

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A INTENSIDADE DA CHUVA E OCORRÊNCIAS DE ALAGAMENTOS NOS MESES DE ABRIL E MAIO DE 2016 NA CIDADE DO RECIFE, PERNAMBUCO

Douglas Wilson Silva Santana ¹
Maria Clara Lima Santos
João Marcellus Amorim Barbosa
Eustácio José Junior Nascimento
Cristiana Coutinho Duarte ²

RESUMO

A cidade do Recife é propensa há uma série de desastres naturais de origem hidrometeorológica, com adensamentos populacionais, de maneira desordenada e irregular, em sua planície flúvio-marinha propícias a ocorrência de inundações e alagamentos. Diante do exposto, a presente pesquisa tem como objetivo analisar a ocorrência e distribuição dos eventos hidrometeorológicos na cidade do Recife, mais precisamente os alagamentos provocados por chuvas intensas e os impactos associados, tomando-se como base o ano de 2016. Neste caso procurou-se analisar o comportamento pluviométrico no ano de 2016, e os limiares de chuva que intensificam os alagamentos e identificar os bairros mais afetados da cidade.

Palavras-Chave: Eventos Hidrometeorológicos; Alagamentos; Ambiente Urbano.

ABSTRACT

The city of Recife is prone to a series of natural disasters of hydrometeorological origin, with population densities, in a disorderly and irregular way, in its fluvial-marine plain propices the occurrence of floods. Therefore, the present research aim analyzing the occurrence and distribution of hydrometeorological events in the city of Recife, specifically floods caused by heavy rains and associated impacts, based on the year 2016. In this case, to analyze the rainfall behavior in 2016, and the rainfall thresholds that intensify flooding and identify the most affected neighborhoods of the city.

Key words: Hydrometeorological Events; Floods; Urban Environment

1. INTRODUÇÃO

No mundo como um todo a ocorrência dos desastres hidrometeorológicos correspondem a 90% das calamidades, 72,5% das vítimas e 75% das perdas econômicas (Nunes, 2009). No Brasil, de 1990 a 2015, tais desastres representaram 25% dos desastres naturais registrados no país, ao passo que no Nordeste do Brasil tais desastres representaram 21%, atrás dos desastres climáticos, do tipo estiagem/seca (MOURA et al, 2016).

¹ Graduando do curso de Bacharelado em Geografia, pela Universidade Federal de Pernambuco, Campus Recife. Pesquisa sobre Geotecnologias aplicadas a redução de riscos de desastres naturais. douglaswss.012@gmail.com

² Professora Adjunta do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Campus Recife. Pesquisa sobre Geotecnologias aplicadas a redução de riscos de desastres naturais. crisdatt@hotmail.com

Os desastres Hidrometeorológicos englobam dois grupos de desastres: hidrológicos e meteorológicos, conforme a atual Classificação e Codificação Brasileira de Desastres Naturais – COBRADE. Esses desastres podem ser deflagrados por chuvas prolongadas (desastres do tipo inundação gradual ou enchente) ou por chuvas intensas ou extremas (inundações bruscas ou enxurradas, alagamentos e chuvas intensas), levando a diferentes impactos, como os relacionados aos danos à infraestrutura urbana, perdas materiais e de vida e os relacionados a saúde pública (como o aumento da incidência de doenças de veiculação hídrica) (MOURA et al, 2016).

Devido ao processo de urbanização, com a impermeabilização do solo e a falta de obras de microdrenagem urbana voltadas ao escoamento natural das águas pluviais; as principais cidades do Brasil, com maior adensamento nas porções litorâneas, vêm sofrendo cada vez mais com os alagamentos. As cidades são levadas ao caos em períodos de chuva intensa, podendo ser intensificados quando coincidir com eventos de maré alta.

