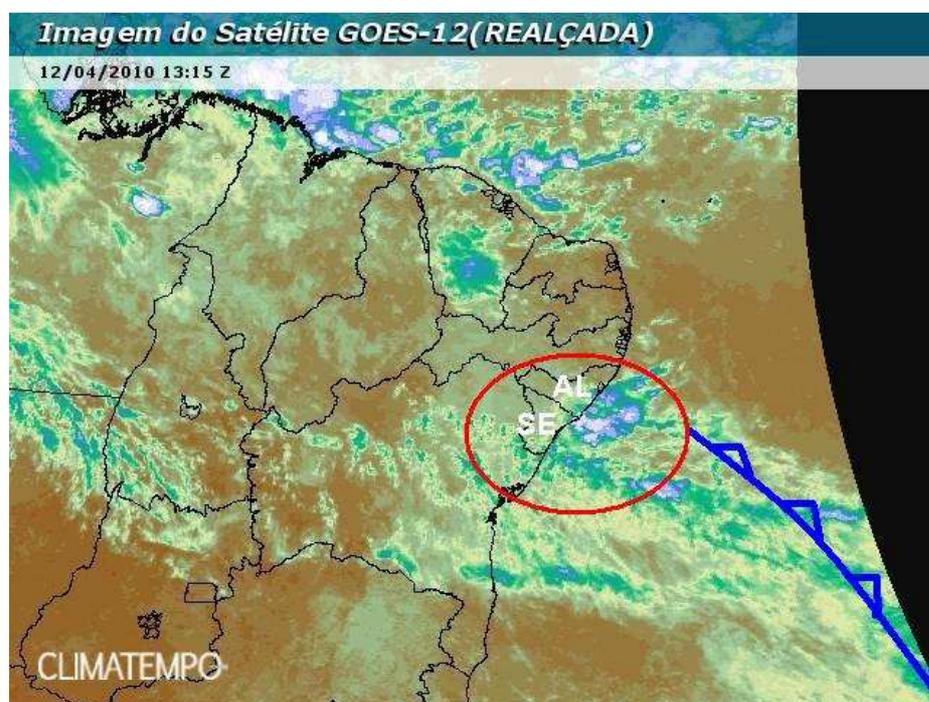


Figura 02: Atuação da frente fria no Nordeste brasileiro, com destaque em Sergipe e Alagoas.

Fonte: <http://www.climatempo.com.br/satelite>

As frentes frias são sistemas de características baroclínicas e suas estruturas gerais são detectadas nos modelos de análise e previsão do tempo dos diversos centros meteorológicos, nacionais ou internacionais. Esses modelos estão disponíveis na Internet. Porém, as características de mesoescala associadas a esses sistemas, tipo Linhas de Instabilidades (LIs) e Complexos Convectivos (CC) são mais bem observadas com o auxílio de redes de estações meteorológicas de superfície por meio de dados de radiossondagem e pelas informações de radar meteorológico de modelos de mesoescala. Esses sistemas podem ser previstos por intermédio de modelos de mesoescala.

As bandas de nebulosidade associadas aos sistemas frontais que penetram em Sergipe são, na verdade, remanescentes de frentes frias que avançam sobre o sul da região nos meses de dezembro a fevereiro. Esses sistemas podem influenciar na precipitação nos meses de abril a agosto, interagindo, em alguns casos, com outros sistemas meteorológicos. Sergipe recebe o máximo de precipitação no período de maio a julho, justamente durante o início do inverno do Hemisfério Sul – época em que as frentes frias são mais intensas (Figura 03).



Figura 03: Situação atípica provocada pela atuação de uma frente fria no mês de abril em 2011, ocasionando enchente nas principais vias de circulação de Aracaju.

Fontes: <http://blogdorizzo.blogspot.com.br/2011/05/alagaju-enchentes-em-aracaju-24052011>

Há registro da atuação de perturbações e ondas de leste que, em geral, são fenômenos de pequena amplitude observados nos campos de vento e pressão à superfície, atuantes no leste do NEB, desde o Rio Grande do Norte até a Bahia (5° a 13° S), incluindo o estado de Sergipe, no período de maio a agosto. Perturbações são todos os conglomerados de nuvens e as ondas de leste possuem características de instabilidade no campo do vento e da Temperatura da Superfície do Mar (TSM).

