

ANÁLISE DA TENDÊNCIA DO REGIME DE CHUVA NAS CIDADES DE MOSSORÓ-RN E NATAL-RN DE 1986 ATÉ 2007

R. R. C. Oliveira¹ e A. G. Silva²

E-mail: rafael_underline_crisanto@hotmail.com¹, aline.gomes@ifrn.edu.br²

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar o comportamento da precipitação total anual, de 1986 até 2007, das cidades de Mossoró e Natal, as quais são municípios do Rio Grande do Norte-RN (Nordeste do Brasil: NEB). Isso, a fim de investigar se há uma tendência de aumento, diminuição ou uma permanência aproximadamente constante da precipitação total anual, em meio às mudanças climáticas que estão sendo observadas no planeta. Segundo pesquisadores, sobre a

região tropical, a qual o Nordeste do Brasil está inserido, existe uma tendência de aumento da precipitação devido à forçantes, seja de ordem natural ou antropológica. Para o planejamento de atividades agrícolas, construção de barragens, açudes, cisternas, e outros, fazem-se necessárias essas informações. Para isso, foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do 3º Distrito de Meteorologia – DISME.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação pluviométrica, Mossoró, Natal, mudanças climáticas.

TREND ANALYSIS OF RAINFALL REGIMES IN THE TOWNS OF MOSSORÓ AND NATAL BETWEEN 1986 AND 2007

ABSTRACT

This study aims to analyze the behavior of the total annual precipitation, between the years 1986 and 2007, about the cities of Mossoró and Natal, which are located of Rio Grande do Norte (Brazilian Northeastern). This was designed in order to investigate whether there is a tendency to increase, decrease or remain steady due climate changes that are being observed on the planet. According to researchers, about the tropical region, the

Northeast of Brazil which is inserted, there is a trend of increased rainfall due to forcings, whether the natural order or anthropological. For planning agricultural activities, construction of dams, reservoirs, tanks, and other, are necessary this information. For this, we used data from the National Institute of Meteorology (INMET) and the 3rd District of Meteorology - DISME

KEYWORDS: Rainfall, Mossoró, Natal, Climate Change.

1 INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é uma das variáveis meteorológicas mais importantes para os estudos climáticos de uma determinada região. Diversas atividades do setor produtivo-econômico-social (como agricultura, geração e distribuição de energia hidroelétrica, indústria, etc) são dependentes da variabilidade pluviométrica regional. E, o conhecimento do comportamento dessa variável é substancial para os projetos dessas atividades.

No contexto atual, de mudanças climáticas, tem sido perceptível que a variabilidade anual e sazonal da precipitação no estado do RN tem se tornado cada vez maior, isto é, períodos bastante secos e outros bastante chuvosos. Como por exemplo, esse ano, 2013, foi previsto precipitação abaixo da média pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) e pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), o primeiro trimestre do ano foi um período bastante seco, seguido por um período chuvoso, onde a precipitação foi induzida pela Zona de Convergência Intertropical, principal sistema atuante nessa região. A variabilidade da precipitação é perceptível para o RN, mas com relação à precipitação acumulada ao decorrer dos anos, ela vem aumentando ao passar dos anos? Ou diminuindo? Ou seria constante, apenas oscilando entre extremos (anos secos e anos chuvosos)?

O objetivo desse trabalho é analisar a tendência (aproximadamente constante, decrescente ou crescente) da precipitação, entre os anos de 1986 até 2007, nos municípios de Natal e Mossoró, ambos localizados no Rio Grande do Norte, NEB, por conseguinte, efetuando uma análise comparativa do regime de chuva entre os mesmos. Foram escolhidas essas duas cidades por estarem localizadas em sub-regiões diferentes de acordo com algumas classificações encontradas na literatura. As regiões são classificadas pelos diferentes climas, ou seja, pelos sistemas meteorológicos que atuam sobre a referida.

