



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM GEOGRAFIA - PROPGEO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DO CEARÁ - UECE**

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -  
Campus do Itaperi, Fortaleza/CE

**INUNDAÇÕES SEVERAS NO  
MUNICÍPIO DE PALMARES-PE:  
UMA ANÁLISE COMPARATIVA  
PRELIMINAR DOS EVENTOS  
DE 2010 E 2017**

**Leonardo Lima da Silva  
Fabrício de Luiz Rosito Listo**

Citação: SILVA, L. L.; LISTO,  
F. L. R. INUNDAÇÕES  
SEVERAS NO MUNICÍPIO DE  
PALMARES-PE: UMA  
ANÁLISE COMPARATIVA  
PRELIMINAR DOS EVENTOS  
DE 2010 E 2017. **Revista  
GeoUECE (Online)**, v. 08, n.  
14, p. xx-xx, jan./jun. 2019.  
ISSN 2317-028X.



## INUNDAÇÕES SEVERAS NO MUNICÍPIO DE PALMARES-PE: UMA ANÁLISE COMPARATIVA PRELIMINAR DOS EVENTOS DE 2010 E 2017

### SEVERE FLOODING IN PALMARES-PE: A PRELIMINARY COMPARATIVE ANALYSIS OF 2010 AND 2017 EVENTS

Leonardo Lima da SILVA <sup>1</sup>

Fabrizio de Luiz Rosito LISTO <sup>1</sup>

<sup>1</sup> E-mail: imalsilva@hotmail.com.

<sup>2</sup> E-mail: fabriziolisto@gmail.com.

#### RESUMO

O crescimento urbano ancorado no discurso do desenvolvimento tem modificado a paisagem de diversas cidades brasileiras. A lógica da expansão urbana ignora a necessidade de planejamento, desconsidera os aspectos naturais e conduz a população e a cidade a sofrer com os problemas decorrentes dos eventos extremos, como as inundações. Em 2010 e 2017, Palmares-PE sofreu com inundações severas devido a fortes chuvas que atingiram a região. Diante disto, a presente pesquisa tem como objetivo analisar de forma comparativa estes dois eventos, identificando suas similaridades, particularidades e as condições naturais que contribuíram com as inundações na área urbana de Palmares. A pesquisa, ainda em fase preliminar, utilizou dados climatológicos e geomorfológicos disponibilizados pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), bem como ferramentas de geoprocessamento. Os resultados preliminares indicam as variações climáticas entre os dois eventos e de como as pressões antropogênicas sobre o município potencializaram os episódios de inundação para a região.

**Palavras-chave:** Inundação. Palmares. Zona da Mata Sul Pernambucana.

#### ABSTRACT

The urban growth anchored in the discourse of development has modified the landscape of several Brazilian cities. The logic of urban sprawl ignores the need for planning, disregards the natural aspects, and causes the population and the city to suffer from the problems of extreme events such as floods. In 2010 and 2017, Palmares-PE suffered severe flooding due to heavy rains that hit the region. In view of this, the present research has the objective of comparative analysis of these two events, identifying their similarities, particularities and the natural conditions that contributed to the floods in the urban area of Palmares. The research, still in the preliminary phase, used climatological and geomorphological data made available by the Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) and the Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), as well as geoprocessing tools. Preliminary results indicate the climatic variations between the two events and how anthropogenic pressures on the municipality have potentiated the flood events for the region.

**Keywords:** Flooding; Palmares; Pernambuco South Zone.



## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano brasileiro tem sido concentrado em Regiões Metropolitanas e em cidades pólos regionais (TUCCI, 1997). A partir do século XX, foram acompanhadas no Brasil mudanças significativas em seu espaço urbano, nas quais as cidades já consolidadas como centros urbanos reafirmaram sua posição devido aos investimentos e às atividades realizadas. Assim, serviram como fator de atração para fluxos migratórios, criando dependência em outras cidades e muitas vezes apresentando déficits habitacionais.

Diferentes escolhas e interesses que não ocorreram de forma homogênea considerando a divisão regional do Brasil, definiram de imediato e em longo prazo transformações na paisagem, ou seja, um rápido crescimento da população urbana, com intensas modificações dos aspectos naturais, ausência de planejamento e consequências problemáticas inerentes ao desenvolvimento urbano. A ausência desse planejamento fez com que as cidades crescessem de forma irregular sobre áreas suscetíveis a processos morfodinâmicos, muitos deles naturais, tais como as inundações, mesmo em ambientes com pouca intervenção.

O Brasil apresentou ao longo das últimas décadas um crescimento significativo da população urbana, sobretudo depois da década de 1960, gerando uma população urbana com uma infraestrutura inadequada (TUCCI, 1997). Esse crescimento sem planejamento suprime o meio natural, facilmente identificado na paisagem urbana, que além de alterar a dinâmica dos fenômenos hidrometeorológicos, impactam de forma severa as novas centralidades urbanas.

A expansão urbana de forma não planejada, realidade comum em diversas cidades brasileiras, conduz a população a diferentes situações de risco. A ausência de condições financeiras, demanda por moradias, necessidade de estarem próximas da oferta de serviços e atividades econômicas, são algumas características comumente relatadas pela população por estarem ocupando de forma irregular e inadequada as áreas consideradas de risco, vigorosamente afetadas por fenômenos hidrometeorológicos (ex. enchentes e inundações).

As áreas de planície tendenciosamente são hipervalorizadas e ocupadas devido às condições geomorfológicas oportunas. Nesse sentido a ocupação e o uso da terra modifica toda a dinâmica hidrológica na planície, ou



seja, áreas por condição já suscetíveis a diferentes eventos hidrometeorológicos tornam-se locais de risco devido à presença humana. Além disso, suas múltiplas intervenções como, por exemplo, a ocupação das áreas de várzea e a impermeabilização do solo potencializam eventos como as inundações urbanas.

Um dos fenômenos hidrometeorológicos que acomete as áreas urbanas de diferentes cidades brasileiras são as inundações. Esse fenômeno de acordo com Tucci (2003) e Valente (2009) é definido em função do aumento da vazão de um rio e o extravasamento de suas águas pelas suas calhas ocupando parcialmente ou por completo seu leito maior e os terraços fluviais, encobrendo construções e as diversas atividades de uso da terra realizadas pela população.

Em junho de 2010 algumas cidades localizadas na Zona da Mata Sul do estado de Pernambuco, como por exemplo, o município de Palmares (Figura 1), sofreu com inundações de grande proporção ao longo da bacia do rio Una, cujas nascentes ocorrem no município de Capoeiras (agreste do Estado). Após sete anos (maio de 2017), Palmares, ainda em processo de reestruturação dos desastres de 2010, foi novamente afetada por inundações severas registrando perdas materiais, econômicas e de vidas.

**Figura 1** – Cidade dos Palmares - PE, durante enchente do Rio Una dia 19/06/2010.



Fonte: Google (2010)



Outras cidades do estado de Pernambuco e de Alagoas enfrentaram nesse mesmo período problemas com as inundações, entretanto Palmares se destaca devido ao alto grau de perdas e de destruição da cidade, gerando repercussão nacional e mobilizando pessoas, instituições militares e o governo nas esferas municipal, estadual e federal. Após os eventos de 2010 foi realizado um planejamento que previa além da reconstrução da cidade, obras a fim de impedir ocorrência de novas inundações.

