



## **Classificação dos eventos climáticos extremos de precipitação no período outono-inverno: um estudo de caso sobre suas ocorrências no município de Palmares, Zona da Mata, Pernambuco**

Ailton FEITOSA

Prof. Adjunto da Universidade Estadual de Alagoas e Doutor em Geografia  
e-mail: a.feitosa@bol.com.br

---

### **Resumo**

A compreensão e o entendimento de como os eventos climáticos extremos de precipitação se distribuem ao longo de um determinado tempo numa área ou região, é de grande importância para análise da paisagem, uma vez que a precipitação influencia diretamente na deflagração de uma série de fenômenos sobre seus elementos e o meio, a exemplo dos deslizamentos, enchentes, processos de erosão, aumento da umidade do ar, seca, etc, que muitas vezes trazem prejuízos econômicos as atividades humanas e à sociedade de modo geral, mas, sobretudo, a perda de vidas humanas. A análise dos eventos climáticos extremos ou anômalos de precipitação no município de Palmares/PE, localizado na Bacia do rio Una, na região da Zona da Mata pernambucana, com base na série histórica de dados diários da Plataforma de Coleta de Dados (PCD automática), se constituiu numa oportunidade de classificá-los dentro de um padrão sazonal de ocorrência na quadra chuvosa e de regularidade nos últimos 30 anos. Esse estudo trás um acréscimo aos estudos e análises sobre a variabilidade pluviométrica nas subunidades regionais do Nordeste brasileiro (NEB), o que por extensão, contribui para o planejamento ambiental na região.

**Palavras-Chaves:** eventos extremos; precipitações; Nordeste.

### **Abstract**

The knowledge and understanding of how the weather extremes of precipitation are distributed over a given time in an area or region, it is very important for the analysis of the landscape, since the precipitation a significant influence on unleashing of a series of phenomena elements and on their way, like landslides, floods, erosion, increased humidity, drought, etc., which often bring economic damage to human activities and society in general, but especially the loss of human lives. The analysis of extreme weather events or anomalous precipitation in the city of Palmares / PE, located in the Una Basin of the river, in the Zone of Mata, based on historical series of daily data from the Data Collection Platform (PCD automatic), it was a opportunity to classify them in a seasonal pattern in the wet block and regularity in the last 30 years. This study behind an addition to the studies and analyzes of the subunits in regional rainfall variability in Northeast Brazil (NEB), which by extension, contribute to environmental planning in the region.

**Key Words:** extreme events; precipitation; Northeast.

---

### **Introdução**

A dinâmica atmosfera é representada por uma série de ritmos e eventos climáticos, que em seu conjunto representam os eventos usuais, os eventos extremos, os eventos anômalos ou excepcionais, que segundo Gonçalves (2003), não se afastam significativamente das médias, porém com uma frequência alta, em escala temporal diária de ocorrência. Esses eventos são registrados com maior frequência dentro de um ritmo natural ou sazonal ao longo de um determinado período, possibilitando a sua percepção e absorção pelas sociedades que se adaptam as ocorrências de seus fenômenos gerados (enchentes, deslizamentos, processos de erosão, secas).

Sarewitz et al (2000) consideram, que quando esses eventos superam seu ritmo natural, passam a ser considerados como sendo extremos. Geralmente, esses eventos extremos, estão associados às precipitações, onde seus totais de chuvas num certo intervalo são muito superiores ou



inferiores à média normal climatológica, que é habitual da área no período analisado (anual, sazonal, mensal, diário), com duração, distribuição espacial e temporal crítica para uma área ou bacia hidrográfica.

As ocorrências de eventos extremos podem ser consideradas como sendo uma incidência rara de um fenômeno extremo de precipitação, quando os totais (anual, sazonal, mensal, diário) se distanciam da média de referência do período analisado e variam em sua magnitude de abrangência. Essas chuvas, em quantidades extremas, são causadas por movimentos de convecção e podem estar associados à influência de uma série de fatores, entre os quais está a elevada temperatura do ar, associada à alta umidade resultante da proximidade do litoral, que além de influenciar diretamente a evaporação e posterior condensação do ar, contribui de modo acentuado e dinâmico para um movimento convectivo contínuo, resultando em constante nebulosidade e instabilidade dentro da sua área de influência (FILHO e MARCELLINI, 1995).

Segundo Albala-Bertrand (1993), eventos climáticos de natureza extrema são responsáveis pelas principais catástrofes naturais de grandes impactos e relevância. Geralmente, esses acontecimentos são observados de modo particular pela climatologia, hidrologia, geografia e economia, cujas estimativas probabilísticas e estudos associados aos sistemas naturais, vem se tornando imprescindíveis para o planejamento e desenvolvimento das atividades humanas sujeitas há seus efeitos adversos. Com esse conhecimento é possível evitar uma série de problemas ambientais e socioeconômicos, principalmente aqueles associados aos sistemas antrópicos no limiar de sua “estabilidade natural” e, segundo a intensidade do evento em questão. Inundações, deslizamentos de terra, erosão do solo (em áreas rurais), prejuízo na agricultura e em projetos de obras hidráulicas, danos aos sistemas de drenagem, dentre outros são algumas das ocorrências mais observadas.