A Região Nordeste do Brasil é representada por uma complexidade climática determinada predominantemente pelo regime pluviométrico, uma vez que apresenta três tipos climáticos com precipitações variando de 300 a 2.000 mm, os quais são: 1) Clima litorâneo úmido (abrange o litoral da Bahia ao Rio Grande do Norte); 2) Clima Tropical (compreende áreas do estado da Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí; e 3) Clima Tropical Semiárido, referente a todo o Sertão nordestino (KAYANO; ADREOLI, 2013). As temperaturas, por sua vez, variam muito pouco, com média entre 20°C e 28°C, ao ano.

Essa complexidade climática, ocorre devido a ação diferenciada temporal e espacialmente dos diversos mecanismos atmosféricos de grande, média e microescala. A porção Leste do Nordeste, de clima Litorâneo Úmido, onde está situada a cidade do Recife, a qual é o objeto de estudo da presente pesquisa, possui uma particularidade climática, não só em relação às demais porções do Nordeste do Brasil, como também de todo território brasileiro: a atuação dos sistemas meteorológicos de diferentes escalas, que ocorre em quase todo o ano, recebendo ventos provindos do oceano constantemente.

O ENEB é a região que apresenta o maior número de dias com chuvas acima de 50 mm, de acordo com as normais climatológicas do INMET. As chuvas bem distribuídas durante todo o ano são consequência da influência das brisas que advectam nebulosidade, o que provoca a maior concentração de chuvas nessa área, concentradas nos meses de abril a julho, com máximas em junho e julho. Em geral, as brisas produzem chuvas de intensidade fraca a moderada no início da manhã ou no início da noite (MOLION; BERNARDO, 2002).

O diferencial do regime pluviométrico do ENE é a atuação dos Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) produzidos por penetração dos sistemas frontais no Atlântico, que são responsáveis por 30% a 40% das chuvas, levando aos máximos mensais de maio a julho. Esses distúrbios são sistemas de escala sinótica, que ocorrem na baixa troposfera tropical, e quando se formam na região do Oceano Atlântico Sul apresentam deslocamentos para oeste intensificando-se à medida que se aproximam da costa leste do NEB (CHOU, 1990; SILVA, 2010). Esses sistemas oscilam com periodicidade variando entre três e nove dias, e velocidade de propagação entre 10 a 15 m/s (MACHADO et al., 2012). A ação dos DOLs e das brisas podem ser intensificadas dependendo da temperatura da superfície do mar (TSM), do cisalhamento meridional do vento e da circulação troposférica do Atlântico Tropical (ARAGÃO, 2004). Os DOLs podem atingir até 300 km adentrando a costa e mesmo de pequena amplitude, podem trazer chuvas intensas e inundações. Já as chuvas de verão nessa região (DJF) são geralmente ocasionadas pela atuação dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis.

A cidade do Recife, possui características físicas propícias a ocorrência de inundações e alagamentos, haja vista um extenso território formado pelas unidades de planície e estuarina (CORRÊA, 2006), com extensas áreas aterradas no início de sua ocupação.

Diante do exposto, a presente pesquisa tem como objetivo analisar a ocorrência e distribuição dos eventos hidrometeorológicos na cidade do Recife, mais precisamente os alagamentos provocados por chuvas intensas e os impactos associados, tomando-se como base o ano de 2016.

Neste caso procurar-se-á definir quais são os bairros da cidade do Recife mais impactados, com intensidades de chuva diferentes, associando-as, também, aos eventos de maré alta, haja vista que durante esses períodos os impactos provocados pelos alagamentos são intensificados.

2. METODOLOGIA

2.1 Localização e breve caracterização da área de estudo

A área de estudo é o município do Recife, capital do estado de Pernambuco, localizado na Região Nordeste do país. Com área territorial de aproximadamente 218 km², limita-se com os municípios de Olinda, Paulista, Camaragibe, São Lourenço da Mata e Jaboatão, e tem sua costa banhada pelo Oceano Atlântico (Figura 1).



Figura 1 - Localização geográfica do município de Recife, Pernambuco. **Fonte:** Os autores.