Ao observar os dados preliminares desses dois eventos, surgiram alguns indicativos a respeito de sua gênese e dos condicionantes naturais e antrópicos que favoreceram a ocorrência dessas inundações. Sobre a gênese das inundações ocorridas em Palmares-PE nos anos de 2010 e 2017, um possível fenômeno atmosférico envolvido é o Distúrbio Ondulatório de Leste (DOL), o qual é comum o seu registro no período de maio a agosto no leste da região nordeste, caracterizando-se por perturbações nos ventos Alísios que atuam na região e provocam chuvas severas e que podem avançar ao continente até 300 km do litoral (ALVES; CAVALCANTI; NÓBREGA, 2013).

Outro aspecto importante a ser destacado é que, durante o período em que ocorreram as inundações em Palmares, cidades próximas à área de cabeceira do rio Una registraram índices pluviométricos acima da média climatológica, o que reforça a possibilidade de que nuvens carregadas avançaram no sentido Leste-Oeste, decorrentes de um fenômeno que promove essa dinâmica atmosférica como o Distúrbio Ondulatório de Leste (DOL). Assim, de acordo com os dados do Boletim do Clima para o mês de maio 2017 (APAC), o município de Capoeiras (cabeceira do Rio Una) registrou um desvio de 162% no acumulado de precipitação, já o município de Caetés registrou desvio de 145% acima da média climatológica, ambos os municípios inseridos na mesorregião do Agreste pernambucano.

No entanto, as inundações urbanas não podem ser atribuídas apenas a fenômenos climáticos. No caso de Palmares, outros condicionantes antrópicos e naturais, como ocupação e uso da terra e suas unidades geomorfológicas, sugerem que grande parte do perímetro urbano da cidade é suscetível à inundações. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise comparativa preliminar das inundações severas ocorridas em 2010 e 2017 no município de Palmares, zona da mata sul de Pernambuco.



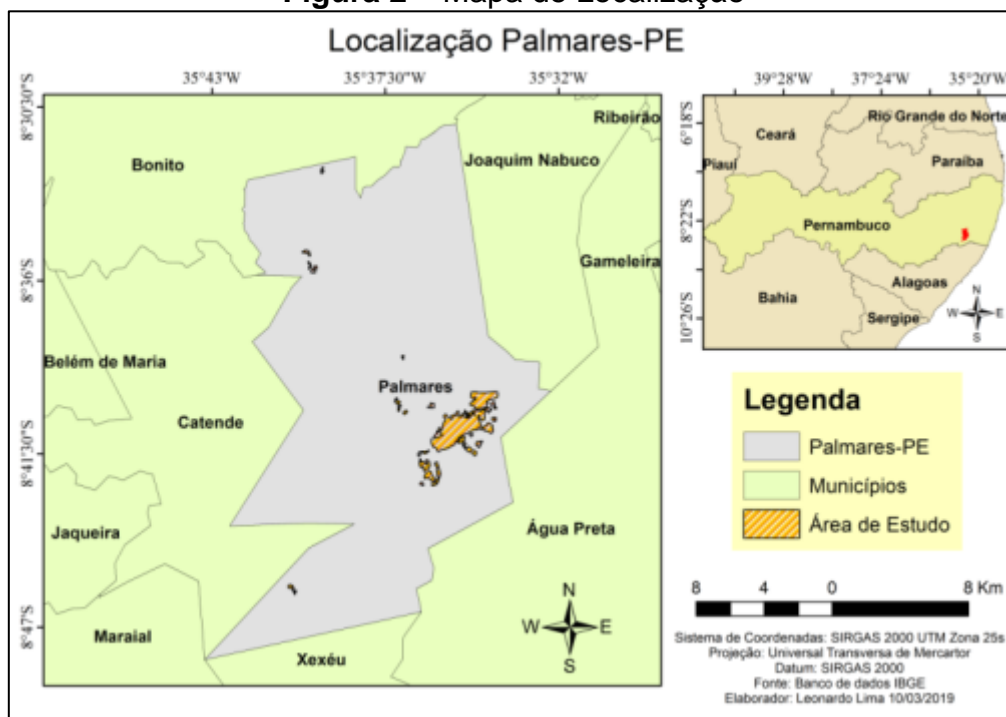
## ÁREA ESTUDO

O Município de Palmares localizado na Zona da Mata Sul do estado de Pernambuco (Figura 2), limita-se a norte com Bonito, a sul com Xexéu, a leste com Joaquim Nabuco e Água Preta e a oeste com Catende. A sede municipal possui altitude aproximada de 108 m, ficando a 120,2 km de distância da capital pernambucana, Recife (CPRM, 2005).

O ultimo censo realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), indicou que a população do município de Palmares era de 59.526 habitantes, dados estimados de 2017 registram o número de 62.832 habitantes, distribuídos em um território de aproximadamente 339,291 km<sup>2</sup>. Ainda de acordo com o IBGE, do total da população, 46.886 reside em área urbana e apenas 12.640 em área rural. Essa característica da distribuição populacional no território se reflete de forma significativa na ocupação do espaço que registra 12.289 domicílios urbanos e 3.101 rurais.

O clima da Zona da Mata pernambucana de acordo com a classificação climática de Koppen é definido como As'. Baseando-se nessa classificação Palmares registra um clima predominantemente quente e úmido com chuvas de outono-inverno. Geomorfologicamente, conforme CPRM (2014) prevalecem feições de morros baixos e colinas com altitudes de aproximadamente 130 m.

**Figura 2 – Mapa de Localização**



Fonte: Banco de dados IBGE



## 2. MATERIAL E MÉTODO

Tendo como objetivo central realizar uma análise comparativa preliminar entre os eventos de inundação (2010 e 2017) em Palmares, essa pesquisa buscou alguns dados relevantes sobre cada evento para compreender a gênese, o período, as consequências e os fatores condicionantes naturais e antrópicos que potencializaram as inundações. Com base no local e o mês de ocorrência dos eventos, foi necessário realizar um recorte espacial e temporal para conduzir a busca por informações nas bases de dados e em campo.

O recorte temporal realizado refere-se aos dias exatos onde se observa uma maior instabilidade atmosférica (maiores precipitações) e as inundações. No evento de 2010, o período analisado corresponde aos dias 16, 17, 18 e 19 de junho. Já em 2017, foram analisados os dias 26, 27, 28 e 29 de maio. Referente ao recorte espacial, dada à extensão do município e as variações topográficas, ou seja, áreas em que não houve o registro de inundação, a análise contemplou o setor ocupado do município de Palmares (margens e terraços fluviais) que margeia grande extensão do curso do rio Una.

Delimitado o intervalo de dias a serem analisados, foram coletados os dados climatológicos obtidos por meio dos bancos de dados da Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados climatológicos selecionados para fazer a comparação, neste estudo, foram: Precipitação (mm); Temperaturas mínima e máxima (°C); Umidade mínima e máxima (%) e Velocidade dos ventos (m/s).