Esses resultados fornecem subsídios e embasamentos para um pesquisador ou projetista de construções para armazenamento de água, e também, agricultores (de pequeno ou grande porte) para planejar, de forma consciente, seus investimentos com menos riscos, seja esse financeiro ou físico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No A distribuição da precipitação no Nordeste do Brasil (NEB) é irregular tanto no tempo quanto no espaço, com precipitação média entre 300 e 2.000 mm/ano. Dentre os principais sistemas atmosféricos que influenciam na precipitação no NEB, temos a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as bandas de nebulosidades associadas às frentes frias, os distúrbios de leste, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs), Brisas Marítimas (favorecendo as Linhas de Instabilidades) e Terrestres (Molion e Bernardo, 2002). Cada sub-região do NEB é influenciada por combinações de alguns desses mecanismos físicos.

Com base nos totais pluviométricos anuais, período chuvoso e na associação dos sistemas meteorológicos atuantes, Lucena et al. (2011) dividiu o NEB em três sub-regiões: i) Norte, onde o

período com maior precipitação entre fevereiro e maio; ii) Leste, com período chuvoso entre abril e julho; iii) Semiárido, com precipitação máxima entre março e maio.

De acordo com a Figura 01, Natal está inserida na sub-região 2, com período chuvoso demarcado entre abril e julho, e Mossoró na sub-região 1, com maior precipitação entre fevereiro e maio. Foram escolhidas essas duas por servirem de amostra para o todo o RN, já que estão localizadas em sub-regiões diferentes.

São escassos os estudos climáticos regionais, abrangendo o estado do RN. Dessa forma, além de tentar verificar a tendência da precipitação sobre essa região, será feita uma análise comparativa entre o regime de precipitação dos dois municípios, e deve-se verificar/confirmar a inserção destes em sub-regiões diferentes, de acordo com a classificação de Lucena et al. (2011).

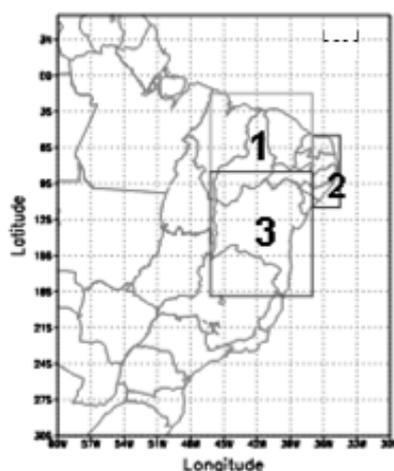


Figura 01: Divisão do NEB de acordo com Lucena et al., (2011). Fonte: Lucena et al., (2011).

2.1 Resumo dos dois principais Sistemas Meteorológicos atuantes no RN

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é a faixa de encontro dos alísios de nordeste (procedentes do Hemisfério Norte) com os de sudeste (procedentes do Hemisfério Sul). A ZCIT é uma região de pressões relativamente baixas, localizada entre 10°N e 5°S em relação à linha do equador, caracterizada por uma acentuada instabilidade atmosférica que favorece o desenvolvimento de intensas correntes ascendentes, com formação de grandes nuvens convectivas, geradoras de precipitação, sendo, portanto, uma zona de nebulosidade.

Essa oscilação da máxima incidência solar (10°N e 5°S) é responsável por significativa justificação do ritmo da precipitação no NEB. Pois, quando a incidência na ZCIT é máxima abaixo do Hemisfério Sul, próximo ao nordeste do Nordeste brasileiro a precipitação será máxima, que é entre os meses de Janeiro a Março (verão). À medida que a incidência da radiação solar vai distanciando-se, o índice pluviométrico diminui gradativamente, até novamente o ciclo ser completado. Esta oscilação tem período anual, do mesmo modo que as estações do ano são intrínsecas ao movimento de translação da terra (Iracema et al., (2009)).

As brisas marítima e terrestre são sistemas meteorológicos que influenciam a temperatura e precipitação em cidades costeiras, como Natal. As brisas são decorrentes da diferença de temperatura entre a areia e a água do mar.

O Calor específico é uma grandeza física que define a variação térmica de determinada substância ao receber certa quantidade de calor, a qual é constante para cada substância em cada estado físico. Os componentes da superfície terrestre têm diferentes calores específicos, portanto, aquecem o ar com temperaturas diferentes (Gaspar, 2011).

