

## MUDANÇAS CLIMÁTICAS E MULTIDISCIPLINARIDADE DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Virginia Mirtes de Alcântara Silva<sup>1</sup>

Carlos Antonio Costa dos Santos<sup>2</sup>

Maria Marle Bandeira<sup>3</sup>

### Educação Ambiental

### RESUMO

No Marco de Sendai realizado em 2015, foram definidas as seguintes metas: compreender o risco de desastres, fortalecer a gestão do risco, investir na redução do risco de desastres para a resiliência e aumentar a preparação para casos de desastres a fim de dar uma resposta eficaz e reconstruir melhor em âmbito da recuperação, a reabilitação e a reconstrução, pois somente assim será possível contemplar o sucesso na Redução do Risco de Desastres 2015-2030. Nesse contexto, a cidade do Recife, localizada no litoral oriental do Nordeste Brasileiro (NEB), enfrenta problemas históricos relacionados a eventos extremos do clima com chuvas intensas sobre áreas de infraestrutura inadequada, apresentando grande percentual dos totais mensais anuais de precipitação. Os dados de precipitações mensais utilizados consistem da série histórica de 30 anos (1961 a 1990) cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018). As distribuições pluviométricas ocorrem de forma irregular e com variação durante todos os anos, onde se realizou preenchimento de falhas, homogeneização e consistência. Para análise dos dados foi utilizado um programa em planilha eletrônica para realização da média histórica e o seu computo. Utilizaram-se os totais anuais, mensais, diários e horários de precipitações para estabelecer climatologias das precipitações observadas. As chuvas na cidade do Recife ocorrem principalmente, nas estações do ano de verão, outono e inverno do Hemisfério Sul. As precipitações acumuladas diárias acima de 100 mm ocorrem entre os meses de março a setembro, sendo o mês de julho com a maior frequência de valor acima dos 100 mm, apresentando um total acumulado de 387mm, entretanto, observa-se um equilíbrio com o mês de junho, na qual houve uma precipitação acumulada de 377mm. Assim, os meses de junho e julho são historicamente os mais chuvosos durante o ano, período no qual deve-se adotar medida preventivas para mitigar os efeitos das chuvas sobre a população mais carente.

**Palavras-chave:** eventos extremos do clima; Recife; riscos de desastres

### Introdução

Atualmente a ONU e os órgãos internacionais avançam no entendimento de toda a comunidade científica no *paradigma da vulnerabilidade*, uma vez que os efeitos dos extremos climáticos atingem a todos. Assim, as mudanças climáticas ocupam o centro da agenda ambiental, predominando sobre as demais agendas políticas, econômicas, sociais e culturais, por atingir principalmente os recursos naturais e os setores mais vulneráveis da população, ou seja, água e energia, segurança alimentar, saúde pública, sustentabilidade urbana, migrações, biodiversidade e produção econômica, implicando diretamente na gestão de riscos aos desastres ambientais. Há um crescente reconhecimento de que, para compreender e antecipar o comportamento de sistemas sociais e ecológicos, é necessário levar em conta a dinâmica que emerge nas interações entre ambos (GALLOPIN,2006).

<sup>1</sup>Doutoranda Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais/UFCG - Campina Grande, virginia.mirtes2015@mail.com

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande, carlos@dca.ufcg.edu.br

<sup>3</sup>MSc. em Meteorologia, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, AESA, Campina Grande-PB, marle@aesa.pb.gov.br

Os fundamentos da educação ambiental através de suas macro-tendências, intencionalidade político-pedagógica fornecem meios para intervenção e transformação dessa realidade na construção e perspectiva de um novo comportamento da sociedade.

No intuito da educação ambiental contribuir para a participação efetiva da população frente às mudanças climáticas tornou-se necessário a compreensão da complexidade dos fatores inter-relacionados com os desastres, através de uma perspectiva social e crítica, pois suas causas estão relacionadas com a própria história da sociedade em sua estrutura e organização, principalmente as relações entre sociedade e natureza.

Em uma escala global, cerca de três quartos da população do planeta vivem em áreas afetadas por desastres (ciclones tropicais, inundações, seca, dentre outros). Dessa fração, 85% das pessoas expostas a desastres de origem natural vivem em países de médio a baixo desenvolvimento. (HUALOU, 2011)

O quarto relatório de avaliação (AR4) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC, evidencia que os eventos extremos de chuva estão interligados com as mudanças climáticas. Segundo o *Relatório Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras* (PBMC, 2016) a população que reside na faixa de 60 quilômetros da costa encontra-se em risco climático pois mais de 60% da população habita nessas cidades e as ameaças hidro meteorológicas são responsáveis por mais de 80% dos impactos na região.