Com população estimada em 1,637 milhões de habitantes em 2018 (IBGE, 2018), Recife é o nono município mais populoso do Brasil e o terceiro mais populoso do Nordeste. O IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) obtido no Censo de 2010, foi de 0,772, o que coloca o município na faixa do desenvolvimento alto. O PIB do município em 2015, chegou a R\$ 48.032.462.960,00, sendo o maior PIB do estado de Pernambuco e o 13º maior do Brasil (IBGE, 2015). A renda per capita em 2010 era de R\$ 1.144,26, porém 17,97% da população foi considerada pobre ou extremamente pobre neste mesmo ano e que grande parcela ocupa as áreas de risco a deslizamentos (morros da zona norte, oeste e sul) e a inundações e alagamentos (áreas ribeirinhas) e naturalmente alagáveis.

Conforme foi dito anteriormente o município do Recife é classificado como Litorâneo Úmido, de acordo com Kayano e Adreoli (2013). Com chuvas bem distribuídas durante todo o ano, sendo mais concentradas no período de outono/inverno (abril a julho). O mês de junho apresenta-se em média como o mês mais chuvoso, entretanto, para a série histórica de 1990 a 2017, o mês de maio foi o que apresentou a chuva máxima, seguido de junho, abril e julho, conforme o gráfico representado na figura 2. Percebe-se uma grande variabilidade interanual, uma vez que as chuvas desse município são influenciadas pela variabilidade interanual das temperaturas do oceano Atlântico Sul, intensificando a atuação, principalmente dos DOLs e das brisas.

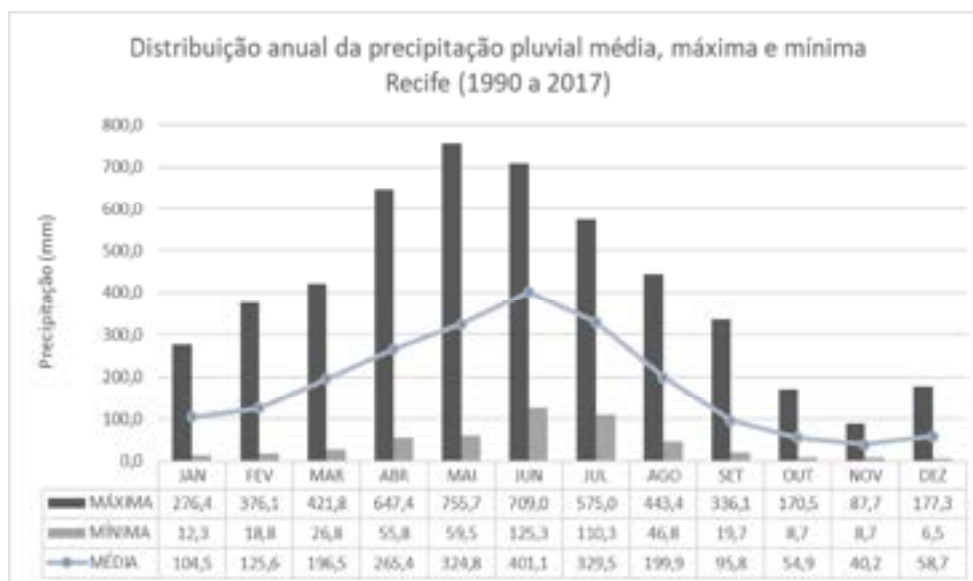


Figura 2: Precipitação pluvial média, máxima e mínima mensal de 1990 a 2017, do município do Recife.
Fonte: Os autores.

Corrêa (2006) identifica como planícies em Recife, as áreas baixas e médias de até 10m de altitude fora do alcance direto das marés e as áreas estuarinas de até 4m de altitude que estão sob influência da maré, presentes ao longo do Rio Capibaribe que corta boa parte do município.