Quando o ar é mais quente, sua densidade é menor, portanto sua tendência é fluir para cima. Esse fenômeno é o que ocasiona o movimento do ar, denominado de vento. Assim, à superfície, o ar flui das pressões mais altas para as pressões mais baixas, forçando convergência deste. Além de movimento vertical ascendente nas regiões em que a pressão é mais baixa e divergência, com movimento vertical descendente (subsistência) nas regiões em que a pressão é mais alta. Este movimento verifica-se a diferentes escalas: à escala global (circulação global), à escala regional (depressão térmica de Verão sobre a Península Ibérica) e à escala local (tornados, ventos de vale e de montanha, brisas, entre outros.). Logo, as brisas são correntes de ar nas regiões litorâneas.

Ao longo do dia, o calor solar chega à superfície terrestre através de radiação. Em regiões litorâneas, a costa continental e o mar recebem aproximadamente a mesma potência térmica. O calor específico da água é muito maior que a dos componentes da costa (areia), ou seja, a água demora mais tempo para variar sua temperatura. Ambos aquecem o ar que está sob eles por radiação, o que faz a temperatura do ar junto à costa se torne mais alta que a do junto ao mar. Essa diferença de temperatura gera uma diferença de pressão (gradiente de pressão): baixa pressão sobre a areia e alta pressão sobre o mar. Isto ativa a convecção do ar, gerando um fenômeno denominado de brisa marítima.

Durante a noite, a radiação térmica proveniente do sol deixa de atingir a costa e o mar, mas os dois continuam a emitir calor para o ar por radiação, passando a resfriarem-se. Como o calor específico da costa é menor que o da água, logo sua temperatura diminui mais rapidamente que o mar. Com o tempo a temperatura do ar junto à costa se torna menor que a do mar e as correntes de convecção invertem o sentido: da costa, mais fria, para o mar, mais quente, chamado de brisa terrestre.

O El Niño é um fenômeno de cunho atmosférico-oceânico. Este consiste em um anômalo aquecimento das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global. Desse modo, pode vir a mudar os padrões de vento a nível mundial, afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias, inclusive o NEB, neste último vindo a diminuir a precipitação.

Em algumas áreas do sertão (semiárido) nordestino, segundo o Laboratório de Meteorologia (LabMet), essa diminuição pode alcançar até 80% do total médio do período chuvoso – entre fevereiro e maio.

O fenômeno La Niña, assim como o El Niño é de cunho oceânico-atmosférico. Todavia, suas características são opostas. O fenômeno em questão é caracterizado por um esfriamento anormal

nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Geralmente os impactos de La Niña tendem a ser opostos aos de El Niño, favorecendo a chegada de frentes frias no NEB, influenciando seu regime de chuva, de forma a aumentar a precipitação.

3 METODOLOGIA

3.1 Dados

O comprimento é a unidade de medida usada para obter a distância entre dois pontos. O milímetro é um submúltiplo do metro (1 metro = 0,001 mm). A unidade de medida utilizada para a precipitação pluviométrica é o milímetro (mm). Ora, o procedimento da medição da precipitação pluviométrica é a distância entre a água acumulada sobre o chão e o próprio chão. O instrumento que mede a quantidade de chuva é o pluviômetro. O pluviômetro é constituído por um recipiente, onde se mede o volume da água da chuva acumulada e estima-se a altura desta em uma superfície de 1 m². O resultado encontrado é a precipitação em milímetros.

As informações de precipitação utilizadas para a análise do comportamento da chuva acumulada durante um ano, à medida que o tempo passa, nos municípios de Mossoró e Natal foram do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). São abertas e de fácil obtenção no sítio no INMET.

Os dados do INMET utilizados são da precipitação mensal de janeiro a dezembro, durante os anos de 1986 até 2007.

