

REVISTA DE GEOGRAFIA



PPGEO

Programa de Pós-Graduação
em Geografia ufjf

VULNERABILIDADES A EVENTOS PLUVIAIS DE ALTA MAGNITUDE DA CIDADE DO RECIFE – PERNAMBUCO/BRASIL

**VULNERABILITIES TO HIGH MAGNITUDE PLUVIAL EVENTS IN THE CITY OF
RECIFE - PERNAMBUCO / BRAZIL**

Leandro Diomério João dos Santos

Universidade Federal de Pernambuco
Avenida Acadêmico Hélio Ramos, s/n - CFCH Laboratório do GEQUA
Cidade Universitária 50171900 - Recife, PE - Brasil.
leandrodiomerio@hotmail.com

Cláudio José Cabral

Universidade Federal de Pernambuco
Avenida Acadêmico Hélio Ramos, s/n - CFCH Laboratório do GEQUA
Cidade Universitária 50171900 - Recife, PE - Brasil.
claudio_cabral2011@hotmail.com

Rhandysson Barbosa Gonçalves

Universidade Federal de Pernambuco
Avenida Acadêmico Hélio Ramos, s/n - CFCH Laboratório do GEQUA
Cidade Universitária 50171900 - Recife, PE - Brasil.
rhandysson@hotmail.com

Oswaldo Girão da Silva

Universidade Federal de Pernambuco
Avenida Acadêmico Hélio Ramos, s/n - CFCH Laboratório do GEQUA
Cidade Universitária 50171900 - Recife, PE - Brasil.
osgirao@gmail.com

Resumo

O presente artigo consiste em uma análise da vulnerabilidade da cidade do Recife quando está submetida à ação de eventos climáticos pluviiais extremos relacionados a níveis de precipitações considerados acima da normalidade para o ritmo climático da cidade. Estes eventos de chuva de alta magnitude têm provocado graves problemas ambientais e socioeconômicos que se manifestam por meio de alagamentos, enchentes e deslizamentos em encostas que, por conseguinte, são causadores de perdas materiais e, eventualmente, humanas. A partir de um levantamento de dados de gabinete foram obtidas informações junto a agências de monitoramento meteorológico, por meio de imagens de satélites, mapas temáticos de normais climatológicas e boletins técnicos. Tais informações auxiliaram na realização de um exame detalhado do ritmo e da variabilidade climática da cidade do Recife, para compreender quais são os sistemas atmosféricos causadores de eventos extremos e as respostas na paisagem destes eventos. Os resultados obtidos por meio deste estudo mostraram que a ocorrência de chuvas mais acentuadas é suficiente para o desencadeamento de riscos geomorfológicos, que por sua vez desenvolvem perigo e evidenciam a vulnerabilidade para a paisagem urbana e para população. Os eventos que ocorreram entre janeiro e maio de 2016 foram os responsáveis por precipitações acima da média. Dessa maneira, alagamentos, enchentes, inundações e movimentos de massa figuraram como respostas ambientais a estes inputs significativos de energia e matéria na área estudada, tais respostas protagonizaram grandes transtornos econômicos, inclusive, perda de vidas humanas.

Palavras-Chave: Eventos pluviiais extremos; Vulnerabilidade; Processos geomorfológicos; Cidade do Recife.

Abstract

The present article consists of an analysis of the vulnerability of the city of Recife when it is submitted to the action of extreme rainfall events related to levels of precipitation considered above normality for the climatic rhythm of the city. These events of high magnitude rainfall have caused serious environmental and socioeconomic problems that are manifested by overflow, floods and landslides on slopes that are consequently causing material and possibly human losses. From a survey of data from the office, information was obtained from meteorological monitoring agencies, through satellite images, thematic maps of climatological normals and technical bulletins. Such information helped to carry out a detailed examination of the rhythm and climatic variability of the city of Recife to understand the atmospheric systems that cause extreme events and the responses in the landscape of these events. The results obtained through this study showed that the occurrence of more severe rains is enough to trigger geomorphological risks, which in turn develop danger and show the vulnerability to the urban landscape and to its population. The events that occurred between January and May 2016 were responsible for above-average rainfall. In this way, overflow, floods and mass movements appeared as environmental responses to these significant energy and matter inputs in the studied area.

Key-Words: Extreme rainfall events; Vulnerability; Geomorphological processes; City of Recife.

1. Introdução

O presente artigo tem a objetividade de abordar os eventos climáticos pluviais extremos ocorridos na cidade do Recife entre janeiro e maio de 2016, e suas implicações na paisagem da cidade em questão.

Eventos como quedas de árvores, alagamentos e deslizamentos expressaram ocorrências comuns na cidade quando fortes e recorrentes chuvas recaem sobre a mesma. Visto possuir topografia de caráter plano na maior parcela da cidade (71%), sendo, nas áreas que margeiam a cidade, frequentes os episódios de deslizamentos e feições erosivas em decorrência da presença de áreas de encostas em colinas e tabuleiros interfluviais.

A temática em questão justifica-se pela relevância da contribuição voltada para analisar os riscos, e as vulnerabilidades da população, análise esta realizada a partir de um enfoque geográfico/climatológico, considerando aspectos ambientes físicos/naturais e antrópicos. Por meio da análise geográfica do clima, segundo Sant' Anna Neto (2008), seria possível obter o entendimento de como a paisagem foi/vem sendo construída e de quais formas tais ações afetam de maneira diversificada os agentes sociais que ali habitam, levando em consideração conforto ambiental e humano, vulnerabilidade socioambiental e a produção do espaço urbano.

Perante as diversidades das morfologias urbanas da cidade do Recife, as respostas ambientais provenientes dos eventos de precipitação extrema ocorrem de maneira desigual. O processo de ocupação e uso do solo evidenciam a fragilidade das políticas públicas de organização urbana que não abarcam bacias de micro e macrodrenagem e a manutenção de áreas permeáveis, sendo assim, não conseguem preparar a cidade para receber chuvas de tais magnitudes (OLIVEIRA *et al*, 2011).

Seguindo o princípio de diversidade morfológica, existem áreas em que nos últimos anos receberam investimentos em sistemas de saneamento e manutenção dos mesmos, portanto, essas localidades centrais e turísticas costumam sofrer menos aos impactos de precipitações mais intensas, ao passo que localidades periféricas e próximas a densas redes de canais fluviais possuem débil sistema de escoamento superficial e, conseqüentemente, sofrem com os impactos dos volumes pluviométricos.

Por fim, existe uma série de fatores que comprometem o funcionamento da cidade do Recife decorrentes das condições de alta precipitação, são alguns deles: o já ineficiente sistema viário que durante o inverno comumente entra em colapso, movimentos de massa em morros densamente ocupados em consonância com o déficit habitacional, superlotação

do sistema de saúde pública e a perturbação do calendário escolar decorrente das ocupações por parte de desabrigados (OLIVEIRA *et al*, 2011).

2. Caracterização da área

A cidade do Recife, capital do Estado de Pernambuco, localiza-se entre os paralelos 07° 56' 0" S 08° 09' 0" S e entre os meridianos 34° 51' 00" W 35° 02' 0" W (Figura 1), situado no litoral oriental do nordeste brasileiro, no terço central do estado de Pernambuco, limita-se com as cidades de Olinda, Camaragibe, São Lourenço da Mata e Jaboatão dos Guararapes.