Conhecer a “estabilidade natural” dos sistemas atmosféricos, que influenciam numa determinada área e promovem a ocorrência de eventos climáticos de natureza extrema, não é tarefa fácil, dada a complexidade dos sistemas atmosféricos e das suas constantes dinâmicas espaço-temporais. Nesse sentido, observa Monteiro (1991), que a capacidade de previsão de ocorrência desses fenômenos, alicerçada ao saber dos sistemas naturais e atmosféricos, pode contribuir para diminuição da vulnerabilidade dos elementos da paisagem e das atividades humanas. O primeiro passo, para que isso ocorra já é do conhecimento de vários campos de estudos ambientais, dentre os quais pode ser citado à meteorologia e a climatologia que ao longo de muitas décadas tem acompanhado o comportamento e a dinâmica dos eventos de natureza atmosférica.

Eventos climáticos extremos são ocorrências que apresentam uma incidência rara, se distanciando da média normal climatológica, variando em sua magnitude, totais observados e tempo de ocorrência. Segundo a base de dados EM-DAT da *Agency for International Development's Office of Foreign Disaster Assistance* (USAID/OFDA, 2011), só no Brasil nos últimos 10 anos, houve 937 inundações, que afetaram 4.335.455 pessoas. Pode-se destacar ainda, que essas ocorrências se concentraram, em sua maior parte, na zona de influência do Litoral e Zona da Mata. Dentre essas, os estados de São Paulo e Rio de Janeiro são os que possuem maior incidência de inundações e deslizamentos, seguidos de Minas Gerais e Santa Catarina.

Com base nos trabalhos de Conti (2002), Cunha (1991) e Nimer (1971), os principais processos com grande potencial de alterar rapidamente a dinâmica da paisagem é desencadeada pela precipitação, seja em sua magnitude ou abrangência. Assim, a caracterização, compreensão e classificação dos eventos extremos de precipitação relacionados aos fenômenos de natureza climáticos, são de notória relevância, tendo em vista, que de acordo com o local, suas gênese e dinâmicas próprias, faz-se necessário uma análise na periodização desses episódios, principalmente diante do seu ritmo natural.

Nessa perspectiva, esse trabalho teve como objetivo fazer uma análise da evolução dos eventos climáticos extremos de precipitação e classificar suas ocorrências no município de Palmares, que está localizado na Zona da Mata Pernambucana dentro da bacia hidrográfica do rio Una, que é uma sub-bacia da grande bacia do rio Mundaú. Os limites geográficos dessas bacias hidrográficas correspondem a 8°17'14" e 8°55'28" Sul, 35°07'48" e 36°42'10" Oeste, e 08°41'34" e 09°14'00" Sul, e 36°03'36" e 36°37'27" Oeste, respectivamente. O estudo foi idealizado para contribuir com a análise



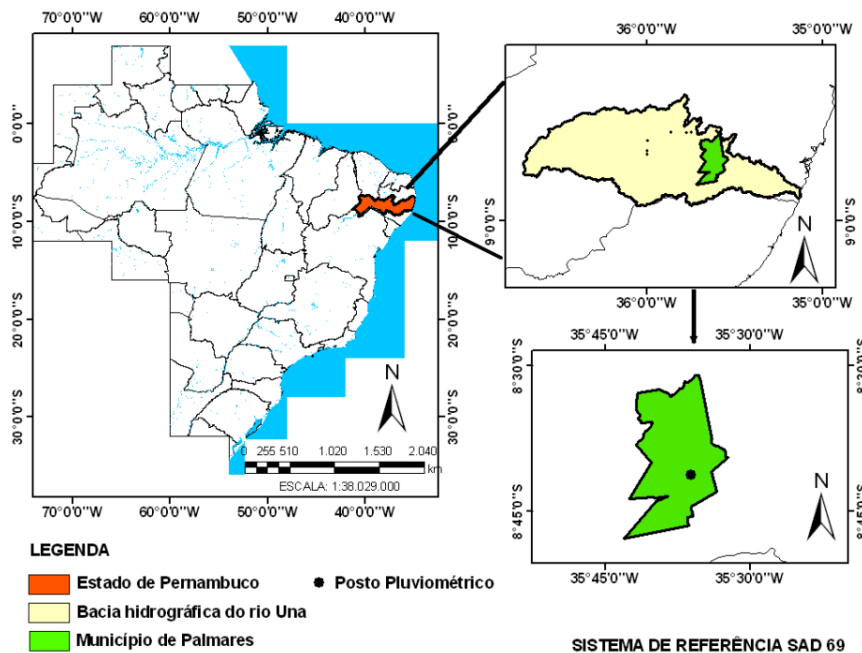
dos eventos das cheias ocorridas num curto espaço de tempo (quatro dias) em meados de junho de 2010.