A análise preliminar dos dados climatológicos foi feita inicialmente a partir de tabelas possibilitando os primeiros apontamentos como o acumulado de precipitação em cada período dos eventos, comprando-os com o total no mês e com a média climatológica para a área. Para fins de comparação além de tabelas, os dados foram estruturados em gráficos, de forma que fosse possível estabelecer similaridades e discordâncias nas características dos eventos, discutindo as possíveis causas envolvidas.

Em 2014, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPMR), realizou um mapeamento para o município de Palmares de suscetibilidade a movimentos de massa e a inundação. De acordo com a classificação do relevo, também realizada nesse mapeamento, o relevo na área urbana (recorte escalar utilizado) divide-se nas seguintes unidades: Planícies e terraços fluviais, Morros



baixos, Colinas e Morros baixos. Dessa forma, considerando o recorte espacial dessa pesquisa e os dados obtidos por meio do mapeamento da CPMR buscou-se analisar a suscetibilidade à inundação de forma mais próxima à área de estudo, ou seja, comparar as classes geomorfológicas e a suscetibilidade apontada com os cenários anteriores e posteriores aos eventos de inundação. Diante disso, foram elaborados um Modelo Digital de Terreno (MDT) com resolução de 30 m uma carta de suscetibilidade a inundação, adaptada a partir dos dados iniciais encontrados pela CPRM (2014).

Para a elaboração dos mapas, utilizou-se o *software* ArcGIS 10.2, ambos com as bases cartográficas disponíveis no banco de dados da CPMR. Por meio do MDT foi possível identificar a altitude média nas áreas inundadas, enquanto o mapa de suscetibilidade possibilitou identificar se as áreas de menor altitude realmente são suscetíveis à inundação. Também foram realizados trabalhos de campo nas áreas afetadas, que contaram com o apoio da Defesa Civil de Palmares.

O objetivo dos trabalhos de campo foi confrontar os dados obtidos nos mapas com o cenário encontrado nos pontos visitados em conjunto com os relatos dos integrantes da Defesa Civil. Isso possibilitou verificar se durante as inundações os pontos visitados foram afetados e quais danos foram causados. O estudo de campo registrou fotos, coordenadas, altitude, informações gerais sobre danos e ações de revitalização pós inundações em cinco diferentes pontos: P1 – Praça Ismael Gouveia; P2 – Viaduto Lucia Paiva; P3 – BR 101 (próximo a entrada do município); P4 – Bairro Quilombo I e P5 – Barragem Serro Azul (Figura 3).

Os pontos P1 ao P3 estão inseridos na área urbana inundada, nos quais os dados obtidos nessa etapa do trabalho de campo ajudaram a compreender os eventos e os impactos causados. Os pontos P4 e P5, além de estarem fora da área inundada, trazem dados importantes para a pesquisa sobre as ações preventivas e a reparação das perdas após o evento de 2010.





**Figura 3 – Localidades visitadas durante os trabalhos de campo**



Fotos: Autor (2018)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados climatológicos de precipitação e de temperatura, a Tabela 1 e a Tabela 2 trazem os valores dos respectivos dados analisados, nos quais é possível fazer as primeiras considerações comparativas entre os eventos. Percebe-se que em 2010, os acumulados de precipitação nos dias que registram a inundação foram de 55,3 mm e 143,2 mm, superando de forma expressiva os volumes registrados na inundação de 2017 (13,1 mm e 114,0 mm). Com relação às temperaturas percebeu-se o inverso: em 2017 identificou-se a elevação da temperatura no primeiro dia de inundação, alcançando 27°C, enquanto em 2010, além de mais equilibradas, a máxima não ultrapassou os 24,4°C.

As diferenças nas médias de temperatura e de volume precipitado se estendem aos demais dias analisados, ou seja, comparando-se o primeiro dia de ambos os períodos, o acumulado de precipitação é praticamente igual, mas



a temperatura mínima de 2017 registra uma alta de 4,5°C se comparado a 2010. Dessa forma, as informações obtidas pelos dados climatológicos (Tabela 1 e Tabela 2) indicam que houve uma variação em suas características de precipitação e de temperatura, refletindo de forma direta sobre os impactos das inundações no município, associado a fatores antropogênicos.

**Tabela 1:** Dados Climatológicos (precipitação, temperatura máxima e mínima) para o município de Palmares em 2010, com destaque aos dias de inundação (Cinza).

| Data                        | Precipitação (mm) | Temperatura Máx (°C) | Temperatura Mín (°C) |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| 16/06/2010                  | 15,3              | 22,2                 | 21,8                 |
| <b>17/06/2010 Inundação</b> | <b>55,3</b>       | <b>24,4</b>          | <b>23,3</b>          |
| <b>18/06/2010 Inundação</b> | <b>143,2</b>      | <b>24,1</b>          | <b>23,3</b>          |
| 19/06/2010                  | 156,0             | 24,4                 | 23,4                 |

Fonte: Elaborado pelo autor conforme dados da APAC/INMET

**Tabela 2:** Dados Climatológicos (precipitação, temperatura máxima e mínima) para o município de Palmares em 2017, com destaque aos dias de inundação (Cinza).

| Data                        | Precipitação (mm) | Temperatura Máx (°C) | Temperatura Mín (°C) |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| 26/05/2017                  | 15,2              | 27,6                 | 26,3                 |
| <b>27/05/2017 Inundação</b> | <b>13,1</b>       | <b>27</b>            | <b>25,5</b>          |
| <b>28/05/2017 Inundação</b> | <b>114,0</b>      | <b>26,5</b>          | <b>25,3</b>          |
| 29/05/2017                  | 42,0              | 26,4                 | 25                   |

Fonte: Elaborado pelo autor conforme dados da APAC/INMET

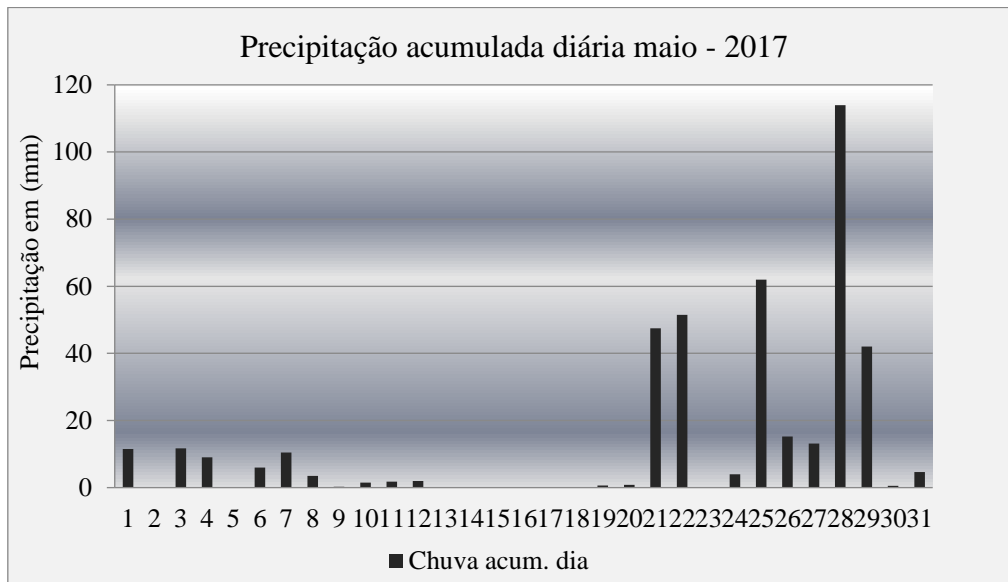
Por meio das pesquisas realizadas, foi possível identificar que em ambos os eventos, as fortes chuvas registradas em Palmares foram causadas pelo mesmo fenômeno atmosférico (DOL). É importante destacar que mesmo com um volume de chuvas menor, uma nova inundação ocorreu em 2017, indicando a suscetibilidade das áreas edificadas e a vulnerabilidade do uso da terra para os eventos de inundação na área.