O Atlas ambiental do Recife considerou quatro unidades ambientais para a Recife: Ambiente dos Morros; Ambiente das Planícies; Ambiente Litorâneo; Ambientes Aquáticos. Estas unidades ambientais conferem à cidade uma configuração suscetível aos eventos naturais relacionados aos fluxos das águas.

Ao longo de sua história, a cidade do Recife sempre foi recortada por canais e áreas estuarinas, com áreas isoladas naturalmente e que foram posteriormente aterradas, perturbando, assim, a ordem da drenagem e escoamento de todo local. Essas primeiras intervenções antrópicas devem ser levadas em conta na intensificação dos alagamentos e nos bairros mais suscetíveis e no planejamento e ordenamento territorial da cidade.

2.2 Procedimentos metodológicos

De acordo com os objetivos propostos neste trabalho, os procedimentos metodológicos foram divididos em duas etapas que posteriormente se complementam em uma terceira etapa, são elas: 1) Coleta, tratamento e análise dos dados pluviométricos; 2) Coleta, tratamento e análise dos dados relacionados

aos eventos hidrometeorológicos; 3) Análise dos impactos provocados pelos eventos hidrometeorológicos no ano de 2016.

2.2.1 Coleta, tratamento e análise dos dados pluviométricos

Primeiramente analisou-se a variabilidade pluviométrica no município, com a identificação da ocorrência de alguns eventos extremos de chuva na escala anual, por meio da obtenção dos dados secundários e informações coletadas no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A série anual e diária foram obtidas no banco de dados da Agência Pernambucana de Água e Clima (Apac).

Em seguida realizou-se uma análise do comportamento da chuva no ano de 2016. A escolha desse ano foi em função da base de dados fornecida pela Defesa Civil do município contendo informações dos anos de 2015, 2016 e 2017. Dentre esses três anos 2016 foi o que apresentou o maior número de ocorrências.

Nos períodos de maior precipitação e em que foram identificadas a ocorrência de alagamentos analisou-se a intensidade da precipitação por meio dos dados do pluviômetro automático no banco de dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), a fim de correlacionar os períodos de maior intensidade da chuva e a dinâmica das marés, uma vez que essa dinâmica intensifica os impactos provocados pelos alagamentos no Recife.

Foram coletadas também notícias de jornais impressos e em páginas de internet relatando os diversos transtornos provocados pelos alagamentos no ano de 2016. Tais notícias e a localização das áreas alagadas ou imóveis alagados contidas na planilha de ocorrências da defesa civil, serviram para espacializar as áreas alagadas, bem como a identificação, por meio da Ortofoto na escala 1:1.1000 fornecida pela Prefeitura da Cidade do Recife, problemas de infraestrutura que inibem o escoamento das águas pluviais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o INMET, o ano de 2016 foi considerado um ano normal em relação a normal climatológica. Nesse ano as chuvas se concentraram nos meses de outono (março, abril e maio) com destaque para o mês de maio (478,8 mm), seguido do mês de abril (332,1 mm). Mesmo o mês de abril apresentando um menor acumulado de chuva, foi o mês mais impactado por alagamentos (Figura 4). Em abril foram 179 áreas alagadas, ao passo que o mês de maio foram 32 (Registros da CODECIR).