### Material e métodos

A análise dos eventos climáticos extremos de precipitação foi elaborada com base nos fenômenos anômalos de intensas chuvas ocorridas durante os dias 16, 17, 18 e 19 de junho de 2010 no município de Palmares, localizado na Zona da Mata pernambucana. Foram utilizados dados observados da PCD (Plataforma de Dados de Chuvas) automática de precipitação da Estação nº 376, localizada dentro da bacia do rio Una, cujas coordenadas geográficas são -8,6644 Sul e -35,5686 Oeste (Figura 1). Os dados de anos anteriores a esses fenômenos foram coletados na base de dados do site da Agência Nacional das Águas (ANA, 2011), visando analisar possíveis acontecimentos similares para um período de 30 anos (1980 a 2010).

Obtida a precipitação diária em cada mês e ano hidrológico, calculou-se o total diário, mensal e anual, bem como a média desses valores, para determinar um momento de evento extremo de precipitação para cada mês e ano dentro da série de dados de 30 anos. A finalidade desse procedimento foi verificar o comportamento das chuvas, principalmente para o período de referência dos eventos (outono-inverno).

Figura 1 – Localização do município de Palmares/PE na bacia do rio Una



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentro do período outono-inverno (meses mais chuvosos), foi considerado como sendo um evento extremo de precipitação, a seqüência de dias consecutivos com chuvas, cujos totais de precipitação foi muito superior a média mensal da série histórica de 1980 a 2010.

Para a análise da ocorrência de eventos climáticos de precipitações acima do esperado para o município de Palmares, foi observado a frequência e número de dias com chuvas por mês em cada ano dentro dos 30 anos da série, verificando assim, se houve aumento ou diminuição do número de dias consecutivos de chuva, estabelecendo-se para tanto, uma classificação por ano (mm/ano), mês (mm/mês), dia (mm/dia) e volume (mm).

Para se conhecer a frequência do número de eventos climáticos por classe e década e classe e mês, foi observado às ocorrências de totais diários por classes de precipitações de 50, 60, 70, 80, 90 e 100 mm dentro do período de análise de acordo com os dados da estação pluviométrica para o município em estudo, visando identificar seus totais ao longo do período analisado.



Assim, como nos procedimentos anteriores foi feito a distribuição do número de eventos climáticos por anos, mês e dias consecutivos dentro da quadra chuvosa para o período de 1980 a 2010. Verificado a sua distribuição e frequência fez-se a classificação das suas ocorrências ao longo dos anos observados. Foi adotada a classificação de eventos climáticos moderados (totais acima da média), extremos (total superior à média) e excepcionais (com ocorrências fora da quadra chuvosa) com base no volume precipitado e dias consecutivos.

A análise das condições atmosféricas de grande escala (ventos, TSM e Ondas de Leste) responsáveis pela deflagração de eventos climáticos de grandes escalas e magnitudes, foi realizada com dados de análises do INPE/CPTEC/DSA (2010), extraídos do banco de dados do CPTEC/INPE/NOAA (2010), bem como em estudos publicados sobre os eventos de grandes magnitudes na costa Leste do NEB, que incluem variáveis, como divergências dos campos de ventos, radiação de onda longa emitida para o espaço (ROLE) e temperatura da superfície do mar (TSM).

Por fim, para compreensão espaço-temporal dos eventos atmosféricos sobre o NEB e Zona da Mata, foi utilizado imagens realçadas do satélite GOES 12 no canal infravermelho, bem como as cartas sinóticas de superfície (00Z, 06Z, 12Z e 18Z) do INPE/CPTEC/DSA (2010), referentes aos dias 16, 17, 18 e 19 de junho de 2010. Além dessas informações atmosféricas, foram utilizadas cartas sinóticas de pressão ao nível do mar (00Z e 12Z), geradas pela Marinha do Brasil para o mesmo período do estudo. Dessa forma, foi possível entender e interpretar de modo especial o evento climático de precipitação extrema ocorrido nesse período na região Leste do NEB.

## Resultados e discursões:

### Análise pluviométrica no município de Palmares e os eventos extremos de precipitações

O período de transição climática outono-inverno (março-junho) representa 51,2% do total das precipitações pluviiais mensais ao longo do ano para a região da Zona da Mata nordestina, concentrando-se de modo particular no mês de junho em consideração a média obtida para disposição dos dados da série histórica (Tabela 1) nos 30 anos da análise (1980 a 2010). Fato este, que justifica a ocorrência da maioria dos eventos climáticos extremos de precipitação de acordo com os dados para os municípios da Zona da Mata, a exemplo de Palmares, que foi atingido por fenômenos dessa natureza em junho de 2010 com precipitações acima da média.