Embora originadas a partir de um mesmo fenômeno atmosférico, as chuvas ocorridas em 2017 se mostraram menos intensas de acordo com os dados climatológicos supracitados. Ao analisar os volume diário de chuvas acumulado durante o mês de maio de 2017 (Gráfico 1), observa-se que o município não registrou chuvas expressivas nos dias anteriores ao evento, chegando a marca de oito dias sem que a estação de monitoramento fizessem o registro de chuva. Por consequência, o volume menor de chuvas ou a sua



ausência influenciou de forma direta e positiva, no sentido de que a baixa pluviosidade minimizou a saturação do solo e a elevação gradativa das águas na calha do rio Una nos dias antecedentes ao evento.

**Gráfico 1** – Precipitação acumulada dia maio 2017 Palmares (PE)

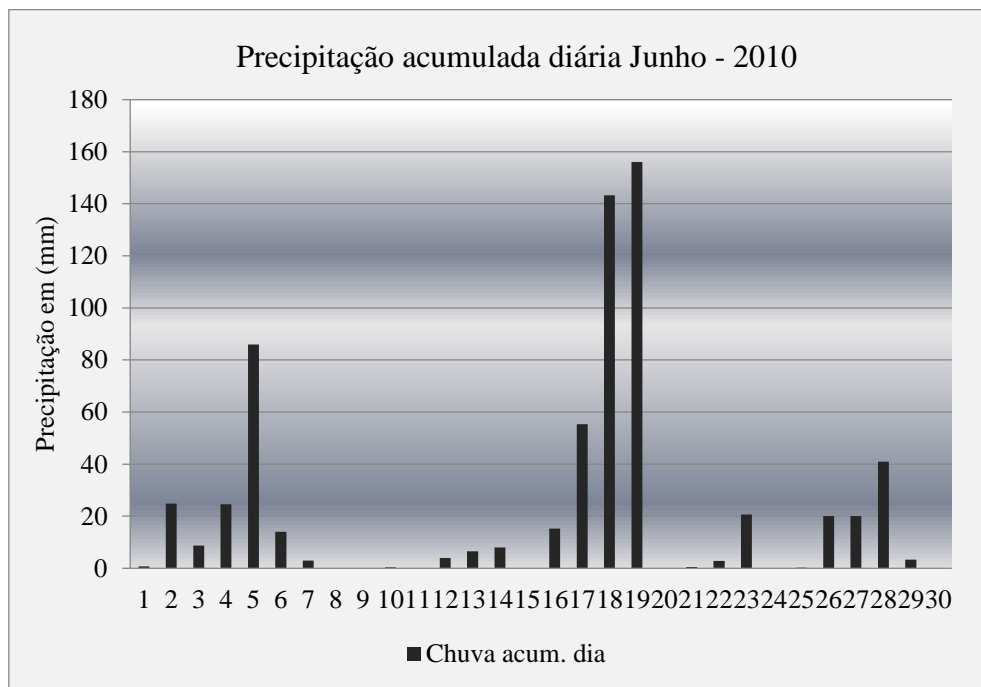


**Fonte:** Elaborado pelo autor conforme os dados da APAC/IMET (2018)

A mesma análise foi feita para o evento anterior (2010). Conforme a Tabela 1 já se observou que as chuvas foram mais intensas durante os dias do evento de 2010, tendência observada nos outros dias do mês de junho. Analisando os volumes diários de chuva acumulados durante o mês de junho de 2010 (Gráfico 2), observa-se que o município registrou chuvas expressivas na maioria dos dias antecedentes ao evento. Nesse sentido, é possível afirmar que a dinâmica de precipitação teve efeito contrário com relação a 2017, ou seja, o maior registro de chuvas contribuiu para a saturação do solo e a elevação das águas na calha do rio Una.



**Gráfico 2** – Precipitação acumulada dia junho 2010 Palmares (PE)



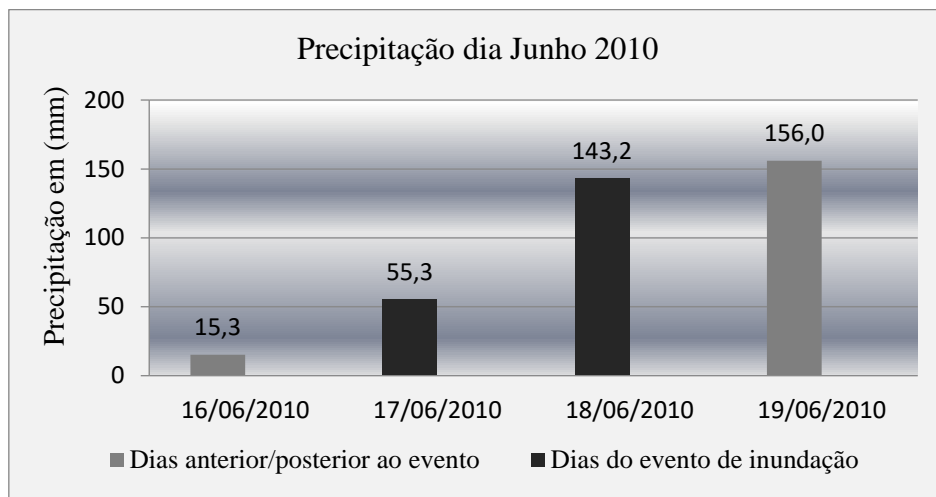
**Fonte:** Elaborado pelo autor conforme os dados da APAC/IMET (2018)

As tabelas e os gráficos anteriores indicam diferenças entre os volumes precipitados e as temperaturas de cada evento. Tais diferenças definem o evento ocorrido em 2010 como o mais severo, não só pelos dados climatológicos, mas a partir da análise de imagens registradas em 2010, que indicam quanto o município sofreu com a inundação e com prejuízos estruturais.

Ao comparar o primeiro dia antecedente a cada evento de 2010 e 2017 (Gráfico 3 e Gráfico 4) percebe-se que o índice de precipitação é praticamente igual (em torno de 15 mm). No entanto, apesar de apresentarem a similaridade no primeiro dia, a evolução do fenômeno ocorreu de forma distinta, ou seja, em 2010 houve um aumento da pluviosidade (para 55,3 mm) e em 2017, além de ter uma baixa no primeiro dia com registro de inundação (13,1 mm), a precipitação foi menor com relação a 2010. A partir dessas características é possível inferir que o comportamento do DOL desde a sua gênese até a dissipação foi diferente sobre a região de Palmares para ambos os eventos.