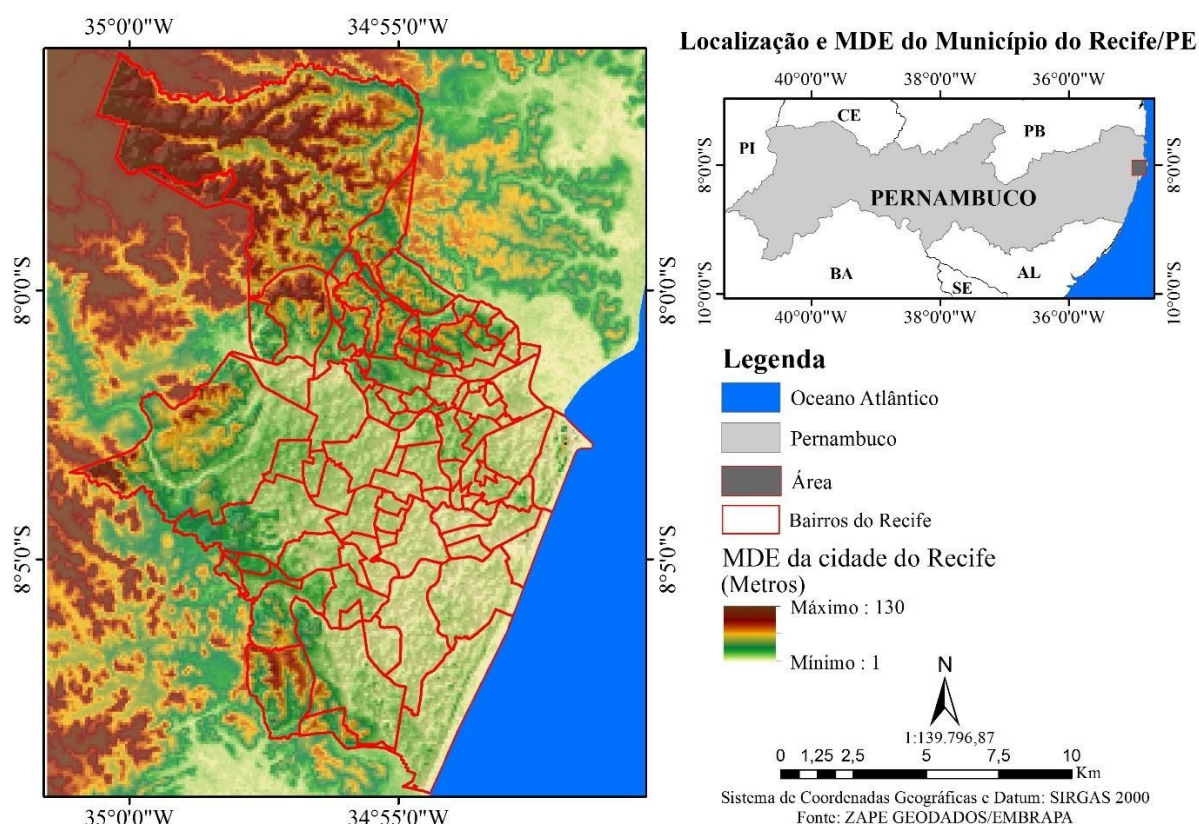


Figura 1: Localização e Modelo Digital de Elevação do município do Recife/PE. Fonte: Os autores, 2017.

O clima local recebe influências da espacialização latitudinal da cidade do Recife, o que lhe proporciona uma amplitude térmica média anual baixa e relativamente estável (8,1°C), reflexo da sua posição na Zona Intertropical, onde as temperaturas médias do ar são relativamente constantes ao longo do ano (mínima de 21,2°C e máxima de 30,1°C).

O litoral pernambucano está sob influência, na maior parte do ano, da massa Tropical Atlântica (Ta), a mesma é quente e úmida em decorrência da umidade adquirida

em sua base pelos fluxos emitidos pelo Anticiclone do Atlântico sul rumo ao equador térmico que chegam a faixa oriental do Nordeste brasileiro (CORRÊA, 2004; GIRÃO, CORRÊA e GUERRA, 2007).

As perturbações atmosféricas derivadas da influência da Ta na costa pernambucana são consequência da circulação atmosférica secundária, que estão associadas ao deslocamento para sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), ocorrência de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), afluência de resquícios da Frente Polar Atlântica (FPA) e pelo principal causador de chuvas na localidade, a chegada de Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL). Todos estes sistemas secundários resultam de confrontos entre massas de ar de características adversas, assim como de distúrbios internos a massas de ar geradoras de chuvas moderadas a fortes (TUBELIS e NASCIMENTO, 1992, GIRÃO, CORRÊA e GUERRA, 2006).

Geomorfologicamente, a cidade do Recife encontra-se, em sua maioria (71%), imersa na planície fluviomarinha que é parte integrante das bacias marginais Pernambuco/Paraíba. Tal unidade de paisagem é limitada a norte pelas colinas e tabuleiros da Formação Barreiras, Planície Flúvio-lagunar do rio Beberibe e alguns afloramentos da Formação Gramame; a oeste pelo Planalto Litorâneo Rebaixado, e alguns afloramentos da Formação Barreiras; ao sul pelos Sedimentos Aluviais, Formação Barreiras, Formação Cabo, além dos compartimentos pertencentes ao Sistema Flúvio-lagunar da Lagoa Olho d'água (Planície Flúvio-lagunar, Terraços Holocênicos e Terraços Pleistocênicos), que se diferencia da planície do Recife em função de um desajuste tectônico; e ao leste pelo oceano Atlântico. Assim sendo, possui maior parcela de seu território de caráter plano, resultante de sucessivas transgressões e regressões marinhas durante o período Quaternário (DOMINGUEZ, 1990; MOURA, 2003).

As parcelas interiores da planície do Recife possuem terraços fluviais e meandros abandonados ocupados por várias ordens de sedimentos. Onde atualmente se localizam as planícies de inundação dos principais rios da planície encontram-se depósitos aluvionares de granulometria variada. Nos manguezais ocorrem depósitos de textura mais fina (siltico-argilosa), com presença marcante de componentes orgânicos. Para Gusmão Filho (2002) as várias camadas sedimentares refletem a deposição de materiais em ambientes influenciados pelas sucessivas ações das marés e correntes, possuindo também, alternância entre camadas com sedimentos flúvio-marinhos e flúvio-lacustres.

A hidrografia recifense, segundo Vasconcelos e Bezerra (2000), é essencialmente um sistema de macrodrenagem composto por 20 cursos da bacia do rio Capibaribe, que drenam a área central da cidade, norte e oeste; a bacia do rio Beberibe formada por 20

canais que escoam as águas do setor norte; a bacia do rio Tejipló que abarca 5 cursos à sudoeste; a bacia do rio Jordão, compreendendo 4 canais na zona sul, e por fim, a bacia do rio Jiquiá, com 17 canais na porção oeste, além da rede de microdrenagem, compreendendo os complexos de galerias e canaletas.

Gusmão Filho (2002) afirma que os cinco principais rios responsáveis pela drenagem da planície do Recife realizam o transporte de água e sedimentos dos diferentes setores da cidade em direção as suas respectivas fozes. Em seus respectivos percursos em direção ao oceano meandram pela planície. Subalternos aos cursos principais existe uma malha de canais de menor magnitude, compondo uma rede hidrográfica formada de outros cursos fluviais de menor dimensão como riachos, córregos, canais e espelhos d'água constituídos de poucas lagoas, assim como, as amplas bacias do Pina, Santo Amaro e a bacia Portuária.

Segundo Preuss *et al.* (2011), Recife possui particularidades geográficas que devem ser levadas em consideração para a manutenção de seu sistema de drenagem, sendo elas: as baixas cotas altimétricas desse território em relação ao nível do mar, predomínio de áreas planas, lençol freático próximo à superfície e influência dos níveis das marés, sendo estes atributos naturais que dificultam o processo de drenagem.