Tabela 1 - Totais mensais de precipitação por ano e mês no município de Palmares/PE

Ano	Meses												Total	Média
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Agosto	Set	Out	Nov	Dez		
1980	82,4	219,3	<b>165,0</b>	<b>81,7</b>	<b>144,6</b>	<b>339,5</b>	57,4	78,5	42,0	78,5	13,3	22,0	1324,1	110,3
1981	193,2	39,8	<b>136,9</b>	<b>79,9</b>	<b>69,7</b>	<b>142,1</b>	111,6	56,3	28,0	4,2	55,1	143,0	1059,8	88,3
1982	66,7	104,4	<b>17,3</b>	<b>181,1</b>	<b>357,1</b>	<b>264,0</b>	149,6	119,3	80,2	2,8	5,5	26,2	1374,2	114,5
1983	14,1	180,4	<b>230,2</b>	<b>24,3</b>	<b>165,6</b>	<b>127,8</b>	92,9	164,5	26,7	96,3	13,9	8,7	1145,2	95,4
1984	83,1	5,8	<b>43,8</b>	<b>277,1</b>	<b>130,0</b>	<b>191,3</b>	438,8	291,5	72,5	59,1	11,8	2,0	1606,7	133,9
1985	17,4	189,0	<b>244,3</b>	<b>263,7</b>	<b>126,2</b>	<b>181,2</b>	287,7	119,8	69,6	-	7,6	23,9	1530,5	139,1
1986	10,4	109,9	<b>222,4</b>	<b>205,8</b>	<b>169,9</b>	<b>379,0</b>	289,3	195,9	84,3	55,4	156,9	71,1	1950,3	162,5
1987	51,5	83,4	<b>114,7</b>	<b>216,3</b>	<b>37,3</b>	<b>157,6</b>	206,0	62,9	52,8	20,2	-	-	1002,6	100,3
1988	35,9	8,2	<b>106</b>	<b>255</b>	<b>145</b>	<b>269</b>	312	-	-	-	-	-	1133,	161,