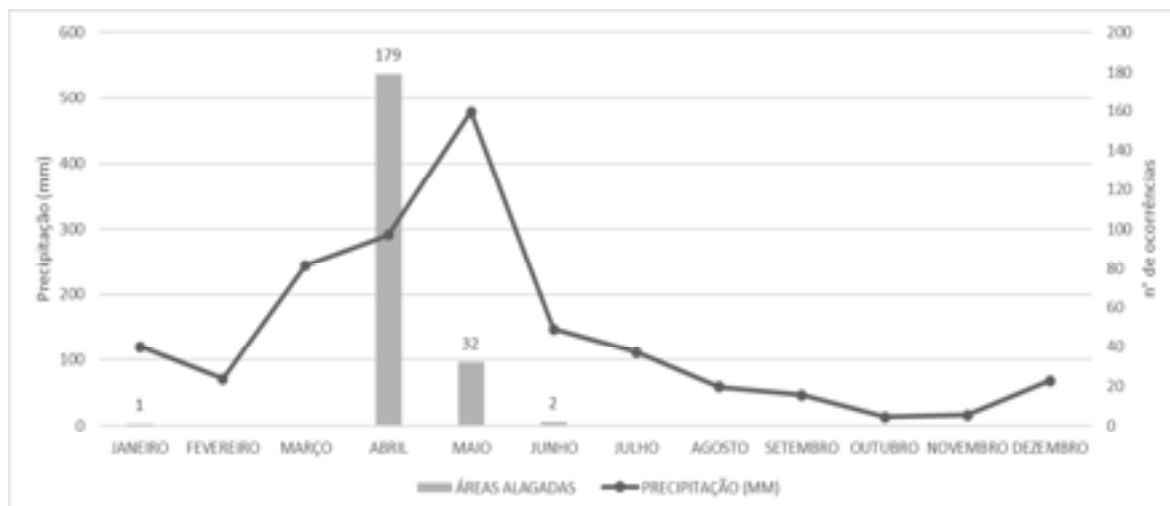


Figura 3: Gráfico da precipitação mensal na cidade do Recife-PE em 2016

Fonte: Gráfico elaborado pelos autores **Dados:** APAC e CODECIR.

Analisando-se o cartograma apresentado na figura 3, referente a classificação da precipitação do ano de 2016 com base na técnica dos Quantis, aplicada pelo INMET, percebe-se que o mês de abril, apesar de ter dias com chuvas intensas, foi considerado um mês normal em relação a normal climatológica.

Os volumes de precipitação categorizados como muito chuvoso e extremamente chuvoso são importantes para que a Defesa Civil inicie os procedimentos de medidas de segurança para as áreas mais suscetíveis e com uma população vulnerável aos episódios (NÓBREGA et al., 2016).

No ano de 2016, o município de Recife registrou mais de 400 ocorrências somando-se os alagamentos e deslizamentos (Figura 5), sendo grande parte dessas ocorrências registradas no período considerado chuvoso da cidade, que se caracteriza de abril a julho. Os meses com mais registros de ocorrências, foram os meses de Abril e Maio, sendo as ocorrências de alagamentos concentradas em Abril. E de deslizamentos nos meses de abril e maio, mais precisamente no mês de maio.

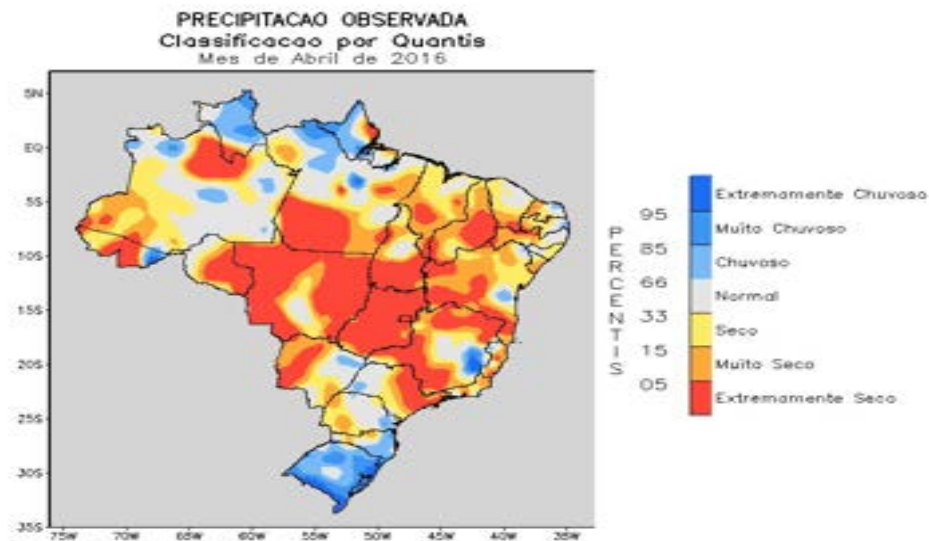


Figura 4: Classificação climática para a cidade do Recife a partir do método dos quantis
Fonte: INMET.