Ademais, o sistema de drenagem é prejudicado devido à canalização de riachos e ocupação de suas margens por construções, em sua maioria, irregulares, com elevada impermeabilização de terras interfluviais e planícies aluviais, além da destinação inadequada de resíduos sólidos em domínios fluviais em decorrência da ausência e/ou ineficiente sistema de saneamento.

O problema referente à gradativa impermeabilização de domínios interfluviais é recorrente em todas as bacias hidrográficas que compõem o cenário de drenagem da cidade do Recife, que atrelado a topografia plana, ocupação indevida das margens, aterramentos de terras úmidas, assoreamento dos rios e o despejo de resíduos sólidos acarretam enchentes, inundações e alagamentos recorrentes durante o período chuvoso local (outono-inverno) (VASCONCELOS e BEZERRA, 2000; GIRÃO, CORRÊA e GUERRA, 2007).

3. Material e métodos

Para a realização da pesquisa foi utilizado o método de abordagem indutivo, a partir de procedimentos estatísticos por meio da obtenção de dados em gabinete junto a algumas agências que realizam monitoramento do tempo meteorológico a nível de Pernambuco e Brasil, como a APAC (Agencia Pernambucana de Águas e Clima), CPTEC/INPE (Centro de

Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e SIGMA (Sistema de Informações Geográficas Aplicadas ao Meio Ambiente). Tal coleta de dados possibilitou a realização da caracterização do ritmo climático da área de estudo e identificação de causas de eventos extremos de precipitação, assim como as consequências destes para a cidade em questão.

Os dados coletados junto a APAC são de médias mensais acumuladas de precipitação dos meses de fevereiro a maio de 2016 para o estado de Pernambuco. Estes dados foram obtidos por meio de mapas disponibilizados no *site* do órgão, onde foi possível verificar as regiões do estado onde se concentram os maiores e menores totais pluviométricos.

Junto ao CPTEC/INPE foi realizada uma consulta nos boletins técnicos de eventos significativos, no que diz respeito ao contexto climático, para o período citado. As informações obtidas por meio de tal consulta tornou possível a identificação dos sistemas atmosféricos atuantes na área investigada, sendo possível, através destes, identificar quais foram os sistemas atuantes e as respostas na paisagem da cidade do Recife e nos diferentes bairros, além das consequências negativas para a população no referente à atuação destes através de *sites* de meios de comunicação, como o www.diariodepernambuco.com.br e g1.globo.com.

Foram coletadas imagens de satélites realçadas no *site* do SIGMA, onde é possível verificar concentrações de nebulosidade (nuvens), o que auxiliou na identificação dos sistemas atmosféricos atuantes no momento da captura da imagem na área de estudo. As imagens coletadas são do período que vai do final do mês de janeiro até o final do mês de maio de 2016.

4. Revisão teórica

Os ambientes urbanos abrangem uma parcela muito pequena da superfície terrestre não coberta por água, cerca de 2% apenas (O'MEARA, 1999). Todavia, esta pequena área comporta 54% da população mundial, com uma perspectiva de aumento para 66% do ano de 2050, segundo relatório "Perspectivas da Urbanização Mundial" (*World Urbanization Prospects*) produzida pela Divisão das Nações Unidas para a População do Departamento dos Assuntos Econômicos e Sociais (DESA) (ONU, 2014). No Brasil, o índice de urbanização chega a 85,43% para um total de 204 milhões de habitantes (IBGE, 2016).

Esta grande concentração demográfica nos ambientes urbanos produzem uma organização espacial instável, onde as relações entre a sociedade e natureza são

desarmônicas, pois considerável parcela da população que reside nas cidades se estabelece em ambientes desfavoráveis do ponto de vista físico-natural, como encostas de colinas e tabuleiros, com declividade acentuada, áreas costeiras, com intensa ação das marés e vagas, e nas margens e terraços fluviais. Nestas áreas a ação de fenômenos processuais naturais, em consonância com formas de ocupações irregulares, provoca uma crescente instabilidade processual que levam a aceleração e intensificação de eventos naturais, que podem levar a situações de risco naturais, que podem desencadear perdas materiais e mesmo de vidas humanas.

Risco é um conceito de grande importância para a geomorfologia, por isso merece uma abordagem aprofundada, em consonância com aspectos da susceptibilidade e vulnerabilidade. Associado a este conceito também será feita uma abordagem sobre eventos climáticos extremos, para a avaliação de situações adversas relacionadas a eventos naturais dependentes da dinâmica climática que ocorrem sobre ambientes urbanos consolidados ou em processo de consolidação.

4.1 Risco, susceptibilidade e vulnerabilidade

Risco é um conceito empregado em geomorfologia para designar a probabilidade de ocorrência do perigo (susceptibilidade), mais o grau de prejuízo (vulnerabilidade). Guerra (2005) afirma que risco é uma terminologia empregada para caracterizar eventos causados por forças da natureza, mas que podem ser potencializadas pela ação humana.

Neste contexto, quanto maior for o grau de intervenção antrópica no ambiente físico/natural, maiores serão as possibilidades da ocorrência de catástrofes, que geralmente envolvem todos os tipos de perdas materiais, infra-estruturais e mesmo de vidas humanas.

Ainda em concordância com o que foi expresso acima, o risco pode ser compreendido com a probabilidade espacial e temporal de ocorrência de um fenômeno, neste caso um fenômeno indesejado, pelas consequências negativas revertidas para grupos sociais (CUNHA e DIMUCCIO, 2002).

Na medida em que o risco está atrelado ao perigo (susceptibilidade) e ao prejuízo que pode vir a causar, entendido com vulnerabilidade, faz-se necessário fazer uma explanação teórica sobre os mesmos. O perigo (susceptibilidade) é um evento capaz de causar graves perdas, envolvendo a existência de seres humanos. O evento torna-se perigoso quando a ocorrência, ou ameaça de ocorrência de um evento de origem física/natural ou humana (induzido), gera danos ou efeitos negativos (CASTRO, 2000).

Quando o risco se concretiza pode acarretar danos de ordens variadas, ou seja, na medida em que se processa, este pode causar prejuízos socioeconômicos diversos, que vão desde perdas materiais até perdas humanas. Este tipo de ocorrência é frequente em regiões com expansivas e adensadas formas de usos ocupacionais informais no mundo tropical úmido, onde a infraestrutura precária, atrelada a questões relacionadas a ausência de políticas de planejamento e gestão pública de ordem ambiental e territorial, e a dinâmica física/natural, refletida em chuvas abundantes e recorrentes, solos profundos, topografias planas e declinadas ocupadas, podem maximizar um evento levando a desencadear um desastre com graves consequências sociais e econômicas.

Os danos provocados por um evento natural, que pode ser potencializado por influência humana, são bastante variados. Esta variável, entendida como o grau de prejuízo constitui-se na vulnerabilidade, que pode significar o grau de danos de um elemento ou conjunto de elementos em risco, resultante da ocorrência de um fenômeno natural com determinada magnitude ou intensidade (VARNES, 1984).

Em determinadas áreas da superfície terrestre, onde se processam fenômenos de diversas naturezas, existe uma maior eminência de risco geomorfológico, sobretudo, nas áreas onde ações de planejamento e gestão ambiental e territorial não são efetivadas ou não alcançam a plenitude desejada.