8			<b>,8</b>	<b>,0</b>	<b>,7</b>	<b>,3</b>	<b>,6</b>							44*	9*	
198		18,	<b>88,</b>	<b>73,</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63,	276,9	55,3
9	32,2	7	<b>9</b>	<b>9</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1*	8*
199		20,	<b>16,</b>	<b>198</b>	<b>220</b>	<b>225</b>	316	75,	54,	43,				18,	1215,	101,
0	18,4	2	<b>0</b>	<b>,3</b>	<b>,5</b>	<b>,7</b>	,3	1	9	2	9,0	2	2	7	3	
199		25,	<b>133</b>	<b>171</b>	<b>280</b>	<b>161</b>	133	257	37,	58,	26,			4,5	1338,	111,
1	48,2	1	<b>,3</b>	<b>,9</b>	<b>,8</b>	<b>,4</b>	,5	,5	1	5	3			1	5	
199		101,	<b>191</b>	<b>343</b>	<b>74,</b>	<b>82,</b>	<b>258</b>	218	124	188	31,	49,		5,4	1668,	139,
2	4	,2	<b>,4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>,6</b>	,0	,6	,3	3	6			0	0	
199		7,8	2,1	<b>51,</b>	<b>30,</b>	<b>68,</b>	<b>92,</b>	198	105	13,	19,	73,	17,		680,4	56,7
3			<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	,2	,6	8	6	3	8				
199		29,9	84,	<b>143</b>	<b>133</b>	<b>322</b>	<b>318</b>	287	109	75,	48,	16,	30,	1598,	133,	
4			7	<b>,8</b>	<b>,0</b>	<b>,1</b>	<b>,3</b>	,0	,1	0	9	2	8	8	2	
199		2,1	34,	<b>73,</b>	<b>126</b>	<b>174</b>	<b>302</b>	207	112	45,	9,1	111	-	1199,	109,	
5			6	<b>2</b>	<b>,4</b>	<b>,7</b>	<b>,9</b>	,6	,2	1		,7		4	0	
199		48,5	36,	<b>57,</b>	<b>250</b>	<b>67,</b>	<b>192</b>	315	243	81,	24,	119	24,	1461,	121,	
6			5	<b>0</b>	<b>,6</b>	<b>6</b>	<b>,5</b>	,9	,4	7	4	,1	0	2	8	
199		8,4	209	<b>212</b>	<b>198</b>	<b>308</b>	<b>99,</b>	277	107	16,	3,7	1,5	41,	1484,	123,	
7			,0	<b>,5</b>	<b>,1</b>	<b>,5</b>	<b>8</b>	,8	,6	4			4	7	7	
199		23,5	26,	<b>55,</b>	<b>143</b>	<b>191</b>	<b>89,</b>	203	167	41,	34,	8,1	8,3	991,6	82,6	
8			0	<b>8</b>	<b>,0</b>	<b>,1</b>	<b>2</b>	,5	,5	6	0					
199		38,6	23,	<b>56,</b>	<b>39,</b>	<b>189</b>	<b>123</b>	187	82,	51,	58,	3,3	46,	900,4	75,0	
9			7	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>,5</b>	<b>,2</b>	,7	4	5	2		2			
200		228,	38,	<b>64,</b>	<b>138</b>	<b>177</b>	<b>459</b>	278	378	193	41,	18,	61,	2076,	173,	
0			4	<b>5</b>	<b>,2</b>	<b>,3</b>	<b>,3</b>	,9	,1	,0	0	2	3	3	0	
200		57,3	25,	<b>111</b>	<b>85,</b>	<b>33,</b>	<b>347</b>	216	164	55,	94,	12,	83,	1286,	107,	
1			6	<b>,7</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>,3</b>	,4	,5	2	1	6	1	7	2	
200		255,	98,	<b>258</b>	<b>89,</b>	<b>267</b>	<b>360</b>	172	106	34,	45,	52,	4,0	1746,	145,	
2			3	<b>9</b>	<b>,7</b>	<b>6</b>	<b>,4</b>	,0	,5	,4	7	9	7	1	5	
200		33,0	99,	<b>241</b>	<b>95,</b>	<b>142</b>	<b>170</b>	119	94,	109	42,	42,	45,	1236,	103,	
3			9	<b>,4</b>	<b>4</b>	<b>,9</b>	<b>,4</b>	,5	9	,3	8	4	1	9	1	
200		257,	139	<b>111</b>	<b>156</b>	<b>115</b>	<b>449</b>	274	173	159	36,	20,	34,	1927,	160,	
4			5	<b>,9</b>	<b>,0</b>	<b>,1</b>	<b>,4</b>	,0	,8	,6	,3	0	8	0	6	
200		19,8	59,	<b>33,</b>	<b>104</b>	<b>317</b>	<b>358</b>	126	195	57,	27,	20,	21,	1341,	111,	
5			6	<b>0</b>	<b>,3</b>	<b>,2</b>	<b>,6</b>	,8	,5	3	4	7	7	7	8	
200		30,4	32,	<b>70,</b>	<b>174</b>	<b>255</b>	<b>226</b>	172	80,	72,	12,	64,	14,	1206,	100,	
6			5	<b>8</b>	<b>,3</b>	<b>,6</b>	<b>,8</b>	,1	4	1	5	1	9	4	5	
200		164,	52,	<b>179</b>	<b>214</b>	<b>103</b>	<b>210</b>	164	205	98,	22,	12,	43,	1472,	122,	
7			3	<b>0</b>	<b>,9</b>	<b>,8</b>	<b>,3</b>	,6	,3	,8	5	4	9	7	7	
200		80,5	27,	<b>162</b>	<b>95,</b>	<b>274</b>	<b>181</b>	283	179	24,	53,	4,9	8,5	1377,	114,	
8			5	<b>,8</b>	<b>7</b>	<b>,7</b>	<b>,3</b>	,7	,0	9	8			3	8	
200		42,6	100	<b>30,</b>	<b>238</b>	<b>200</b>	<b>244</b>	218	195	41,	3,9	30,	57,	1404,	117,	
9			,0	<b>3</b>	<b>,0</b>	<b>,8</b>	<b>,8</b>	,8	,8	1		8	4	4	0	
201		85,1	95,	<b>68,</b>	<b>161</b>	-	<b>286</b>	207	121	72,	44,	21,	18,	1182,	107,	
0			8	<b>0</b>	<b>,6</b>	-	<b>,5</b>	,6	,4	5	7	3	0	35*	5	
Méd		69,9	76,	124	147	177	240	217	150	68,	38,	35,	33,	1378,	115,	
ia			8	,1	,6	,2	,4	,5	,7	3	3	1	9	9	0	

Fonte: Elaborada com base na PCD de Palmares/PE para o período de dados de 1980 a 2010.

(Obs: \* Não há dados na série para um ou mais meses do ano).

Assim como no caso anterior, referente aos meses mais chuvosos da série analisada, os dados de chuvas diárias demonstraram que a maior concentração dos dias com chuvas acima da média ao longo dos anos e meses ocorrem no mesmo período da quadra chuvosa (outono-inverno), com pequenas variações ao longo dos anos.



Ainda de acordo com os dados da Tabela 1, a ocorrência de valores totais nas precipitações mensais acima da média anual no período de transição climática outono-inverno (março-junho), representou cerca de 60% do seu volume total ao longo do ano dentro da série analisada e, de modo particular, no mês de junho onde há maior concentração de eventos climáticos de precipitação com aproximadamente 20% dos totais anuais.