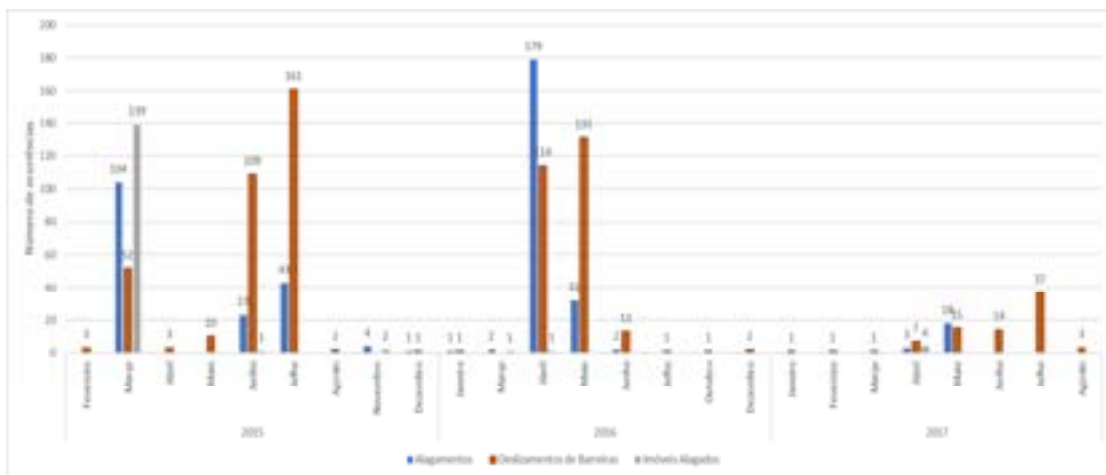


Figura 5: Ocorrências de deslizamentos, alagamentos e imóveis alagados em Recife no ano de 2016
Fonte: Gráfico elaborado pelos autores. Fonte dos dados: CODECIR

Esses dois meses são os que historicamente apresentam uma maior ocorrência de alagamentos, devido a atuação de chuvas concentradas em um curto período. Além dos fatores antrópicos que contribuem para os alagamentos, como entupimento das canaletas, falta de obras de microdrenagem urbana, ou até mesmo a ineficiência da coleta de lixo e o alto índice de poluição. O relevo do Recife também pode ser considerado um potencializador para os alagamentos, uma vez que a cidade está inserida em uma grande planície em baixa altitude (CORRÊA, 2006), aumentando a suscetibilidade aos alagamentos, estando mais acentuada nos diversos pontos da cidade que estão praticamente no nível do mar.

Diante do observado, quais foram os fatores que levaram o mês de abril a ter uma maior ocorrência de alagamentos? E será que a quantidade de áreas afetadas também estava de acordo com o nível dos alagamentos?

Nos dias 16, 17 e 18 de abril, com um acumulado de chuva de 177 mm em 72 horas, houveram mais de 70 ocorrências de alagamentos, que podem ter sido agravadas pelo nível da maré que estava acima do normal, chegando até 2 metros de maré alta (Figura 6). A concentração de chuvas nesse período ocasionou um grande transtorno e caos para a população que transita e reside nos pontos afetados por alagamentos.

Em 16 de abril houve o acumulado de 101 mm que começou às 20h do dia 15 de abril e durou até às 8h da manhã do dia 16, neste intervalo de 12 horas, precipitou o correspondente para 12 dias. Neste intervalo a defesa civil registrou 75 ocorrências de pontos de alagamentos e casas alagadas.