Quanto à cidade do Recife, área objeto de estudo, pode-se concluir, a partir de suas características fisiográficas e socioeconômicas, que ela apresenta elementos colaborativos para a ocorrência de riscos, desencadeados por eventos pluviais extremos atrelados a contextos relacionados à dinâmica climática, mas potencializados pelas formas de usos e ocupações em topografias diversas existentes na cidade.

Visto que diversas ações antrópicas relacionadas as formas de usos e ocupações se processaram na cidade do Recife desde o período colonial, criando um ambiente transformado e susceptível a eventos geomorfológicos potencializados por retificações de cursos de água, aterramentos, construção de barragens, retirada da cobertura vegetal de áreas ribeirinhas e de encostas, etc. Tais ações vêm intensificando os efeitos de fenômenos naturais no perímetro estudado.

É possível afirmar que o risco natural, apesar da denominação, está ligado ao meio físico/natural como elemento ativo, principalmente ao considerar eventos dependentes da dinâmica climática em um ambiente tropical úmido, mas que na verdade ocorre a partir da presença humana, como elemento passivo, mas que se coloca vulnerável a susceptibilidade naturais presentes em ambientes de ocupação. Logo, ao se fazer um estudo em áreas urbanas submetidas a eventos de forte magnitude que causam desastres, é preciso fazer

uma análise tanto quanto ao viés físico como também do viés socioeconômico (GARCIA, 2002; VEYRET, 2007).



4.2 Eventos climáticos extremos

A expressão evento extremo serve para designar fenômenos climáticos que apresentam valores discrepantes de um estado climático médio. Estes eventos ocorrem em escalas temporais que variam de dias a milênios, embora os mais importantes para as atividades humanas são os extremos de curto prazo (relacionados com o tempo atmosférico) e os de médio prazo (relacionados com o clima), que são eventos com potencial para impactos significativos para a dinâmica ambiental físico/natural e socioeconômica (RAIGOZA, 2009).

Eventos com tais características podem ser considerados como anomalias ou desvios de comportamento de um padrão médio ou habitual de um sistema natural. Eles podem ocorrer como movimentos de massa, enchentes, inundações, secas prolongadas, ondas de calor, chuvas intensas, furacões/tufões e tornados, mas na maioria dos casos eles têm uma origem climática/meteorológica, pois representam eventos decorrentes de uma dinâmica climática específica, ou são eventos dependentes de tais dinâmica, sendo 85% dos eventos extremos registrados no mundo diretamente ou indiretamente relacionados com dinâmicas climáticas (SANT'ANNA NETO, 2005). No Brasil, estes eventos ocorrem, principalmente, como movimentos de massa, enchentes e inundações, decorrentes de chuvas intensas e/ou recorrentes, ou secas prolongadas, especificamente no semiárido nordestino brasileiro (MARENGO *et al.*, 2010).

A cidade do Recife é acometida, com regularidade ao longo do período de outono-inverno austral, por eventos de precipitações pluviais de alta magnitude e recorrência. Este fato é um condicionante para a ocorrência de eventos dependentes do clima associados a alagamentos, enchentes, inundações e movimentos de massa. Estes trazem grandes transtornos para a cidade do Recife, transformando por completo a rotina da população, uma vez que a dinâmica econômica, os modais de transporte e a circulação das pessoas são amplamente prejudicadas.

A construção desordenada de edificações, muitas vezes ocupando áreas impróprias para fins residenciais, por exemplo, como margem de mananciais, margens de cursos d'água, vertentes íngremes, topos de colinas ou tabuleiros com infraestrutura de drenagem precária ou inexistente evidencia a configuração de diferentes níveis de fragilidade espacial, face às suscetibilidades a ocorrência de eventos climáticos extremos relacionados a grandes volumes de precipitações que geram eventos terrestres dependentes de tais inputs meteorológicos (OLIVEIRA *et. al.*, 2011).

5. Morfodinâmica processual de eventos extremos em Recife

Os fenômenos das precipitações pluviométricas moderadas e intensas na cidade do Recife estão atrelados tanto com a circulação atmosférica de grande escala como de escalas inferiores (meso e micro). A análise da precipitação acumulada diária na área da pesquisa, no decorrer dos meses de janeiro a junho de 2016, evidenciou discrepância em alguns dias, considerando que nos meses em questão foi constatada a atuação exponencial de sistemas atmosféricos responsáveis por chuvas intensas, além da possibilidade da atividade de mais de um mecanismo atmosférico atuante em determinados episódios pluviais.

O acumulado mensal de precipitação do mês de janeiro de 2016 (Figura 02) colabora para afirmar que a RMR neste mês não teve chuvas significativas. No mês de janeiro apresentou uma precipitação acumulada de 119,6 mm, enquanto a média é de 103,5 mm, implicando em dizer que em janeiro 2016 houve um percentual do acumulado em relação à média de 116% (APAC, 2016).

Todavia, houve um episódio no dia 29/01/2016 que foi distinto dos demais dias do mês de janeiro, pois houveram chuvas fortes acompanhadas por ventos intensos (vendavais); segundo a APAC (2016) este evento foi provocado pela atuação de um sistema meteorológico denominado Vórtice Ciclônico de Altos Níveis ou Vórtice Ciclônico de Alta Troposfera (VCAN ou VCAT).

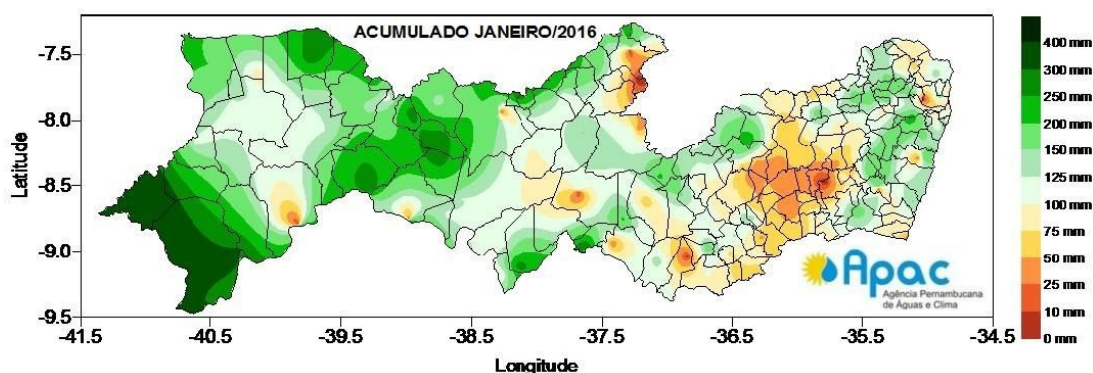


Figura 02: Acumulado mensal de precipitação janeiro/2016 para o estado de Pernambuco. Fonte: APAC, 2016.

Segundo a APAC (2016) o VCAN (Figura 03) está atrelado a nuvens cumulus-nimbus, as quais possuem grande envergadura vertical que podem atingir 12 quilômetros de altura, ocasionando precipitações com intensidade moderada a forte, acompanhadas de rajadas de vento. Isso ocasionou no bairro da Várzea, na cidade do

Recife, onde fica instalado um anemômetro, ventos de até 80 km/h, com força suficiente para promover a queda de várias árvores em todo o bairro. O volume acumulado da precipitação no Recife ficou em 52 mm em 24 horas, tendo as chuvas se concentrando das 15h às 18h.

O mês de fevereiro de 2016 apresentou um acumulado mensal de precipitação (Figura 04) menor que o referente ao mês de janeiro. A chuva acumulada do mês foi de 69,3 mm, tendo uma média climatológica de 144,20 mm, tendo um índice do percentual do acumulado em relação à média de 48,05%. Frisando, não houve nenhum sistema convectivo de grande magnitude atuando no mês de fevereiro.