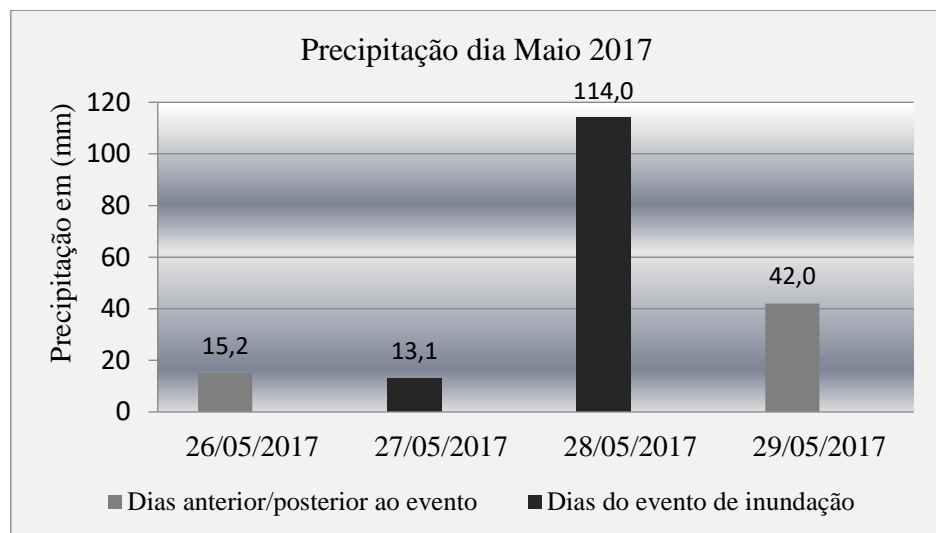


**Gráfico 3 – Acumulado de chuva por dia inundação 2010 Palmares (PE)**



Fonte: Elaborado pelo autor conforme os dados da APAC/IMET (2018)

**Gráfico 4 – Acumulado de chuva por dia inundação 2017 Palmares (PE)**



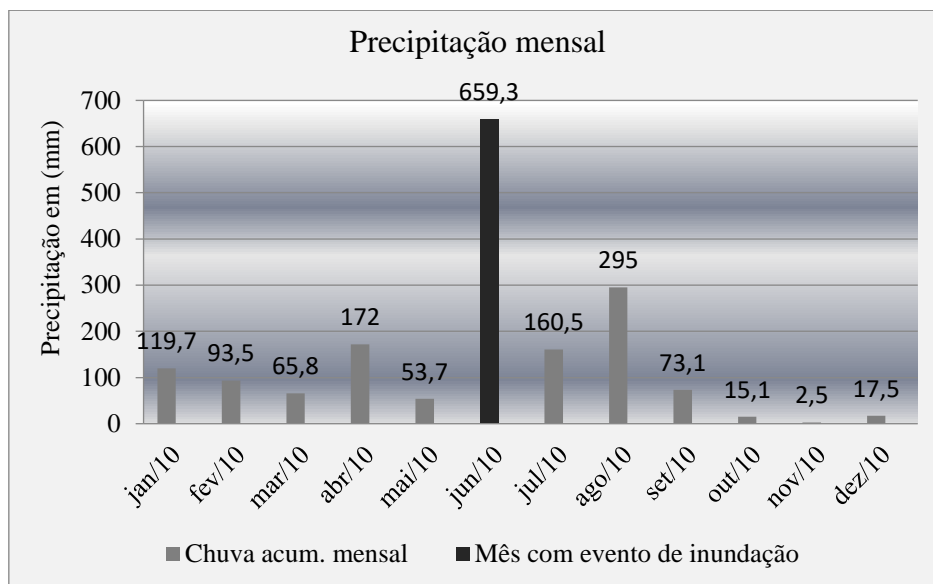
Fonte: Elaborado pelo autor conforme os dados da APAC/IMET (2018)

De acordo com dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), a média mensal climatológica de chuvas para os meses de maio e junho em Palmares é de 212 mm. No entanto o Gráfico 5 e o Gráfico 6 mostram que nos dois meses em que ocorreram as inundações houve um desvio acima da média. Sendo assim, em 2010 o total acumulado de chuvas no mês de junho foi 210% maior se comparado à média climatológica. Em 2017, esse aumento foi de 95%, indicando novamente a diferença na intensidade dos eventos. Observa-se, assim, que o total precipitado nos quatro dias analisados em cada evento foi



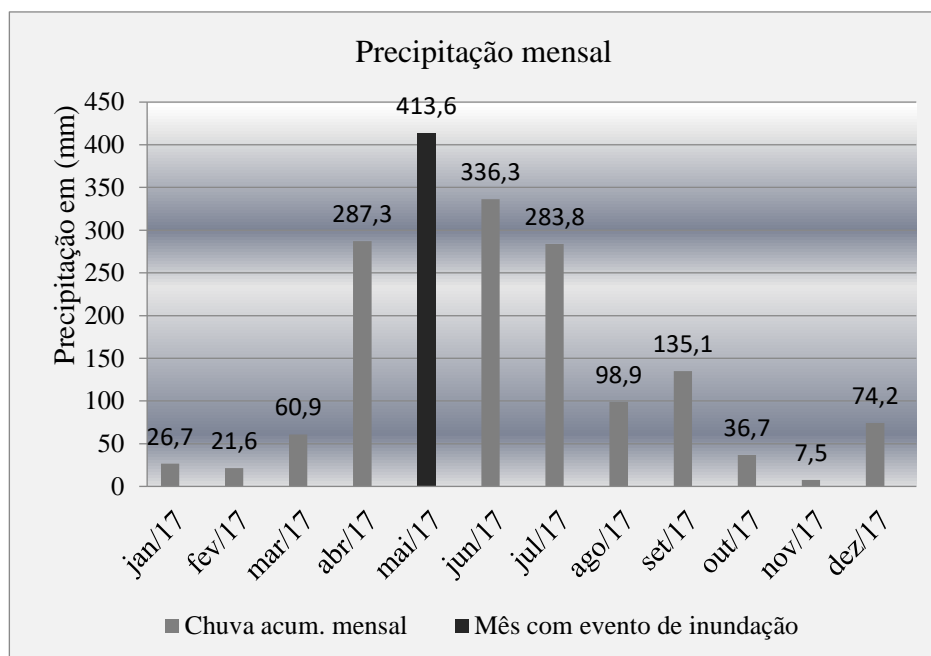
responsável por 50% da pluviosidade acumulada nos respectivos meses (Tabela 1 e Tabela 2).