3.2 Procedimento de Análise dos Dados

Para facilitar a análise dos dados utilizamos o *software* Excel, versão 2010, da suíte Microsoft Office. Primeiramente, foi encontrada a precipitação total de cada ano, isto é, a soma da precipitação de janeiro a dezembro. Após, foi construído um gráfico, onde se pode analisar o comportamento da precipitação anual total à medida que os anos passam.

Por fim, devido a grande variação do comportamento da precipitação com o tempo, não é fácil a visualização da existência (ou não existência) de uma tendência crescente ou decrescente da precipitação ao longo dos anos, usamos uma ferramenta, do próprio Excel, que encontra uma tendência linear dos dados, através de uma Regressão Linear.

A Regressão Linear consiste em encontrar uma relação matemática da precipitação com o tempo, aproximando a curva dos dados a uma reta. Se essa reta tiver coeficiente angular positivo, pode-se concluir que a precipitação está aumentando com o tempo, caso contrário, isto é, se o coeficiente angular for negativo, a tendência é que à medida que o tempo passar, a precipitação está diminuindo. Esse procedimento foi feito tanto para a cidade de Natal quanto para a cidade de Mossoró.

Para verificar a inserção da cidade de Natal na sub-região 2 e a cidade de Mossoró na sub-região 1, definida por Lucena et al., 2011, construímos um gráfico, para cada município, das

informações dos últimos cinco anos, relativas à precipitação mensal ao decorrer do ano, para tentar verificar o período chuvoso de cada cidade.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos dados de Natal

De acordo com os dados de Natal de 1986 a 2007, a média total para este período foi de 136,9 mm/mês. O ano com maior média anual foi 1986 (207,2 mm/mês) e o com menor foi o de 1993 (70,8 mm/mês). Os meses com máxima precipitação foram: julho de 1998 (789 mm), junho de 2005 (762,3 mm) e junho de 2004 (643,4 mm).

Podemos observar no gráfico da Figura 02 que em média houve um aumento da precipitação pluviométrica em Natal de 1986 até 2007, representado pela linha vermelha, embora oscile entre máximos e mínimos. Dentre os anos observados, o ano de 1988 foi o que teve maior precipitação, valor que só pode ser observado novamente em 2004. Observa-se uma variação de aproximadamente 1500 mm do ponto mínimo, em 1992 (menos de 1000 mm) a 2004 (quase 2500 mm). Além de uma ascensão brusca de 1000 mm entre 1993 e 1994.

A oscilação da precipitação, ou seja, anos chuvosos e anos secos, é ocasionada pela oscilação da temperatura na superfície do mar no Oceano Pacífico. Para um aumento na temperatura do Pacífico tem-se El-Niño e para a diminuição, La-Niña. Em anos de El-Niño a precipitação diminuiu sobre o NEB, como é o caso de 1993 e 1998. Em 1998 houve um decréscimo de 75,7% do índice pluviométrico médio do ciclo de chuvas (fevereiro a maio) em relação a 2004, atribuído à forçante do Pacífico, El-Niño. Já em anos de La-Niña, a precipitação aumenta consideravelmente, como exemplo, em 1999.