Figura 03: Núcleo da borda de um VCAN atuando sobre Pernambuco no dia 29/01/2016 às 18 horas.

Fonte: CPTEC, 2016.

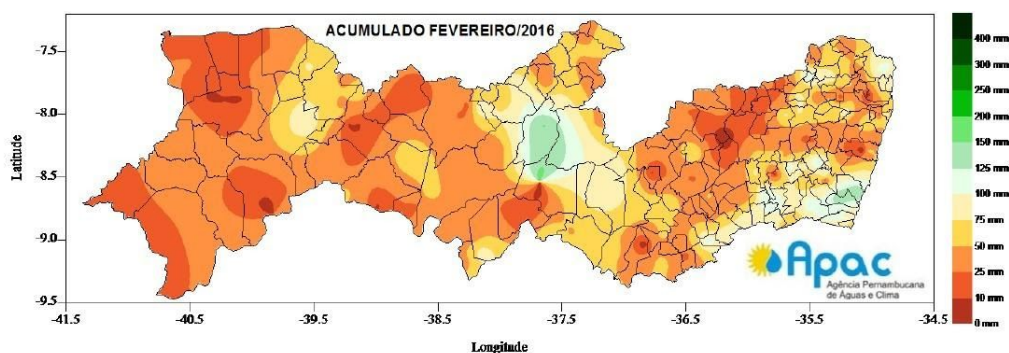


Figura 04: Acumulado mensal de precipitação em fevereiro/2016 para o estado de Pernambuco. Fonte: APAC, 2016.

Durante o mês de março se inicia o período chuvoso na RMR, quando a chuva acumulada do mês foi de 257,3 mm (Figura 05), alcançando 97% do percentual do acumulado em relação à média mensal de 264,70 mm (APAC, 2016). Houveram dois casos significativos no mês de março relacionados a grandes volumes de precipitação em um curto período de tempo, tendo estes ocorridos nos dias 4 e 17.

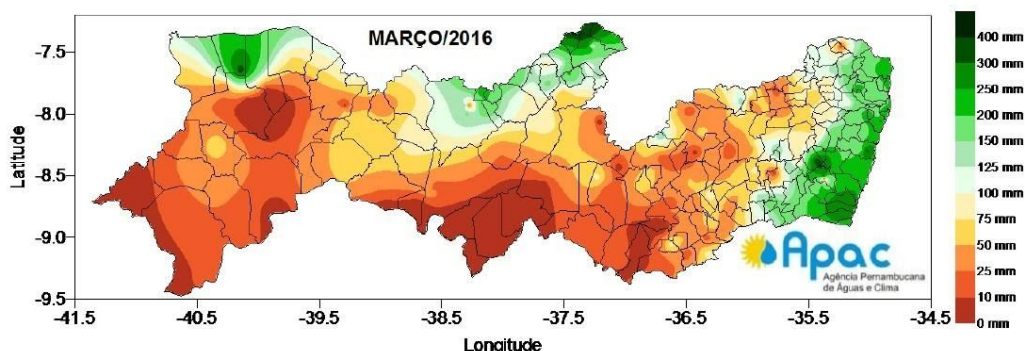


Figura 05: Acumulado mensal de precipitação em março de 2016 para o estado de Pernambuco. Fonte: APAC, 2016.

No dia 4 de março ocorreu uma precipitação com chuvas ocasionadas pela ZCIT tendo um acumulado em 24 horas no Recife de 45,8 mm. A ZCIT constitui-se em uma faixa de nuvens com grande desenvolvimento no sentido vertical e ocasionando chuvas no Nordeste do Brasil a partir de dezembro atuando até maio. No segundo dia houve um acumulado de 52 mm (APAC, 2016), sendo estas de intensidade moderada a fortes com maior magnitude nos horários da manhã e noite. Ocasionando em toda RMR alagamentos e transtornos as pessoas (Figura 06).

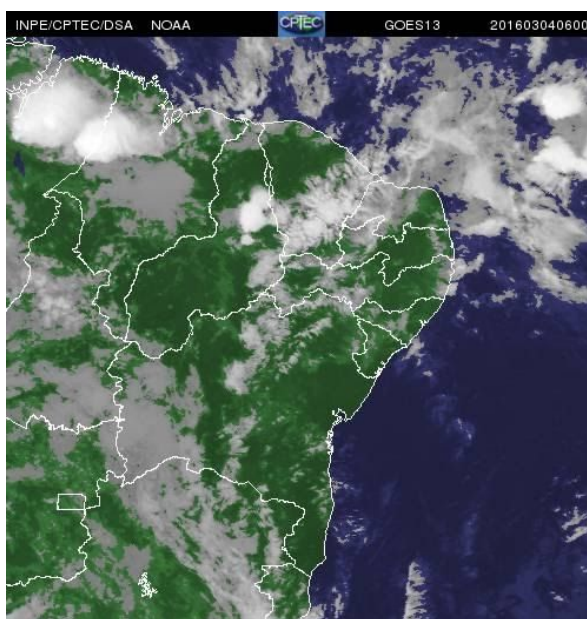


Figura 06: ZCIT atuando na região Nordeste do Brasil em 4 de março de 2016. Fonte: CPTEC, 2016.

A chuva acumulada do mês de abril para o Recife foi de 291,6 mm (Figura 07), sendo abaixo dos 326,30 mm da média climatológica do referente ao mês em questão. O caso mais significativo do mês foi o evento do dia 16/04/2016, decorrente da atuação da ZCIT, no qual houve uma precipitação de 101,8 mm em apenas 12 horas levou a ocorrência de alagamentos e enchentes em várias partes da cidade do Recife, além de quedas de árvores e inúmeros deslizamentos em áreas de encostas (Figura 08).

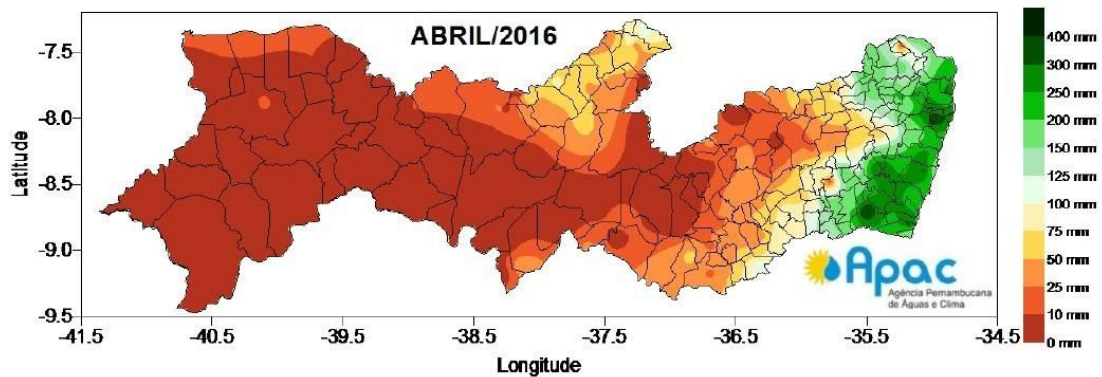


Figura 07: Acumulado mensal de precipitação em abril de 2016 para o estado de Pernambuco. Fonte: APAC, 2016.



Figura 08: A ZCIT atuando na região leste do Nordeste no dia 16 de abril de 2016. Fonte: CPTEC, 2016.