**Gráfico 5** – Chuva acumulada mensal para o ano de 2010 Palmares (PE)



Fonte: Elaborado pelo autor conforme os dados da APAC/IMET (2018)

**Gráfico 6** – Chuva acumulada mensal para o ano de 2017 Palmares (PE)



Fonte: Elaborado pelo autor conforme os dados da APAC/IMET (2018)

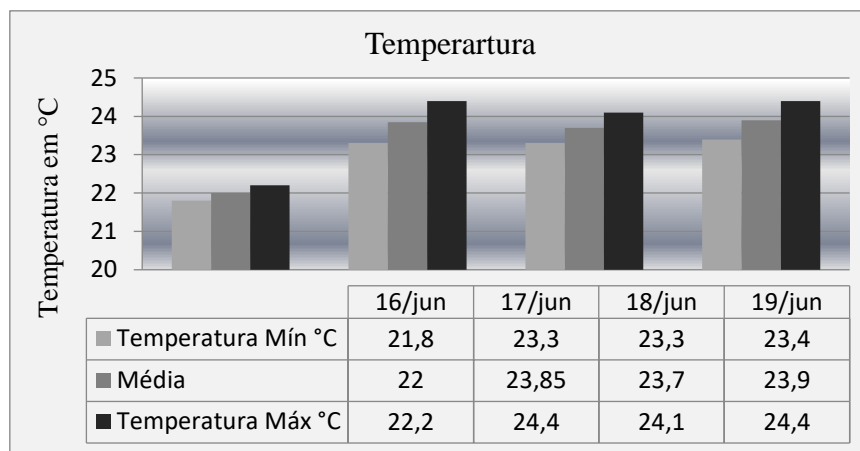
O Gráfico 5 e o Gráfico 6 apontam que durante todo o ano o volume acumulado de chuvas é bastante irregular, isto é, em sua maioria o volume total



precipitado fica abaixo da média esperada para aquele mês. Considerando que a DOL é um fenômeno comum no período de maio a agosto em Pernambuco e do leste do Rio Grande do Norte ao nordeste da Bahia e têm por característica provocar fortes chuvas, tais gráficos apontam que para este período em ambos os anos houve os maiores registros de chuva, se comparado aos outros meses do ano. Dessa forma, nos três meses finais de cada ano manteve-se certo padrão, registrando chuvas menos expressivas, sendo possível afirmar que nesse período o município passou por uma longa estiagem.

Dentre os dados climatológicos analisados, as temperaturas médias registradas em Palmares durante os eventos de inundação se mantiveram bastante estáveis. As médias de 2010 (Gráfico 7) indicam que as variações entre a mínima e a máxima não foram expressivas, apresentando diferença de no máximo 1,5°C. Já para 2017 (Gráfico 8), se observa uma elevação mais significativa das temperaturas com a maior variação (2,5°C).

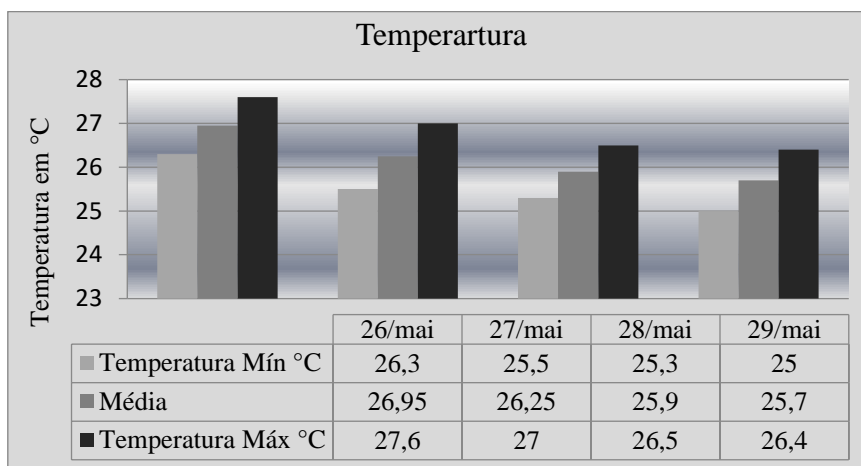
**Gráfico – 7** Temperaturas registradas dias do evento em 2010



Fonte: Elaborado pelo autor conforme os dados da APAC/IMET (2018)



**Gráfico – 8** Temperaturas registradas dias do evento em 2017



**Fonte:** Elaborado pelo autor conforme os dados da APAC/IMET (2018)

Nota-se, assim, que em 2010 as temperaturas se mantiveram mais baixas, ou seja, a incidência de radiação sobre a superfície foi menor. Esses dados de temperatura tem relação direta com os de precipitação, de forma que o DOL foi mais intenso produzindo maior nebulosidade por meio de chuvas mais intensas que bloquearam de forma mais efetiva a radiação incidente. No evento de 2017, percebeu-se o oposto, uma vez que há um DOL atuando de forma menos intensa, gerando menor nebulosidade sobre a região, o que justifica chuvas menos intensas e temperaturas mais elevadas.

Tomando como parâmetro os dados do boletim climático da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) para o mês de maio e junho, as temperaturas registradas em 2010 e em 2017 indicaram que mesmo a cidade de Palmares estando sob a influência de um fenômeno atmosférico adverso, a temperatura permaneceu dentro dos padrões médios, não ultrapassando a máxima de 31°C e a mínima de 21°C.

Ao se tratar de uma análise comparativa, é necessário compreender a condição atmosférica anterior ao primeiro registro de inundação, bem como o comportamento do fenômeno envolvido nos dois eventos. Para melhor comparar os dados presentes no Gráfico 5 e no Gráfico 6 é necessário demonstrar como a DOL, fenômeno atmosférico que provou chuvas intensas em 2010 e 2017 evoluiu sobre a região, compreendendo sua gênese, maturação e dissipação. Essa compreensão foi possível a partir da consulta de pesquisas anteriores (ex. ALVES; CAVALCANTI; NÓBREGA, 2013) que analisaram o comportamento do





DOL em 2010, e do boletim climático da APAC para o mês de maio de 2017. Ambas as fontes consultadas utilizaram imagens de satélite para conduzir a descrição do processo evolutivo do DOL.

No evento de 2010, percebeu-se que no dia 16 de junho na direção NE sobre o oceano, a banda de nebulosidade que no decorrer dos dias avançaria sobre o estado de Pernambuco, começou a se formar e já era responsável pelas chuvas para esse período (ALVES; CAVALCANTI; NÓBREGA, 2013). No dia 17, a banda de nebulosidade continua a avançar no sentido NE/SO o que intensifica as chuvas dando início ao evento de inundação. Seguindo para o dia 18 as chuvas se intensificam em Palmares, indicando a atuação do fenômeno de forma intensa sobre a região, o que justifica o aumento na precipitação em relação ao dia anterior. No dia 19, não houve registro da presença do DOL sobre a região, porém, conforme o Gráfico 5, o fenômeno continuou atuando, dado o volume precipitado de 156 mm.

Para o evento de 2017, uma banda de nebulosidade se formou, ocasionando chuvas com volume acumulado praticamente igual a 2010. No dia 27, o comportamento do DOL seguiu evoluindo da mesma forma, avançando no sentido NE/SO, provocando chuvas, além de se intensificarem sobre o oceano. O acumulado para este dia foi de apenas 13,1 mm, mesmo assim Palmares já registrou o primeiro dia de inundação.