Levando-se em consideração os totais da distribuição pluviométrica anual e com os dados da PCD de chuvas diárias para a série foi possível classificar os eventos extremos de precipitação por classe e década, observando-se que ao longo dos 30 anos a maior concentração de dias com chuvas ficou no intervalo de 50-60 mm. Sendo, que a maior parte deles ocorreu durante a primeira década de análise do estudo conforme dados da Tabela 2. Eventos de precipitação igual ou superior a 100 mm, tem se mostrado cada vez mais raros e diminuído ao longo das décadas. A tendência demonstrada no intervalo citado anteriormente, não pode ser constatada para os intervalos de 60-70 e 70-80 mm.

Tabela 2 - Eventos climáticos de precipitações por classe e década em 30 anos

Décadas	Classes de Precipitações						Total dos Eventos
	50 mm	60 mm	70 mm	80 mm	90 mm	100 mm	
1980	23	5	2	3	1	6	40
1990	14	4	5	1	0	0	24
2000	16	6	6	2	1	3	30

Fonte: Elaborada com base na PCD de Palmares/PE para o período de dados de 1980 a 2010.

No geral, o total de eventos com dias chuvosos do intervalo 50-100 mm/dia, mostrou-se variado, com escala de ocorrências decrescente. Isto, não significa, porém, que o volume total precipitado tenha seguido a mesma tendência dentro do período analisado.

A quantidade de dias com ocorrências de precipitações ao longo dos meses do ano pode ser observada com maior frequência nos meses da quadra chuvosa de acordo com os dados apresentados na Tabela 3, onde ocorrem 43% do total dos dias com precipitações e os eventos climáticos de precipitações.

Quando analisado a frequência de eventos extremos de precipitação por classe e mês de ocorrência, com base na mesma classe de intervalos de 50, 60, 70, 80, 90 e 100 mm, foi possível identificar a concentração no período da quadra chuvosa, totalizando 59 eventos dos 98 observados dentro da série do estudo (Tabela 4). Esta constatação corrobora com os registros de inundações na bacia do rio Una e, de modo particular no município de Palmares.

Quando analisado a evolução dos eventos de precipitações por décadas e levando-se em consideração os dias chuvosos e secos, os resultados demonstraram uma tendência de crescimento no número de dias com chuvas, bem como a redução de dias secos e o aumento do volume (mm/ano) precipitado (Tabela 5). Fato este, que tem justificado o aumento e a frequência dos eventos climáticos extremos de precipitações na quadra chuvosa.

Tabela 3 - Quantidade de dias com chuvas por mês em cada ano da série

Anos	Meses												Total de
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	No	Dez	



								o			v		Dias
1980	8	12	7	8	16	17	10	12	4	9	3	5	111
1981	11	7	13	7	13	14	11	9	6	1	4	13	109
1982	5	11	5	11	19	19	14	11	7	1	2	2	107
1983	3	14	13	7	11	13	10	17	5	12	2	2	109
1984	6	2	4	21	19	10	18	16	8	11	4	1	120
1985	4	10	14	17	13	15	19	18	9	-	2	5	126
1986	3	10	16	15	19	22	16	15	7	9	13	8	153
1987	3	8	11	18	8	21	20	6	7	5	-	-	107
1988	4	6	9	19	12	14	22	-	-	-	-	-	86*
1989	2	3	6	10	-	-	-	-	-	-	-	8	29*
1990	3	5	4	17	13	20	27	19	17	11	5	6	147
1991	12	8	20	16	25	24	28	23	18	15	14	9	212
1992	12	25	25	16	17	27	27	21	24	15	18	3	230
1993	5	2	4	10	17	16	22	18	8	13	14	7	136
1994	9	11	15	19	26	26	30	18	15	11	6	11	197
1995	3	5	3	14	20	26	25	23	14	5	17	-	155
1996	10	5	9	27	17	20	29	21	15	8	11	5	177
1997	3	15	17	17	26	16	27	20	4	3	4	6	158
1998	11	8	13	14	18	18	22	25	15	11	4	4	163
1999	7	9	6	10	16	15	25	21	17	14	5	15	160
2000	12	11	17	21	19	21	26	25	23	13	4	4	196
2001	8	6	14	18	11	27	30	26	14	11	6	16	187
2002	23	14	17	19	17	27	22	22	9	10	12	7	199
2003	7	19	20	12	18	20	24	21	17	11	10	8	187
2004	23	11	10	20	18	27	25	17	17	10	4	4	186
2005	4	11	9	19	26	26	20	25	12	7	5	11	175
2006	10	3	9	14	25	26	21	18	10	7	9	5	157
2007	11	11	17	16	20	23	25	26	20	13	8	6	196
2008	8	4	15	15	25	24	25	23	12	12	4	4	171
2009	7	15	6	16	24	24	24	24	11	3	11	8	173
2010	17	14	9	15	-	14	23	22	14	8	8	6	158*
Média	8,2	9,5	11,5	15,4	17,1	19,8	21,5	18,4	11,6	8,4	6,8	6,1	160,8

Fonte: Elaborada com base na PCD de Palmares/PE para o período de dados de 1980 a 2010.  
 (Obs: \* Não há dados na série para um ou mais meses do ano).