A chuva acumulada do mês de maio de 2016 (Figura 09) foi de 478,8 mm ultrapassando a média climatológica de 328,9 mm em 46%. Os dias mais significativos quanto às precipitações ocorridas em maio de 2016 foram 2 (60,6 mm), 9 (54,1 mm) e 10 (102,1 mm). As chuvas intensas do dia 2 foram provenientes de um Distúrbio Ondulatório de Leste, ou Onda de Leste, um sistema atmosférico gerador de chuvas intensas e recorrentes para o mês de maio.

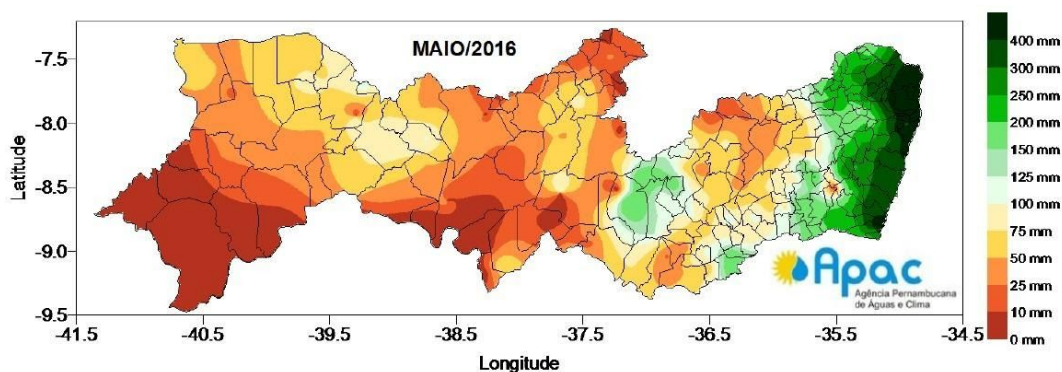


Figura 09: Acumulado mensal de precipitação em maio de 2016 para p estado de Pernambuco. Fonte: APAC, 2016.

As chuvas entre os dias 9 e 10 também foram ocasionadas por uma Onda de Leste (Figura 10), sendo as chuvas mais intensas e duradoras, ocasionando, mais uma vez, problemas relacionados a alagamentos, enchentes e deslizamentos em toda a RMR. Nesse intervalo de tempo choveu no Recife 156,2 mm quase metade da média climatológica do mês de maio, que é 328,90 mm.

Outro caso significativo para o mês de maio foi o dia 31/05/2016 no qual houve uma forte chuva em toda a RMR. Ocorreram vários problemas relacionados a alagamentos, quedas de árvores, deslizamentos e mesmo mortes, decorrentes de chuvas ocasionadas, mais uma vez, por uma Onda de Leste (Figura 11) atuando sobre o litoral oriental do Nordeste brasileiro.

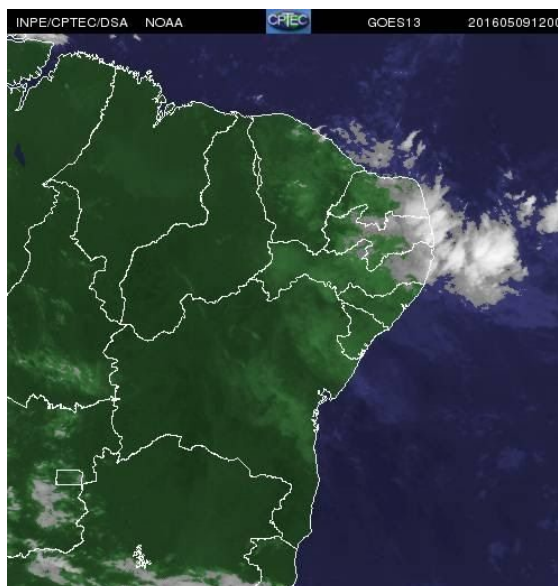


Figura 10: Onda de Leste atuando na região leste do Nordeste no dia 9 de maio de 2016. Fonte: INPE/CPTEC.

Nos cinco meses analisados (janeiro a maio de 2016) se verificou dias mais chuvosos como casos excepcionais, quando houve um acumulado de precipitações considerado alto para um curto período de 24 horas devido à ação dos sistemas produtores de chuva que atuaram de forma intensa na temporalidade considerada, sendo eles: VCAN, ZCIT e Onda de Leste.

Estes eventos pontuais de maior pluviometria são acontecimentos factíveis de ocorrerem na região sendo, por esta razão, considerados fenômenos naturais, porém de alta intensidade e baixa recorrência que ultrapassa um limiar de chuvas causadoras de algum tipo de impacto em áreas densamente urbanizadas que ocorrem concentrando mais de 50 mm em 24 horas (CONTI, 2011; TEIXEIRA, 2004).



Figura 11: A onda de leste ocasionando chuvas na costa de Pernambuco no dia 31 de maio de 2016. Fonte: INPE/CPTEC.

As respostas desta entrada de energia (*input*) na paisagem urbana recifense são consideradas perigosas por trazer sérios problemas para a população, que são refletidos em alagamentos, enchentes, inundações e deslizamentos.

Na cidade do Recife cada *input* proveniente de chuvas intensas deixa uma resposta distinta na paisagem, pois está localizada sobre distintas unidades geomorfológicas, no caso, uma planície flúvio-marinha bordejada por tabuleiros e colinas, apresentando susceptibilidade considerável a eventos terrestres dependentes da dinâmica climática, como os alagamentos, enchentes, inundações e movimentos de massa. Ademais, além da vulnerabilidade variar a depender da unidade geomorfológica, as formas de usos e ocupações tornam certos espaços urbanos com alta probabilidade a perdas de bens materiais e mesmo vidas humanas.

A planície do Recife se encontra localizada no interior da bacia sedimentar Pernambuco-Paraíba, possuindo uma extensão, segundo Mabeo (1991), de 15 quilômetros de norte a sul, ao longo da linha costeira, e cerca de 14 quilômetros do porto até seu limite a oeste nas colinas do bairro da Várzea. Tal planície está delimitada pela deposição da Formação Barreiras, em semicírculo, abarcando as porções norte, oeste e sudoeste da cidade, sendo constituída por tabuleiros e colinas.

Os processos morfodinâmicos comuns para planície são relacionados a eventos de enchentes e inundações, próximos a cursos d'água, e alagamentos em áreas topograficamente rebaixadas, frisando que a altitude da unidade em questão varia entre 2 a 10 metros, evidenciando uma área com modelado plano a suavemente ondulado. Logo, a unidade da planície por refletir um relevo baixo e de drenagem adensada possui como principal dinâmica processual ligada aos cursos fluviais, sendo os eventos de enchentes e inundações fenômenos naturais implícitos da morfodinâmica da paisagem da cidade do Recife.

Os tabuleiros e colinas compõem uma unidade topográfica com altitudes variando entre 30 a 300 metros, de morfologia plana, em topos, a ondulada, composta pelos sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras (ASSIS, 2001).

Sendo uma unidade de dinâmica processual resultante da denudação, a evolução do modelado do relevo dos tabuleiros e colinas da cidade do Recife por processos erosão regressivos, resultantes em feições lineares como ravinas e voçorocas, e movimentos de massa na forma de deslizamentos.

Quanto aos usos e ocupações das unidades morfológicas da cidade do Recife, estas refletem sobre a vulnerabilidade presente a partir das formas de ocupação dos espaços

urbanos, pois também evidenciam a ausência de políticas de planejamento e gestão ambiental e territorial visando mitigar, ou mesmo evitar, problemas relacionados a processos implícitos a dinâmica processual morfológica local.