Precipitação Anual - Natal(RN) - 1986 até 2007

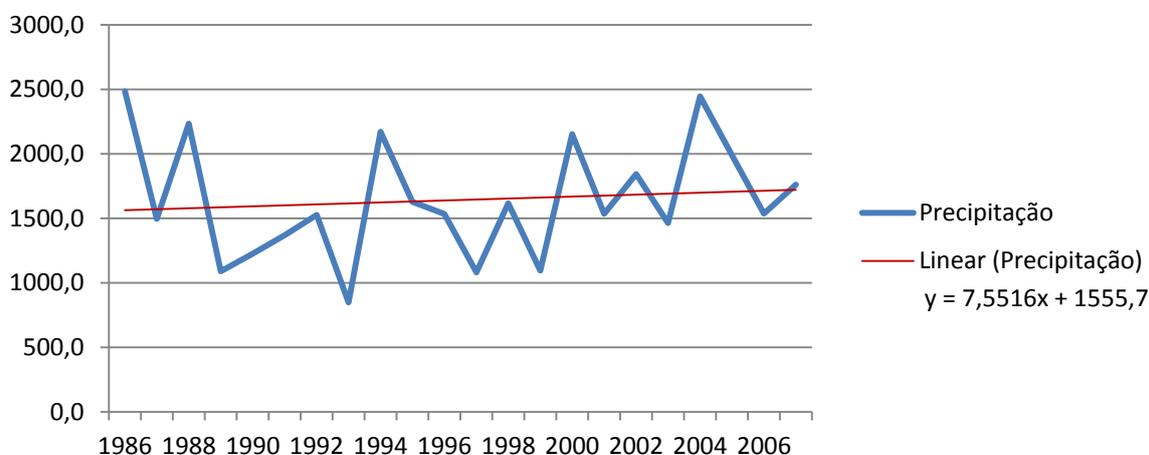


Figura 02: Precipitação total anual de 1986 até 2007 (linha azul). Tendência linear dos dados captada pela Regressão Linear (linha vermelha).

De acordo com Lucena et al. (2011), a parte Leste do Nordeste tem o período chuvoso entre abril e julho. Natal está inserida nesta parte. Ao analisar os gráficos (ver figura 03) vemos que o pico de precipitação pluviométrica é condscendente com esta classificação, tendo seu ápice, geralmente, no mês de junho, sobretudo no ano de 2005.

Precipitação Mensal - Natal(RN) - 2003 até 2007

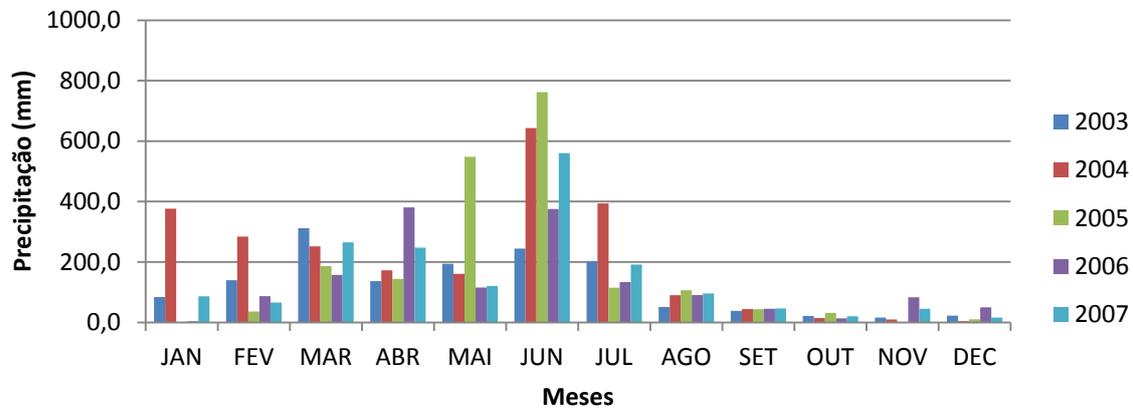


Figura 03: Precipitação mensal de 2003 até 2007 para a cidade de Natal.

4.2 Análise dos dados de Mossoró

De acordo com os dados de Mossoró de 1986 a 2007, a precipitação média total para este período foi de aproximadamente 60 mm/mês. O ano com máxima precipitação média foi 1989 (107 mm/mês) e o mínimo foi de 1993 (15,3 mm/mês). Os meses com mais chuva foram: abril de 1989 (475 mm), janeiro de 2004 (431,4 mm) e março de 2007 (386,5 mm), esse último associado à permanência da ZCIT sobre a região do RN devido o Oceano Atlântico Sul estar mais aquecido do que a porção acima da linha do equador (Oceano Atlântico Norte).

Podemos observar que assim como em Natal, houve um aumento no índice de chuva entre os anos de 1986 e 2006, ilustrado pela linha vermelha da Figura 04. O ano com maior índice pluviométrico foi o de 1988. Houve um aumento significativo do ano de 1993 para 1994, aproximadamente de 800 mm. O gráfico de Mossoró é caracterizado por quedas bruscas e ascensões repentinas, devido, à anos de El-Niño e de La-Niña (Grimm e Tedeschi, 2009). Anos com baixa precipitação são correspondentes aos anos de El-Niño e com alta precipitação aos anos de La-Niña.