As chuvas mais intensas se iniciaram no Agreste do estado, com um aglomerado de nuvens cobrindo grande parte do Agreste pernambucano, na noite do dia 27/05 (APAC, 2017). Nesse sentido, com chuvas mais intensas na cabeceira do rio Una (Agreste) os reflexos foram percebidos em seu médio e baixo curso. No dia 28, o DOL novamente atuou de forma mais intensa sobre a região, alcançando outros estados como Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. No dia 29, o DOL perdeu força sobre o estado de Pernambuco.

Em 2010, a estrutura urbana de Palmares foi severamente comprometida, no qual, diversos pontos da cidade ficaram irreconhecíveis durante a inundação e após o nível da água baixar. Comércio, residências, escolas e hospitais foram afetados e a inundação teve uma repercussão nacional bastante significativa. Frente a esse cenário houve uma mobilização do poder público nas esferas municipal, estadual e federal para reestruturação do município, ou seja, a reconstrução de imóveis e de áreas públicas ex. praças e



a realização de obras preventivas contra futuras inundações. Entretanto, conforme já demonstrado, sete anos depois (2017), novos episódios de inundação voltaram a ocorrer causando diversas perdas econômicas e sociais, conforme se pode observar nas Figuras 4 à 7.

**Figura 4** – Imagens comparativas antes e após os eventos de inundação na Praça Ismael Gouveia, centro de Palmares-PE



Fotos: Google/Autor (2008; 2010; 2018)

**Figura 5** – Viaduto Lucia Paiva-PE 2010 - 2018



Fotos: Google/Autor (2010; 2018)



**Figura 6** – Rua Cap. Pedro Ivo, vista sobre o viaduto Lucia Paiva



Fotos: Google/Google Maps (2010; 2012)

**Figura 7** – Ocupação as margens do rio Una, atual Orla Poetas dos Palmares



Fotos: Google/Google Maps (2012; 2014)

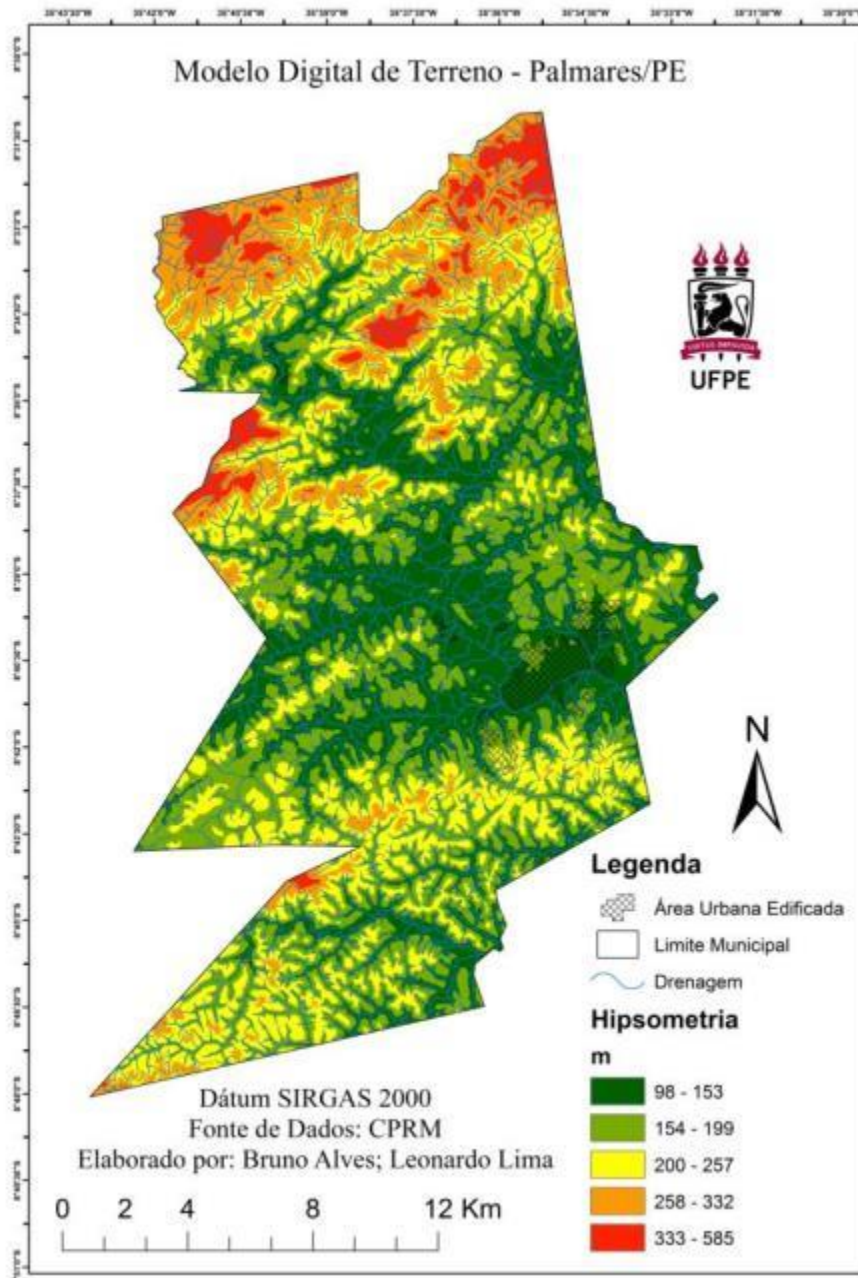
No caso de Palmares, além das características climáticas, outros fatores condicionantes influenciaram a ocorrência das inundações. A partir do Modelo Digital de Terreno (MDT) (Figura 8) e da carta de Suscetibilidade (Figura 9), é possível observar que a maior parte da área edificada encontra-se às margens do rio Una, realidade observada durante os trabalhos de campo, ou seja, áreas com densa urbanização e modificações significativas no meio natural.

Conforme o MDT (Figura 8) verifica-se que a altimetria do relevo é bastante diversa, entretanto em grande parte da área edificada há altitudes com variações de 98 m a 153 m. Este resultado está de acordo com a classe de relevo definida pela CPRM (2014) em sua carta de suscetibilidade a movimentos de massa e inundações, indicando a suscetibilidade do terreno para inundações ao



afirmar que neste mesmo trecho predominam formas classificadas como morros baixos e colinas.