O deslocamento dessas ondas, associadas a conglomerados convectivos, ocorre de leste para oeste, a partir do Oceano Atlântico, até atingir o litoral oriental da região – daí advinda a sua denominação. (Figura 04).



Figura 04: Imagem do Satélite Meteosat-7 mostrando nebulosidade que está se deslocando desde a costa da África até o litoral leste do Brasil.

Fonte: FUNCEME, 2010.

As ondas de leste acontecem na maioria dos anos e a intensidade e frequência dessas ondas dependem da TSM, do cisalhamento meridional do vento e da circulação troposférica no Atlântico tropical. Em 1977, Yamazaki e Rao mostraram que a velocidade média de propagação desses sistemas é de 1.100 km por dia. A intensidade dessas perturbações é mais bem verificada no nível de 700 h Pa (cerca de 3 km de altitude) (MOTA e GANDU, 1998) *apud* (FERREIRA & MELLO, 2005).

Apesar da sua pequena amplitude, as ondas de leste podem produzir chuvas intensas e inundações, particularmente em áreas costeiras, e podem penetrar até 400 km dentro do continente. A aproximação de conglomerados de nuvens associados a perturbações de leste na costa do NEB e de Sergipe pode ser observada em imagens de satélites, sem contudo haver possibilidade de se obter informações sobre a quantidade de água precipitável.

Devido à sua pequena amplitude, as ondas de leste são muito melhor observadas em campos do vento de mesoescala e em imagens de radar meteorológico. As imagens de radar podem informar, inclusive, as quantidades de água precipitável. Os modelos atuais só detectam a aproximação desses sistemas com menos de 12 horas de antecedência devido principalmente ao fato de que não existem dados no oceano adjacente ao NEB.

Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera ou Vórtices Ciclônicos da Atmosfera Superior (VCAS) (também conhecidos como “baixas frias”) atuam sobre o Estado de Sergipe, o NEB e outras regiões do Brasil preferencialmente nos meses de novembro a fevereiro. Em alguns anos, a permanência desses sistemas vai até os meses de março e abril. A atuação dos VCAS ocorre de forma muito irregular já que estes sistemas, dependendo de seu posicionamento, podem produzir tanto

chuvas intensas como estiagens em qualquer área de Sergipe e do NEB, inclusive causando ventos fortes (Figura05).

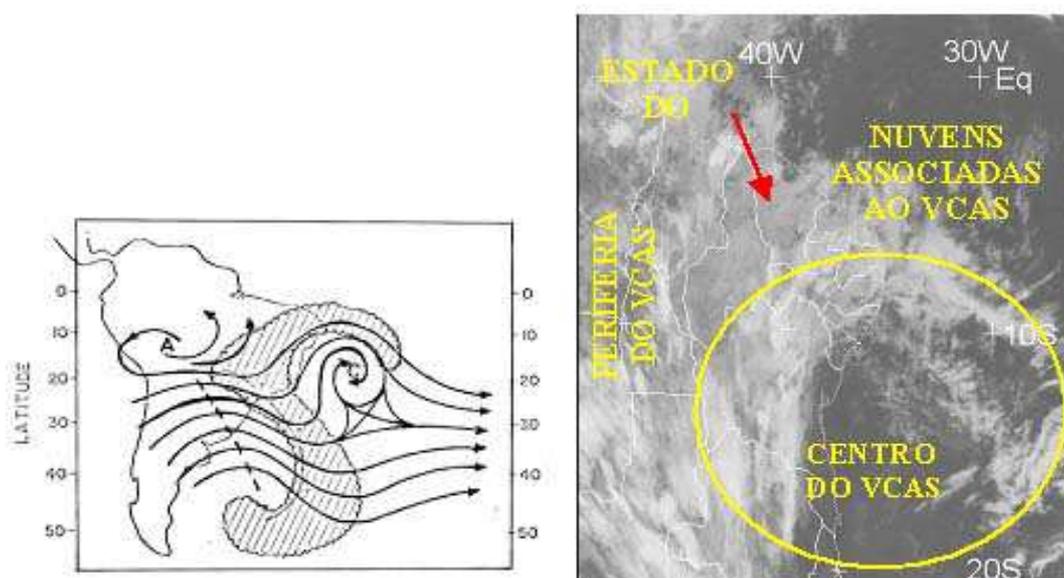


Figura 05: Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis-VCAN.