Precipitação Anual - Mossoró (RN) - 1986 até 2007

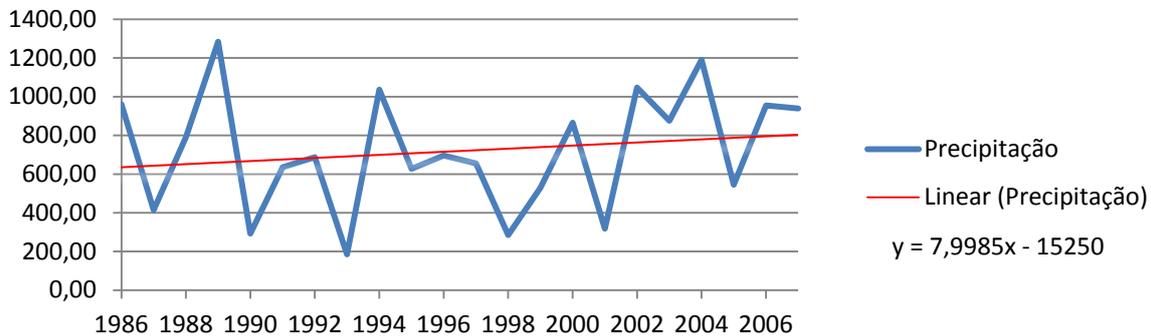


Figura 04: Precipitação total anual de 1986 até 2007 (linha azul). Tendência linear dos dados captada pela Regressão Linear (linha vermelha).

De acordo com Lucena et al. (2011) no Norte, a sub-região de Mossoró estaria inserida, pois o período com maior precipitação é entre fevereiro e maio. Ao observamos o gráfico da Figura 05 vemos que dois, 2003 e 2004, a estação chuvosa começou no mês de janeiro. É necessária uma análise ao decorrer de um intervalo de anos maior, para poder reclassificar a cidade de Mossoró.

Precipitação Mensal - Mossoró(RN) - 2003 até 2007

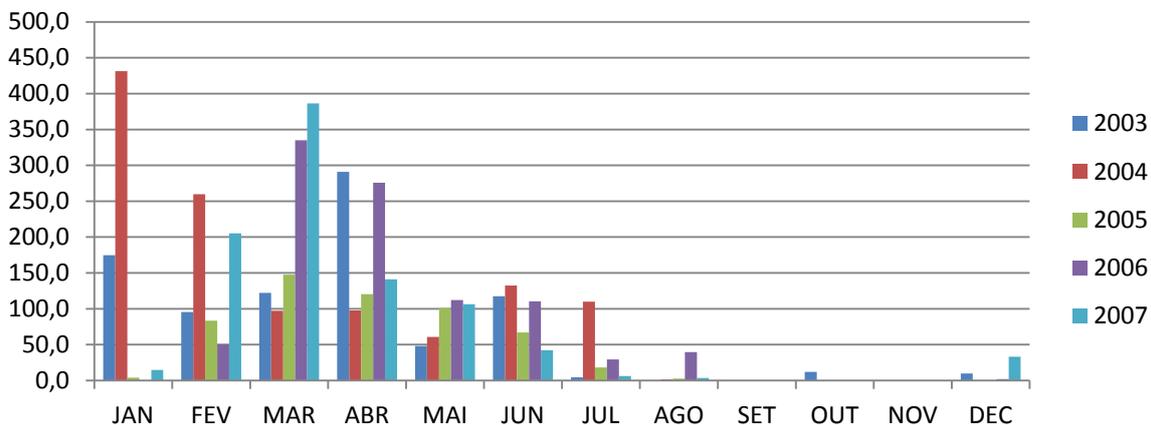


Figura 05: Precipitação mensal de 2003 até 2007 para a cidade de Mossoró.