**Figura 8 – Modelo Digital de Terreno (MDT)**



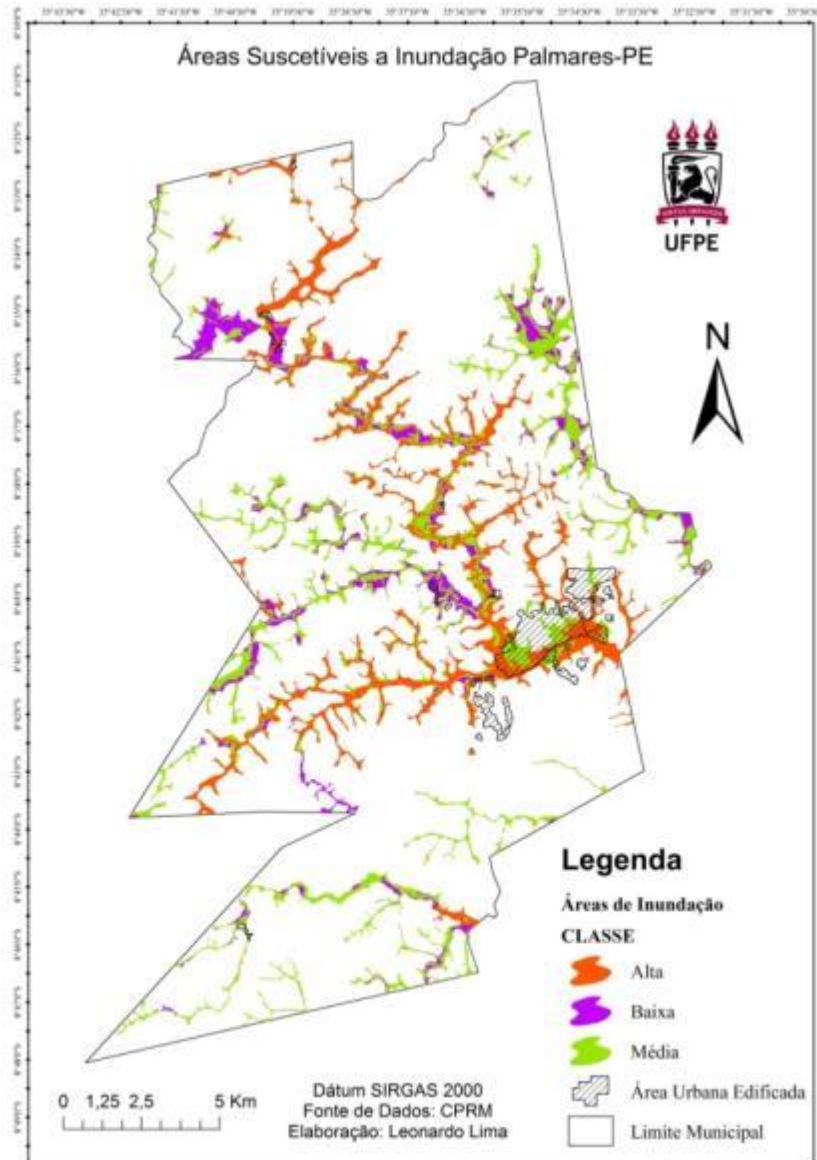
**Fonte:** Elaborado pelo autor

No mapa de suscetibilidade (Figura 9), três diferentes classes foram utilizadas para definir o grau de suscetibilidade a inundações (baxa, média e alta) conforme à classificação adotada pela CPRM (2014). Assim, é possível afirmar que o processo de expansão da cidade ocorreu de forma não planejada,



ocupando áreas que naturalmente durante eventos de precipitação são mais suscetíveis a inundações, no sentido de que há maior ocupação urbana, inclusive ribeirinha, nas áreas de alta suscetibilidade.

**Figura 9 – Mapa de Suscetibilidade a Inundação**



**Fonte:** Modificado de CPRM (2014)

As observações realizadas em campo trazem elementos que reforçam a condição de vulnerabilidade à inundação que também existe na área edificada de Palmares. O meio urbano é bastante denso, sendo assim a impermeabilização do solo é bastante visível, ou seja, ainda é possível encontrar partes das margens do rio Una ocupadas por construções ribeirinhas. Durante



períodos de chuvas mais intensas, essas características potencializam as inundações, pois compromete a drenagem natural do solo, na medida em que a rede de drenagem de águas pluviais não comporta o fluxo, uma vez que o nível de base que receberia a água muitas vezes teve seu canal estreitado e assoreado devido às ocupações irregulares em suas margens e pelas cargas de sedimentos transportados.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento populacional e as diversas intervenções realizadas no meio natural muitas vezes sem o planejamento adequado repercutem de forma direta sobre a população, quando essa passa a ocupar áreas de risco e se tornam vulneráveis a fenômenos hidrometeorológicos como as inundações. Os eventos ocorridos em Palmares evidenciam que existe a necessidade de ampliação de estudos e de investimentos na cidade para minimizar ou para mitigar danos na ocorrência de eventos extremos e no melhor aproveitamento do potencial hídrico na bacia do rio Una.

Os dados analisados até o momento permitem inserir Palmares na lista de cidades brasileiras que sofrem com inundações em sua área urbana, decorrente da união de fatores condicionantes naturais e antrópicos. Na medida em que se encontra inserido em uma bacia hidrográfica bastante extensa com relevos baixos e cursos d'água de portes variados. A ocupação das áreas de risco, assim como em outras cidades, se deve ao fato da necessidade da população de se aproximar da oferta de serviços e de atividades econômicas, ocupando muitas vezes encostas declivosas e áreas ribeirinhas.

A utilização de bancos de dados e de *software* de geoprocessamento foi fundamental para compreender que os fenômenos hidrometeorológicos como a inundações que afeta os ambientes urbanos, não ocorrem apenas por questões climáticas, isto é, outros fatores condicionantes estão envolvidos para a potencialização do processo. Portanto, os dados analisados indicam a necessidade de monitoramento e de ações preventivas para o município.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC), **Boletim Climático: Síntese Climática**, Vol. 5 n°5 Recife, maio 2017 Disponível em: <<https://www.apac.pe.gov.br/>>, acesso: junho, 2018.

ALVES, K. M. A. S.; CAVALCANTI, L. C. S.; NOBREGA, R. S. Eventos Extremos e Risco de Inundação: uma análise do comportamento evolutivo dos distúrbios ondulatório de leste em junho de 2010 sobre a bacia do Rio Una - Pernambuco. **Revista da Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia – GeoTextos**, v. 9, n. 2, p. 173-189, 2013. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/issue/view/813/showToc>>, acesso: junho, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. Disponível em: < <http://cod.ibge.gov.br/G54>>, acesso: junho, 2018.

MARIANO, G. L. **Classificações Climáticas** – dpto. De Meteorologia Universidade Federal de Pelotas. Rio Grande do Sul - RS, 2014. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/glaubermariano/files/2014/01/Unidade-V-Classifica%C3%A7%C3%B5es-Clim%C3%A1ticas.pdf>>, acesso: junho, 2018.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM), PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO DOS ESTADOS E MUNICÍPIOS (PRODEEM). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado de Pernambuco: relatório diagnóstico do município de Palmares**. In: MASCARENHAS, J.C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L.C.; GALVÃO, M. J.TG.; PEREIRA, S.N.; MIRANDA, J.L.F. (Org.). Recife, 2005. Disponível em: < <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/16552>>, acesso: julho, 2018.

TUCCI, C. E. M. Inundações e Drenagem Urbana. In: BERTONI, Carlos Juan (organizadores). **Inundações Urbanas na América do Sul** 1ª. Ed. – Porto Alegre, RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

VALENTE, O.F. **Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos**. Minha Cidade, São Paulo, ano 10, n. 109.01, Vitruvius, ago. 2009 <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/10.109/1839>, acesso: julho, 2018.