Na planície, áreas de terraços fluviais e margens de cursos fluviais foram ocupadas intensamente nos últimos dois séculos, sendo tais ocupações afetadas por eventos pluviométricos causadores de transbordamentos recorrentes durante a estação chuvosa (março-julho). Além da ocupação das margens dos cursos d'água, aterros de terras úmidas como canais de maré, pântanos e alagadiços em geral desde meados do século XIX, acrescidos a crescente impermeabilização de interflúvios e canalização de cursos de água nas últimas décadas, estão potencializando os eventos chuvosos, mesmo de magnitude moderada.

Nas áreas elevadas de tabuleiros e colinas, denominadas localmente de morros, e suas encostas, a vulnerabilidade se encontra na forma rápida e sem planejamento da ocupação destes modelados geomorfológicos. Desde a década de 1940 políticas de públicas voltadas para erradicação de ocupações irregulares na área de planície direcionou moradores para as áreas de morros da cidade, inicialmente para a zona norte, e partir da década de 1970, para a zona sudoeste.

Atualmente, as ocupações sobre topos convexos ou planos, assim como sobre encostas suaves a íngremes, promovem cortes nas encostas e impermeabilização nas encostas e topos, que desencadeiam processos erosivos e movimentos, que são potencializados devido à ausência de redes de esgotamento sanitário, que resulta no lançamento de águas servidas diretamente sobre as encostas.

A ocorrência dos eventos climáticos pluviométricos de alta magnitude de janeiro a maio de 2016 ratificou o entendimento da vulnerabilidade da cidade do Recife a tais fenômenos. Contudo, apesar do período mais chuvoso ser de março a julho, os dados representativos de janeiro a maio de 2016, foram significativos para os meses iniciais deste ano, quando as chuvas foram mais intensas e recorrentes, conforme Quadro 1.

QUADRO 1:
Relação do sistema produtor de chuva e a resposta na paisagem.

Dias/Período	Sistema Climático	Chuva (mm)	Resposta	Links das Notícias
29/01/2016	VCAN	52	Ventos fortes, árvores caídas, chuva e alagamentos.	http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2016/01/chuva-e-rainha-provocam-ranstonos-na-regiao-me

04 e 17/03/2016	ZCIT	45,8 e 52	Chuvas e alagamentos.	http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vidaurbana/2016/03/17/interna_vidaurbana,633134/chove-bastante-na-regiao-metropolitana-do-recife.shtml
16/04/16	ZCIT	101,8	Chuva, árvores caídas, alagamentos e deslizamentos (morte).	http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2016/04/chuva-provoca-alagamento-em-varios-pontos-do-grande-recife.html
02/05/2016	Onda de Leste	60,6	Chuvas fortes e alagamentos.	http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2016/05/semana-com-muita-chuva-no-grande-recife.html
09 e 10/05/2016	Onda de Leste	54,1 e 102,1	Chuva, alagamentos, quedas de arvores e deslizamentos.	http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2016/05/em-21-horas-recife-registra-chuva-esperada-para-quase-15-dias.html
30/05/16	Onda de Leste	119,8	Chuva, árvores caídas, alagamentos e deslizamentos (morte).	http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2016/05/chuva-de-200-milimetros-deixa-quatro-mortos-no-recife-e-em-olinda.html

Fonte: APAC, 2016.

No mês de janeiro, no dia 29/01/2016 houve o acúmulo pluviométrico de 52 mm em um intervalo de tempo curto, conjugada por ventos fortes denominados de vendaval, fenômenos gerados por um VCAN. Os eventos que acompanharam tal evento foram suficientes para deixar a capital pernambucana com inúmeros problemas relacionados com árvores tombadas, semáforos desligados e quedas de postes, que resultaram na ausência de energia elétrica em vários bairros da cidade do Recife.

No mês de fevereiro ocorreram dois dias de eventos, 4 e 17, com chuvas significativas de 45,8 e 52 mm, respectivamente. As precipitações dos dias em questão

foram ocasionadas pelo posicionamento da ZCIT para o sul do equador, ocasionando chuvas constantes durante os dias considerados.

O dia 16 de abril de 2016 foi o único caso de evento extremo de precipitação, considerando os parâmetros propostos por Conti (2011) e Teixeira (2004), tendo uma pluviometria acumulada superior a 50 mm, no caso, em 101,8 mm. O montante de chuva foi também consequência da influência da ZCIT, a qual trouxe mais transtornos (Figura 12) ao Recife por ser um volume de chuva maior até o momento para o ano de 2016.



Figura 12: Deslizamento de barreira destruiu parcialmente uma residência na Unidade Residencial 07, na Várzea, no Recife no dia 16/04/2017. Fonte: <http://g1.globo.com/pernambuco/videos/v/forte-chuva-no-grande-recife/4962473/>

As fortes precipitações do dia 16/04 levaram a quedas de árvores, alagamentos e deslizamentos, inclusive com uma morte no bairro do Alto José Bonifácio, em Recife. Durante o evento, em aproximadamente 24 horas, a CODECIPE verificou cerca de 12 deslizamentos nas áreas de colinas da cidade, consequência da à chuva concentrada e intensa ter precipitando por 12 horas o esperado para 12 dias. Segundo a Defesa Civil da cidade do Recife, foram registradas 177 ocorrências, entre quedas de árvores, alagamentos e deslizamentos, com 690 famílias aconselhadas a deixarem suas casas por risco de novos deslizamentos, destas, 22 famílias ficaram desabrigadas.

O mês de maio de 2016 foi o com maior ocorrência de fenômenos atmosféricos de alta magnitude. Houveram quatro dias com chuvas fortes passando dos 50 mm chegando até 102,1 mm no dia 10/05/2016. Como nos meses anteriores, os problemas se repetiram em maio, com quedas de árvores, alagamentos, deslizamentos e mortes.

Todavia, em maio, os sistemas climáticos atuantes foram os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), os quais tem uma previsibilidade difícil de mensurar por terem sua composição complexa, e atuação sobre o litoral pernambucano, em questões de horas. Portanto, apesar destes eventos causarem transtornos idênticos aos demais acima mencionados, promovem transtornos mais intensos devido à rápida e intensa atuação, inviabilizando uma previsão do fenômeno e, conseqüentemente, uma resposta rápida quanto a alertas para a população recifense.

No dia 30 de maio (Figura 13) ocorreu o maior volume pluviométrico para o ano de 2016 com 119,8 mm (Estação Convencional do bairro do Curado), quando o evento provocou mais uma morte por deslizamentos em Recife. As chuvas caíram de forma

intensa, sendo registrado em, apenas, seis horas do dia 30 de maio, mais 200 mm em outras localidades da cidade do Recife, o equivalente a 67% do esperado para o mês de maio, segundo a APAC.



Figura 13: Alagamento na estação Joana Bezerra e queda de arvores no Recife no dia 30/05/2017. Fonte: <http://jconlineinteratividade.ne10.uol.com.br/galeria/2016,03,30,5596,galeria.html>

6. Conclusões

A cidade do Recife tem uma susceptibilidade alta aos eventos pluviais extremos por se encontrar inserida em modelados morfológicos adversos, uma planície flúviomarinha (71%) e tabuleiros e colinas (29%).

Sendo a planície um modelado de acumulação, onde a morfodinâmica se desenvolve a partir da sedimentação resultante de processos fluviais e marinhos, que “dividem” espaços com corpos d’água como cursos fluviais, lagoas e canais de marés, constitui-se em ambiente propenso a alagamentos, enchentes e inundações, que são potencializados pela impermeabilização das terras urbanizadas. Já os tabuleiros e colinas, morfologias que refletem a atuação de processos erosivos e movimentação de massa, são modelados em suas encostas por tais processos, que também são potencializados por formas de usos e ocupações das terras sobre as encostas e mesmo nos topos planos dos tabuleiros e convexos das colinas.