5 CONCLUSÃO

A região agreste do Rio Grande do Norte está geograficamente localizada em um local em que as chuvas são mal distribuídas, podemos perceber isso ao analisarmos os dados de

precipitação pluviométrica do município de Mossoró, como por exemplo, no ano de 2007, a média mensal foi de 78,2 mm/mês e o total foi de 939,4 mm. Entre os meses de fevereiro e abril, no referido ano, a soma foi de 732,9 mm, isso denota que as chuvas se concentraram nesse período, já que detiveram 78,4% do índice pluviométrico, e de julho a novembro a soma foi de apenas 9,8 mm (1% do índice pluviométrico total), salientando que nestes cinco meses, três tiveram total escassez (setembro, outubro e novembro).

Comparada a Mossoró, a cidade de Natal tem alto índice de precipitação, com registro em todos os meses. A precipitação sobre Natal fora da estação chuvosa, que é entre abril e julho, é principalmente atribuída às brisas marítimas e terrestres. Já a precipitação observada na estação chuvosa, tanto para Natal quanto para Mossoró, é atribuída a ZCIT, que está sobre a região nesse período.

Períodos secos e chuvosos vão sempre existir devido à presença dos eventos El-Niño e La-Niña, respectivamente. Durante eventos de El-Niño, períodos secos, para evitar os demasiados estragos possíveis, principalmente para região do semiárido, faz-se por necessário, a princípio, uma política de conscientização na população quanto à importância da água, já que esta pode vir a tornar-se escassa, posteriormente, investir no seu armazenamento e assegurar a prontidão dos carros-pipas no caso de uma possível crise. Por fim, garantir a pureza dos lençóis freáticos, evitando, principalmente, a poluição dos solos. Neste último ponto, os lixões são maléficos, contudo, coletas seletivas e a tão benéfica reciclagem podem amenizar isto. Já durante períodos chuvosos, ano de La-Niña, são as capacidades das barragens e açudes que garantem a segurança da população. E uma política de sistema de armazenamento da água é essencial, mesmo que seja uma simples cisterna.

Devido às mudanças climáticas que vem sendo induzidas no planeta, seja por forças naturais ou antropológicas, estudos mostraram que a precipitação média anual irá aumentar de intensidade na região tropical, a qual Mossoró e Natal estão incluídas, mas diminuirão nas regiões subtropicais. Como previsto, foi observado que sobre Natal (abril a julho) e Mossoró (fevereiro a maio) a precipitação acumulada ao decorrer dos anos está aumentando, embora oscile devido às forças naturais (El-Niño e La-Niña).

Foi atestado neste trabalho, que embora se tenham períodos secos, como no decorrente ano, há o aumento do índice pluviométrico ao decurso dos anos no estado do RN. Para uma eficaz resiliência às mudanças climáticas é necessário estar preparado para arrostar as consequências desta. Conseqüentemente, no intuito de evitar prejuízos, faz-se por imprescindível que os projetos das barragens, açudes e cisternas levem em consideração esse aumento gradativo da chuva ao longo dos anos visando evitar perdas irreparáveis por inundações.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GASPAR, A. Compreendendo a Física: Ondas, óptica e termodinâmica. Volume 2. Editora Ática. São Paulo, 2011.

GRIMM, A.M., TEDESCHI, R.G. Enso and extreme rainfall events in South America. Journal of Climate **22**: 1589-1609, 2009.

IRACEMA, F.A.C., FERREIRA, N.J., DIAS, M.A.F., JUSTI, M.G.A. TEMPO DE CLIMA DO BRIL-OFICINA DE TEXTOS, 2009.

LUCENA, D.B., FILHO, M.F.G., SERVAIN, J. Avaliação do impacto de eventos climáticos extremos nos oceanos Pacífico e Atlântico sobre a estação chuvosa no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 26, n. 2, p. 297-312, 2011.

MOLION, L. C. B., BERNARDO, S. O. Uma Revisão da Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 17, n. 1, p 1-10, 2002.

http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Felicio/climall/05B-ElNino-LaNina.pdf 19 de maio de 2013 Acessado às 21:32.