No período de 15 a 19 de abril houve a atuação de um DOL. Esses distúrbios são ondas produzidas nos campos de pressão na faixa tropical do globo, e que translocam-se de leste para oeste, na área de influência dos alísios (FUNCEME). Ao chegar próximo à costa do Nordeste brasileiro, gera instabilidade e concentra boa parte das chuvas no litoral, podendo ocasionar, inclusive, eventos extremos. Tal sistema atmosférico é comum neste período de inverno, no ENEB, sendo responsável por parte das chuvas ocorridas.

Além da atuação do DOL a concentração das chuvas na madrugada do dia 15 para o dia 16 de abril coincidiu com a altura da maré de 1,8 metros às 00:11 horas, intensificando os impactos provocados pelas chuvas, uma vez que nesse período há uma invasão das águas no mar nos sistemas de drenagem da cidade que impede o escoamento normal das águas pluviais. As chuvas permaneceram com menor intensidade até a manhã do dia 18 de abril, com maré alta atingindo 2 metros às 1:47 horas do dia 18.

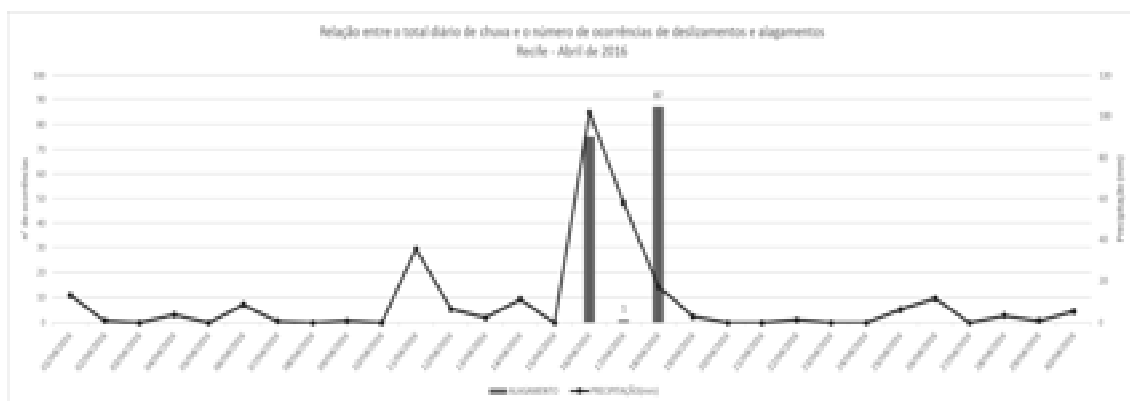


Figura 6: Relação entre os totais diários de chuva e a ocorrência de alagamentos na cidade do Recife no mês de abril de 2016. **Fonte:** Gráfico elaborado pelos autores. Fonte dos dados: APAC e CODECIR.

Os bairros mais atingidos em abril de 2016 foram os bairros da Caxangá, com 87 ocorrências e Linha do Tiro, com 73 ocorrências. Já no mês de maio, as chuvas foram mais distribuídas atingindo mais bairros da regional Planície do Recife. Assim, no ano de 2016 os bairros mais atingidos foram, Linha do Tiro, Caxangá e Areias, de acordo com a planilha de ocorrências fornecida pela CODECIR.

Vale ressaltar, que tais informações constam na tabela de ocorrências da Defesa Civil, no entanto, muitos dos eventos são subestimados, principalmente quando ocorre chuvas mais intensas, como as que ocorreram entre os dias 9 e 10 de maio, com um acumulado de 156,2 mm/48h e que ocorreu entre os dias 29 e 31 de maio de 2016 (136,6 mm/72h), levando a um maior número de áreas atingidas. As chuvas se intensificaram na madrugada do dia 30 de maio, atingindo uma maior intensidade entre 5:30 horas e 11:00 horas, coincidindo com a maré alta de 2 metros às 10:49 horas. Tais eventos foram noticiados nos jornais, evidenciando caos vivenciado pela população recifense.