Imagens do satélite METEOSAT 7, canal infravermelho, recepcionada pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME.

Fonte: FUNCEME, 2010.

Os VCAS variam muito de posição e não possuem uma sub-região preferencial para atuar. As chuvas ocorrem nas bandas de nebulosidade que circundam o seu centro dentro do qual o movimento subsidente inibe a formação de nuvens. Esses sistemas podem permanecer atuando durante semanas. Caso o seu tempo de vida oscile de uma a três semanas, os períodos de estiagens nas áreas abaixo do seu centro são denominados veranicos, prejudicando as atividades agropecuárias.

Foi Dean, em 1971, quem primeiro constatou a presença desses vórtices sobre o NEB em cartas médias mensais dos níveis de 300 e 200 hpa (9 e 12 km de altitude, aproximadamente). Em 1976, Aragão detectou um desses vórtices em cartas sinópticas em alguns dias de janeiro de 1970. Desde então, outros autores estudaram as características dos VCAS (VIRJI, 1981; KOUSKY e GAN, 1981; GAN, 1983) *apud* (FERREIRA & MELLO, 2005).

O aparecimento desses vórtices está relacionado com a circulação geral da atmosfera, com a Alta da Bolívia (um sistema de alta pressão bem conhecido dos meteorologistas), com a posição da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (um sistema sazonal) e a penetração de frentes frias do sul. A denominação “baixa fria” se deve ao fato de que a temperatura do ar no centro do vórtice é mais baixa do que na área que o circunda. O centro do vórtice apresenta movimento vertical descendente, o que justifica o ar mais frio e a quase ausência de precipitação na área logo abaixo dele.

As regiões periféricas ao centro do vórtice apresentam movimentos verticais ascendentes com chuvas advindas, principalmente, de nuvens convectivas. No período da tarde, chuvas do tipo

pancadas, de nuvens convectivas, podem ocorrer no centro do vórtice devido ao grande aquecimento das áreas localizadas abaixo dele.

Muitas vezes, VCAS aparecem nos altos níveis da troposfera, lá permanecendo sem causarem precipitação significativa. As chuvas iniciam quando os vórtices se estendem de pelo menos 300 hpa (9 km acima do nível médio do mar, aproximadamente) até 700 hpa (3 km, aproximadamente).

Na maioria dos casos, o ramo ascendente oeste é o que produz mais precipitação no NEB, pelo fato de que os ramos ascendentes norte e leste se situam, preferencialmente, sobre o oceano. Os VCAS podem permanecer sem movimento aparente por vários dias até desaparecerem, normalmente quando se movem para sudoeste, adentrando o continente.

A frequência desses sistemas tem dependência na variabilidade interanual da atmosfera e são mais constantes em anos de ocorrência de episódios do fenômeno ENOS (El Niño Oscilação Sul), (HARZALLAH *et al.*, 1996) *apud* (COSTA *et al.*, 2011).

Por fim, a brisa, que é a parte superficial de uma circulação térmica causada pelo aquecimento diferencial dos oceanos e da superfície sólida da Terra. O ar sobe nas áreas mais aquecidas elevando o ar úmido que condensa, forma as nuvens e produz as chuvas. O ar desce nas áreas mais frias. Por continuidade, o vento superficial sopra das áreas mais frias (onde a pressão atmosférica é maior) para as mais quentes (pressão menor), completando a circulação. A brisa é chamada terrestre quando o vento superficial associado sopra da terra (superfície sólida) para o mar, e marítima quando ocorre do mar para a terra, como pode ser vista na figura 06. A brisa terrestre acontece à noite, pois a terra se resfria mais rápido do que a água, e a marítima ocorre durante o dia devido ao aquecimento solar maior da terra com relação à água. Um fator importante na modulação das brisas na região tropical é a atuação dos ventos alísios que sopram, preferencialmente, do quadrante nordeste-sudeste.

Os sistemas de brisa são observados no Litoral e Zona da Mata de Sergipe e do NEB, durante todo ano. Entretanto, são observadas com maior definição nos meses de outono e inverno, principalmente quando da atuação de sistemas meteorológicos que ocorrem nesta época do ano. Em geral, produzem chuvas de intensidade fraca a moderada. Em 1980, Kousky mostrou que mais do que 50% da precipitação das áreas costeiras cai à noite. Ele associou essa precipitação com a brisa terrestre.