Tabela 4 - Eventos climáticos de precipitações por classe e mês em 30 anos

Classes de Precipitações	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
50 mm	1	4	7	8	7	11	8	3	2	0	1	1
60 mm	1	1	2	2	1	3	3	1	0	0	1	0
70 mm	1	0	1	1	1	2	7	0	0	0	0	0
80 mm	0	0	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0
90 mm	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
100 mm	0	0	1	3	0	3	1	1	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Fonte: Elaborada com base na PCD de Palmares/PE para o período de dados de 1980 a 2010.

Tabela 5 – Evolução por década dos dias chuvosos e volume precipitado no município de Palmares no período outono-inverno.

Déca	Número de Dias	Númer	Diferenç	Volume	Dias	Outono-	%
------	----------------	-------	----------	--------	------	---------	---



da	Chuvosos (Dc)	Secos (Ds)	o Total de Dias	a (Df=Dc-Ds)	(mm/ano)	chuvosos (Outono-Inverno)	Inverno (mm/ano)	
1980	1057	2596	3653	1539	1240,4	527	618,1	50,1
1990	1735	1917	3652	182	1253,9	759	627,8	56,2
2000	1985	1668	3653	-317	1625,9	811	787,8	59,1

Fonte: Elaborada com base na PCD de Palmares/PE para o período de dados de 1980 a 2010.

A partir do que foi analisado anteriormente, foi possível estabelecer uma classificação (Tabela 6) para os tipos de fenômenos anômalos ocorridos durante o período de análise dos dados para o município de Palmares. Nessa análise, foi levado em consideração os anos e meses com dias consecutivos de chuvas e volume acima da média de 22,1 mm dentro do período da quadra chuvosa. Foram identificados 17 ocorrências de eventos de precipitações, com ocorrências de dias consecutivos de chuvas dentro dessa análise, onde 65% deles ocorreram no mês de junho, totalizando 11 eventos com volumes superiores a 250 mm.

Tabela 6 - Classificação dos eventos climáticos de precipitação ocorridos no município de Palmares dentro da série de dados

Ano	Meses/Eventos					Dias de Duração	Precipitação Média Diária (mm/dia)	Precipitação Durante o Evento (mm)	Precipitação Total do Mês (mm/mês)	Classificação do Evento
	Quadra Chuvosa				Jul					
	Mar	Abr	Mai	Jun						
1980				1		8	35,9	287,08	339,50	Extremo
1982			1			7	35,1	245,48	357,12	Extremo
1984					1	6	41,7	250,08	438,77	Excepcional
1985					1	4	46,8	187,24	287,73	Excepcional
1986				1		9	28,2	253,69	378,97	Extremo
1990			1			6	30,3	182,01	220,46	Extremo
1994				2		18	13,4	241,12	318,30	Moderado
2000				2		21	18,3	383,77	459,26	Extremo
2002				2		16	17,9	285,92	360,01	Extremo
2003	1					6	29,7	178,18	241,42	Extremo
2004				1		9	30,3	272,26	448,98	Extremo
2007		1				10	18,4	184,33	214,82	Moderado
2010				2		17	15,3	259,54	286,54	Extremo

Fonte: Elaborada com base na PCD de Palmares/PE para o período de dados de 1980 a 2010.

Quanto à classificação proposta para os eventos em moderado, extremo ou excepcional, a duração de dias consecutivos e suas médias fizeram a diferença na magnitude e espacialização temporal de suas ocorrências. Visto que, apenas em dois anos da série de dados analisada foi possível observar a ocorrência de fenômenos de grandes intensidades de volumes precipitados em dias consecutivos e num curto espaço de tempo, como foi o caso dos anos de 1984 e 1985, cuja ocorrência está fora da quadra chuvosa, mas ainda dentro do período de inverno na região. Para esses casos adotou-se a classificação das ocorrências como sendo de eventos excepcionais de precipitações, os ocorridos no mês de julho de 1984 e 1985.