De modo geral, o Brasil está submetido em maior ou menor grau a precipitações extremas e períodos secos, que podem estar associados à ocorrência de El Niño ou La Niña. Por exemplo, a frequência, intensidade e concentração de chuvas intensas têm aumentado nas últimas décadas no sudeste brasileiro (MAGRIN *et al.*, 2014), e isso tem aumentado o risco de extremos, inundações e secas.

A complexidade da crise climática reflete seu caráter global; a interação, muitas vezes conflitiva de um conjunto de elementos políticos, econômicos, sociais, ecológicos, educacionais, tecnológicos, comunicativos, ético-culturais e epistemológicos; reduzida vontade política para intervir e assumir compromissos e uma relativa dose de incerteza no conhecimento existente que favorece a controvérsia com os opositores, a confusão e a inércia da opinião pública. (LIMA *et al.*, 2014)

Diante desse contexto as mudanças climáticas inserem novas incertezas e inseguranças em suas manifestações de um lugar para outro, pois os eventos extremos do clima tem aumentado significativamente nas regiões costeiras do Brasil. E, somente quando a construção do risco for totalmente aceita e compreendida, será possível contemplar o sucesso na

consecução das metas e do resultado esperado do Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030.

Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa é determinar cenários pluviométricos na cidade do Recife entre os anos de 1961 a 1991. Utilizaram-se os totais anuais, mensais, diários e horários de precipitações para estabelecer climatologias das precipitações observadas. As chuvas na cidade do Recife ocorrem principalmente, nas estações do ano de verão, outono e inverno do Hemisfério Sul.

### **Metodologia**

A cidade de Recife está localizada na Região Nordeste do Brasil, limita-se ao norte com as cidades de Olinda e Paulista, ao sul com o município de Jaboatão dos Guararapes, a oeste com São Lourenço da Mata e Camaragibe, e a leste com o Oceano Atlântico. Os sistemas atmosféricos atuantes no litoral e especificadamente na cidade do Recife são as Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtice Ciclônico em Altos Níveis (VCAN), Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) (Molion e Bernardo, 2002).

Na metodologia de trabalho utilizam-se os totais diários e mensais de precipitação cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), de 1961 a 1990. Para análise dos dados foi utilizado um programa em planilha eletrônica para realização da média histórica e o seu computo. Utilizaram-se os totais anuais, mensais, diários e horários de precipitações para estabelecer climatologias das precipitações observadas.

### **Resultados e Discussão**

Diversos fatores podem contribuir para explicar a alta variabilidade da precipitação sobre o Nordeste do Brasil, dentre os quais podem ser citados a flutuação nos valores de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Oceano Pacífico Tropical Sul e do Atlântico Sul. No geral, os valores das anomalias das TSMs, do Pacífico Tropical e Atlântico estão associados a mudanças no padrão da circulação geral da atmosfera e consequentes variações na precipitação do Nordeste do Brasil (ARAÚJO, 2009). Portanto, torna-se fundamental a análise do comportamento das chuvas e a análise das variáveis físicas do sistema atmosférico na identificação dos extremos climáticos.

Na Figura 1 observa-se a distribuição total pluviométrica média mensal na cidade do Recife no período de 1961 a 1990. A quadra chuvosa é observada durante os meses de abril, maio, junho e julho com 1.368,6 mm, representando 59,31% da precipitação total média anual que é de 2.307,5 mm. As chuvas neste período são devidas principalmente, pelos Distúrbios Ondulatórios de Leste. O trimestre de outubro, novembro e dezembro chove 151,1 mm,

representa 0,07% da precipitação total média anual. Ou seja, durante a primavera, do Hemisfério Sul, ocorre as menores precipitações na cidade do Recife.

Figura 1. Distribuição total pluviométrica média mensal da cidade do Recife no período de 1961 a 1990.