A figura 7 mostra a relação entre os totais diários de chuva e as ocorrências de alagamentos registrados pela CODECIR. Nota-se que nesse mês, dois dias foram registradas chuvas acima de 100mm/24h e que não há uma correlação entre as chuvas intensas e o total de registros de alagamentos.



Figura 7: Relação entre os totais diários de chuva e a ocorrência de alagamentos na cidade do Recife no mês de maio de 2016. **Fonte:** Gráfico elaborado pelos autores. Fonte dos dados: APAC e CODECIR.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados percebeu-se que o município do Recife, devido as suas características físico-naturais propícias a ocorrência de alagamentos, ainda tem um regime pluviométrico com chuvas concentradas no período de outono-inverno. A atuação dos Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), com chuvas concentradas na porção litorânea em um curto período de tempo, intensificam a ocorrência desses eventos. Os alagamentos são registrados com maior frequência nos meses de outono (março a

abril), mesmo não sendo frequentemente os meses mais chuvosos. Entretanto, as chuvas são mais intensas e localizadas nesse período, devido a uma atmosfera mais aquecida.

Verificou-se que os registros de alagamentos realizados pela Defesa Civil municipal não são boa referência para analisar a intensidade dos impactos causados pelos alagamentos, podendo subestimar os dados reais. Mas servem para subsidiar pesquisas futuras quanto aos bairros mais atingidos e monitoramento, por parte da prefeitura da cidade, de quais são os problemas estruturais dessas localidades que impedem o escoamento normal das águas pluviais. Foi verificado, portanto, que a intensidade dos impactos provocados pelos alagamentos são intensificados quando coincide com um evento de maré alta, principalmente em áreas aterradas ou próximas aos rios e canais.

Assim, ressalta-se a importância do trabalho da Defesa Civil municipal no registro dessas ocorrências de alagamentos e a cobrança, por parte da população, que a prefeitura realize obras estruturais de microdregam, implementação de mais áreas verdes e permeáveis, e de limpeza urbana, bem como ações educativas para sensibilizar a população que suas atitudes (jogar lixo na rua, nos córregos e canais da cidade) também são responsáveis pelo entupimento das galerias pluviais e intensificação dos alagamentos na cidade.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, J. O. R. A influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico na dinâmica do tempo e do clima do Nordeste do Brasil. In: ESKINAZI-LEÇA, Enide; NEUMANN-LEITÃO, Sigrid; COSTA, Mônica Ferreira da (Org.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. p. 131-184.

CHOU, S. C. **Análise de distúrbios ondulatórios de leste sobre o Oceano Atlântico Equatorial Sul**. 1990. 153 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 1990. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m12@80/200>>. Acesso em: 26 jun. 2011.

CORRÊA, A. C. B. Contribuição à Análise do Recife como um Geossistema Urbano. In: **Revista de Geografia**. Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 23, n0 3, jul/dez. 2006

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Clima da região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MACHADO, C. C. C. et al. Distúrbios ondulatórios de leste como condicionante a eventos extremos de precipitação em Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 11, p. 146-188 jul./dez. 2012.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste do Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, 1-10, 2002.

MOURA, M. O. et al. Desastres hidrometeorológicos na região Nordeste do Brasil: distribuição espaço - temporal dos reconhecimentos de Estado de Calamidade Pública. **Caderno de Geografia**, v. 26, número especial 2, 2016

NUNES, L. H. **Mudanças climáticas, extremos atmosféricos e padrões de risco a desastres hidrometeorológicos**. In: HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas: NEPO/UNICAMP, 2009. cap. 2, p. 53 - 73.

NOBREGA, Ranyere Silva; FARIAS, Rafael Felipe de Lima. Eventos extremos pluviais em Jabotão dos Guararapes: climatologia e estudo de caso. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, p. 70-82, oct. 2016. ISSN 2236-2878. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/119635>>. Acesso em: 31 July 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.119635>.

SILVA, V. P. **Distúrbios ondulatórios de leste: estudo de casos que afetaram a costa leste do NEB**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, JP, 2010.