Figura 06: As brisas marítimas e terrestres resultam do aquecimento e resfriamento diferenciais que se estabelecem entre a terra e a água

Fonte: maps.google.com.br/maps/ms?ie=UTF8&t=m...oe..

Evidentemente, a convergência causada pela brisa terrestre e os alísios de nordeste-sudeste, juntamente com o grau de instabilidade da atmosfera, é muito importante para a precipitação noturna. As áreas afastadas da costa entre 100 e 300 km têm um máximo diurno associado com a brisa marítima.

A brisa marítima é máxima quando existe um contraste máximo entre a TSM e a temperatura da terra. Isso ocorre no final do outono e no início do inverno (maio, junho e julho), justamente durante os meses mais chuvosos em Sergipe. No caso da brisa marítima, não existe convergência causada pela brisa e os alísios de nordeste-sudeste, pois os ventos dos dois sistemas sopram quase que paralelos. Nesse caso, um fator importante é a modulação da precipitação pela orografia.

Considerando outros fenômenos oceano-atmosfera em escala planetária, deve-se mencionar o fenômeno ENOS/LNOS (episódio frio ou La Niña) e o fenômeno do Dipolo do Atlântico que interferem na ocorrência de chuvas sobre Sergipe e o NEB. O fenômeno ENOS (episódio quente ou El Niño), consiste basicamente de um aquecimento anômalo do Oceano Pacífico Equatorial, em conjunto com variações do campo de pressão no nível do mar na região tropical.

Embora a existência do fenômeno ENOS não implique necessariamente em ocorrência de secas sobre o NEB, sabe-se que sua atividade moderada a muito intensa pode provocar condições de seca moderada a severa sobre o semi-árido nordestino (ARAGÃO, 1986) *apud* (COSTA *et al.*, 2011) a exemplo do que aconteceu entre os anos de 1982 e 1983 como também entre 1997 e 1998. O fenômeno LNOS (“episódio frio” ou “La Niña”) é o oposto do ENOS, ou seja, o resfriamento anômalo do Oceano Pacífico Equatorial.

Conclusões

O presente estudo permite concluir que o clima local é resultado de uma dinâmica regional, através dos sistemas de circulações, interagindo com a dinâmica local observada nos subsistemas de circulação, com influência do meio físico em geral.

Os sistemas produtores de tempo atuam na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas e que, por isto, o comportamento climático em determinados espaços necessitam da compreensão do fenômeno, desde a circulação atmosférica, aos elementos do clima, em investigações que possibilitem a compreensão da dinâmica climática, como um todo.

Um estudo mais detalhado do tempo e do clima de Sergipe tem que levar em consideração variáveis meteorológicas e climatológicas e estudos sobre a influência de cada um dos seis sistemas meteorológicos citados anteriormente. Além disso, as influências de fenômenos oceano-atmosfera do tipo El Niño/Oscilação do Sul (ENOS) e Dipolo do Atlântico têm que ser consideradas.

Referências

CAVIEDES, C. N. **Secas and El Niño: two simultaneous climatical hazards in South América.** Proceedings of the Association of American Geography, V.5, 1972.

COSTA Overland Amaral; SANTOS David Nogueira dos. **Influência da ZCAS e ZCIT e seus efeitos de inundações nas bacias hidrográficas no estado de Sergipe – abril de 2010.** IV Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe. Aracaju, 2011.

FERREIRA. G. A. & MELLO. N G. da 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, Vol. 1, No 1., 2005.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2010.

KOUSKY, V.E.; GAN, M.A, **Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic.** Tellus,1982.

MONTEIRO , C. A. De F.**Geossistema: a história de uma procura.** São Paulo. Contexto, 2000.

PINTO, J. E. S. S., AGUIAR NETTO, A. O. **Clima, geografia e agrometeorologia: uma abordagem interdisciplinar.** Aracaju: UFS, 2008.

SEMARH/SRH, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídrica-Superintendência de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe/ Caracterização e Diagnóstico Ambiental do Estado**, vol. 1, 2010.

Sites:

Fonte: <http://www.climatempo.com.br/satelite>

Fontes: <http://blogdorizzo.blogspot.com.br/2011/05/alagaju-enchentes-em-aracaju-24052011>

Fonte: maps.google.com.br/maps/ms?ie=UTF8&t=m...oe..