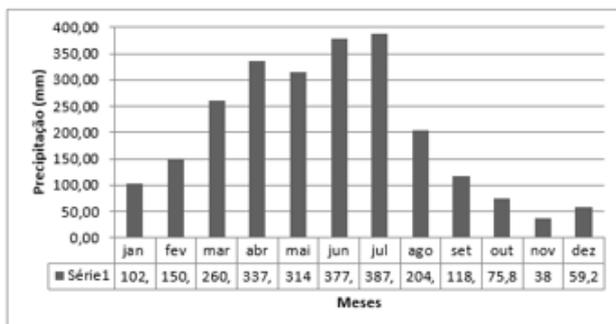


Fig. 1



Fig. 2

Na Figura 2 observa-se a distribuição diária dos totais pluviométricos acumulados máximos (mm), em 24 horas, na cidade do Recife, no período de 1961 a 1990. A maior precipitação observada foi de 335,8 mm em 11 de agosto de 1970. Nessa série histórica, a ocorrência de precipitação acumulada acima de 100 mm ocorre principalmente, durante os meses de março a julho (72,3%). O mês de junho e julho apresenta as maiores quantidades de dias com chuvas acumulada acima de 100 mm com 23,1% e 25,3%, respectivamente. Durante os meses de outubro a dezembro não foram registrados nenhum dia com total de chuva, em 24 horas, acima de 100 mm. A ocorrência de precipitação acumulada acima de 50 mm segue a mesma frequência de chuvas acumuladas acima de 100 mm. Durante o mês de novembro não foi registrado nenhum dia com total de chuva, em 24 horas, acima de 50 mm. No total, foram observados 454 dias que ocorreram precipitações superiores a 50 mm.

Conforme já posto, no dia 11 de agosto de 1970 houve uma precipitação num período de 24h de 335,8mm, sendo a maior da serie histórica analisada, conforme ilustrada na Figura 2. Contudo no referido ano a incidência de chuvas acima de 50mm representa apenas 3,2% e acima de 100mm de 0,8%. Assim, observa-se que no ano ocorreram mais de 96% de chuvas com pequena intensidade, indicando que foi um ano atípico no regime de chuvas, mesmo apresentando um evento extremo.

Souza et al. (2012) constataram que volumes diários de chuva superiores a 55 mm, registrados no sítio urbano do Recife, estão repetidamente relacionados a ocorrência de escorregamentos, deslizamentos de encostas, alagamentos e inundações. Ainda observaram que, apesar das precipitações diárias intensas ocorrerem com maior frequência entre os meses

de março a agosto, são registrados grandes volumes fora do período de maior concentração das chuvas, evidenciando por fim chuvas intensas, relacionadas a extremos climáticos.

A respeito da gênese dos sistemas atmosféricos produtores de eventos pluviométricos intensos, Machado et al. (2012) observaram que Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) quando associados a desvios positivos de temperatura das águas do mar, próximas a costa do NEB, podem modular intensificação de sistemas convectivos responsáveis pela produção de precipitações intensas. Os DOLs podem ser classificados como sistemas atmosféricos de escala sinótica que ocasionam perturbações nos campos de vento e de pressão com deslocamento de leste para oeste, no sentido dos ventos alísios (MOTA, 1997).

### **Conclusões**

As chuvas na cidade do Recife ocorrem principalmente, nas estações do ano de verão, outono e inverno do Hemisfério Sul. As precipitações acumuladas diárias acima de 50 e 100 mm ocorrem entre os meses de março a julho, sendo o mês de junho com a maior frequência de 100 mm, com 27,6%. Já os meses de abril, maio e junho apresentam as maiores quantidades de dias com chuvas acumuladas acima de 50 mm, com 17,8, 17,2 e 19,2%, respectivamente. As precipitações ocorrem durante a madrugada (35,4%), manhã (27,1%), tarde (15,2%) e noite (22,4%).

### **Agradecimentos**

Ao CNPq pela concessão da Bolsa de Pesquisa ao primeiro autor, ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pelos dados cedidos e a Agência Executiva de Gestão das Águas do estado da Paraíba (AES/A).

### **Referências**

HUALOU L. Disaster prevention and management: a geographical perspective. Disaster Advances. 2011 Jan;4(1):3-5.

ANDREW MASKREY COORDINATOR Relatório de Avaliação Global da ONU sobre Redução de Riscos de Desastres (GAR) no Escritório das Nações Unidas para Redução de Risco de Desastres (UNISDR)

ARAÚJO, W.S. Detecção de Tendências de mudanças climáticas para os estados da Bahia e Sergipe por meio de índices pluviométricos diários. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal e Campina Grande. Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Campina Grande – PB, 2009.

PBMC (2016) Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 116p. ISBN: 978-85-285-0344-9.

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.

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P.V.; ARAÚJO, L.E. Classificação diária e impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife-PE. Revista Brasileira de Geografia Física. v.2,p.250-268, 2012.

GALLOPÍN, G. C. Linkagesbetweenvulnerability, resilience, andadaptivecapacity. Global Environmental change, v. 16, n. 3, p. 293-303, 2006. [ [Links](#) ]

MACHADO, C.C.C.; NÓBREGA, R.S.; OLIVEIRA, T.H.; ALVES, K.M.A. Distúrbio Ondulatório de Leste como condicionante a eventos extremos de precipitação em Pernambuco. Revista Brasileira de Climatologia. V.11, n.8, p.146-188, 2012.,,

MOTA, G.V. Estudo observacional de distúrbios ondulatórios de leste no nordeste brasileiro. 1997. 93p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)–Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade São de Paulo, São Paulo, 1997