Quanto a vulnerabilidade natural do Recife, em sua história de formação urbana a cidade passou por mudanças no seu espaço sem um adequado planejamento considerando as dinâmicas superficiais de seu sítio geomorfológico. Ademais, a rápida expansão e intensificação urbana para ambientes naturais susceptíveis a processos geomorfológicos, como planícies fluviais e encostas, tem levado a ocupação para tais espaços inadequados

modificações antrópicas consideráveis para a dinâmica geomorfológica, tornando tais ambientes ocupacionais vulneráveis quando da ocorrência eventos pluviiais extremos.

Os eventos extremos de pluviometria ocorrem mesmo não sendo o período chuvoso para o Recife, indicando que tais eventos naturais são factíveis de ocorrer em momentos do ano que antecedem a estação chuvosa, como no verão austral (dezembro-março).

Para os meses analisados, de janeiro a maio de 2016, verificou-se uma maior ocorrência das chuvas excepcionais no período de outono, de abril e maio, tendo sido maio o mês de maior incidência de chuvas intensas, o que colaborou para ratificar que a cidade do Recife não suporta um acumulado superior a 50 mm em poucas horas, pois com este montante tem-se uma resposta negativa na paisagem através do desencadeamento de alagamentos, enchentes, deslizamentos e, na dependência da intensidade dos ventos, quedas de árvores, postes e fiação elétrica e telefônica, além de eventuais sinistros que resultam em mortes.

Referências

APAC. **Agência Pernambucana de Águas e Clima**. Disponível em: http://www.apac.pe.gov.br/noticias.php?noticia_id=763. Acessado em: 16 ago. 2016.

ASSIS, Hortência M. B.; PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos S. (Coordenação e Organização). Atividades impactantes sobre o meio ambiente da Região Metropolitana do Recife. In: **Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região Metropolitana do Recife**. Projeto Singre II. Série Degradação Ambiental II. Recife: CPRM, 81p. 2001.

CASTRO, Susana D. Aneas de. Riesgos y Peligros: Una visión desde la geografía. In: **Scripta Nova**. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, n 60, 15 de mar 2000.

CONTI, José Bueno. **Clima e meio ambiente**. 7. ed. São Paulo: Atual, 96 p. 2011.

CORRÊA, A. C. B. Unidades geoambientais do Recife. Trabalho apresentado na disciplina Metodologias de Pesquisa em Geografia Física. Recife, Departamento de Ciências Geográficas, UFPE, 2004. 7 p. (mimeogr.).

CUNHA, L.; DIMUCCIO, L. "Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição. Exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra". **Territorium**, Coimbra, 9, p. 37-51. 2002.

CPTEC. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. Disponível em: http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliEsp10a/zcit_1.html. Acessado em: 16 ago. 2016.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; LEÃO, Z. M. A. N.; AZEVEDO, A. E. G. Geologia do Quaternário Costeiro do Estado de Pernambuco. In: **Revista Brasileira de Geociências**, p.208-215. 1990.

FARIAS, R. L.; NÓBREGA, R.S. Tendência espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco. In: GALVÍNCIO, Josiclêda Domiciano. **Mudanças Climáticas e Impactos Ambientais**. Recife: Editora Universitária UFPE, p. 251-264. 2010.

GARCIA, R. A. C. **Avaliação do Risco de Movimentos de Vertente na Depressão da Abadia (Torres Vedras)**. Dissertação de Mestrado em Geografia Física e Ambiente apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa. 140 p. 2002.

GIRÃO, Osvaldo; CORRÊA Antonio Carlos de Barros e GUERRA, Antonio José Teixeira. Influência da climatologia rítmica sobre áreas de risco: O caso da Região Metropolitana do Recife para os anos de 2000 e 2001. In: **Revista de Geografia**, v. 23, n° 1, jan/abr. 2006.

GIRÃO, Osvaldo; CORRÊA Antonio Carlos de Barros e GUERRA, Antonio José Teixeira. Encostas urbanas como unidades de gestão e planejamento, a partir do estudo de áreas a sudoeste da cidade do Recife-PE. In: **Revista de Geografia**, v. 24, n° 3, set/dez. 2007.

GUERRA, Antônio Teixeira; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 648 p. 2005.

GUSMÃO FILHO, J. de A. **Fundações do conhecimento geológico a prática da engenharia**. Recife: Ed. Universitária UFPE, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Diretoria de Pesquisa e Informática**. *População Estimada 2016*. Disponível em: <http://pais.ibge.gov.br/#/pt/pais/brasil/info/sintese>. Acesso em: 20 ago. 2016.

MABESOONE, J. M. (Coord.). **Revisão Geológica da Faixa Sedimentar Costeira de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte**. Universidade Federal de Pernambuco, Estudos e Pesquisas. Recife: Série B, v. 10, 1991.

MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; ZEE, D.; PINTO, H. S. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. Disponível em: http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf. Acessado em: 20 ago.2016.

MOURA Geomorfologia do Quaternário In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (eds.) Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 5ª ed., p.149-209. 2003.

O'MEARA, M. **Explorando uma nova visão para as cidades**. Estado do Mundo, p.138-157, 1999.

OLIVEIRA, G. C. S.; SILVA JÚNIOR, J. P.; NÓBREGA, R. S.; GIRÃO, O. Uma Abordagem da Geografia do Clima Sobre os E ventos Extremos de Precipitação em Recife-PE. In: **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 2, p. 258-251. 2011..

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Relatório sobre Perspectivas da Urbanização Mundial 2014**. Disponível em: <http://www.unric.org/pt/actualidade/31537>. Acesso em: 25 ago. 2016.

RAIGOZA, D. Impactos de extremos relacionados con el tiempo y el clima - Impactos sociales y económicos. In: **Boletim do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas –GPMC**, INPE. Edição Especial, n° 8, p. 5. 2009.

PREUSS, S. L. C.; SILVA, A. A.; BRAGA, R. A. P.; CABRAL, J. S. P. Adequação estrutural e ambiental para a drenagem urbana sustentável: o caso do Recife, Pernambuco. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2011.

SANT' ANNA NETO, J.L.; Decálogo da climatologia do Sudeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**. Presidente Prudente. v. 1, n. 1. p. 43-60. 2005.

SANT' ANNA NETO, J.L.; Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. In: **Revista da ANPEGE**, v. 4. p. 61 – 88. 2008.

SIGMA. **Sistema de Informações Geográficas Aplicadas ao Meio Ambiente**. Disponível em: http://sigma.cptec.inpe.br/prec_sat/index.jsp?i=br. Acessado em: 16 ago. 2016.

TEIXEIRA, M. S. **Atividade de ondas sinóticas relacionada a episódios de chuvas intensas na região Sul do Brasil**. 2004. 94f. Dissertação de Mestrado (Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.

TUBELIS, Antonio e NASCIMENTO, **Fernando José Lino do**. **Meteorologia Descritiva: Fundamentos e aplicações brasileiras**. 1 ed - 7ª impressão. São Paulo: Nobel. 373 p. 1992.

VARNES, D. J. Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. UNESCO, (1984) 63 p., Paris.

VASCONCELOS, R. F. A; BEZERRA, O. G. **Atlas Ambiental do Recife**. Prefeitura da Cidade do Recife/Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente. Recife - PE, 151 p. 2000.

VEYRET, Y. **Os riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.