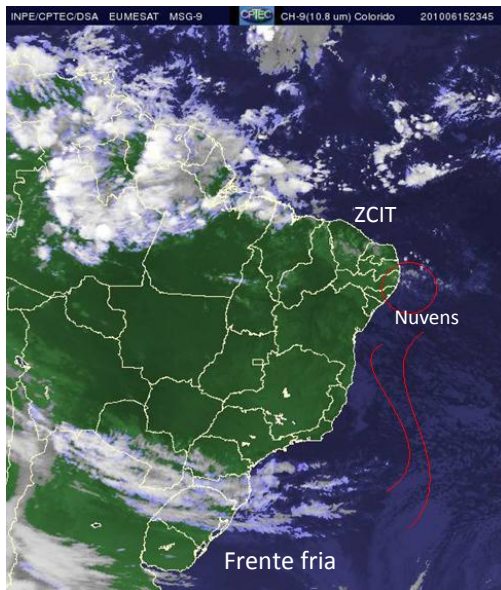
### O evento extremo de precipitação em junho de 2010



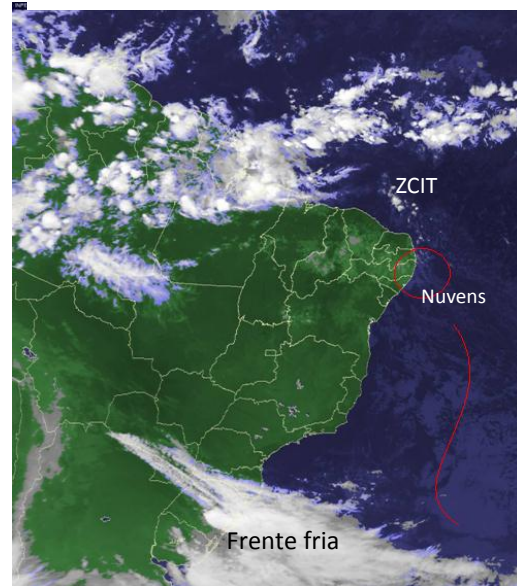


Analisando os eventos de precipitações com base nas interpretações realizadas nas imagens realçadas do satélite GOES, bem como as cartas sinóticas de superfície (00Z, 06Z, 12Z e 18Z), referentes aos dias 16, 17, 18 e 19 de junho de 2010, foi possível observar que os ventos fortes de Alísios impediram que um bloco de nuvens decorrentes do Atlântico sul fosse para o norte, ficando estacionado sobre o litoral do NEB. Com isso, formou-se uma região de baixa pressão sobre essa área provocando a sua condensação. O resultado foi o evento extremo de precipitação com grandes volumes de chuvas que atingiram o município de Palmares. Essas nuvens foram originadas a partir de duas frentes frias de forte intensidade que alcançaram o litoral do NEB na primeira e na terceira semana do mês de junho de 2010 (Figuras 2 e 3).

**Figura 2:** Nuvens densas posicionadas sobre o litoral leste do NEB no dia 15/06/2010.



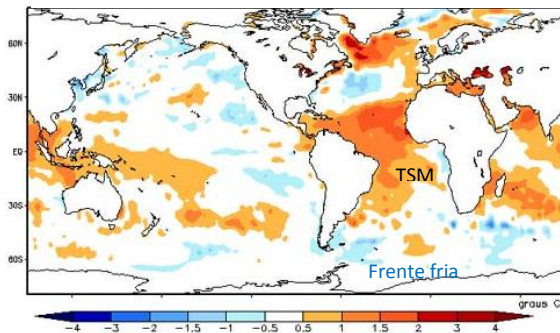
**Figura 3:** – Nuvens densas sobre o litoral de Pernambuco e Alagoas no dia 16/06/2010.



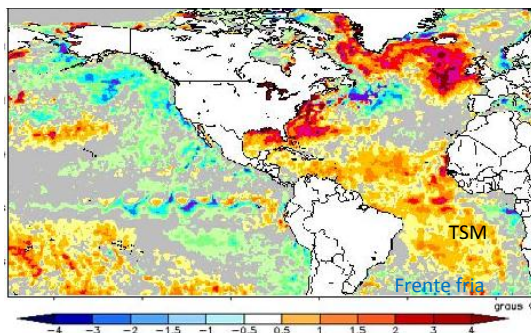
Fonte: Adaptação feita com imagens realçadas do satélite GOES (INPE, 2010).

Outra justificativa para a ocorrência desse evento pode ser atribuída às águas do oceano Atlântico Tropical, que estavam com a TSM pelo menos 1 grau acima do normal. Esse fato pode ser relacionado, ainda a influência da fase final do El Niño durante o verão no hemisfério sul. As águas mais quentes provocam uma maior evaporação, o que a formação de nuvens pesadas e ocorrência de chuvas extremas no leste do NEB (Figuras 4 e 5).

**Figura 4:** Anomalias na TSM para o final do mês de Maio de 2010.



**Figura 5:** Anomalias na TSM para a segunda semana do mês de Junho de 2010.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da TSM para os dias do evento.



O aumento das temperaturas no Atlântico tropical durante o período outono-inverno pode influenciar na intensificação das chuvas, pelo menos no litoral do NEB por conta das Ondas de Leste, podendo implicar numa tendência de chuvas mais intensas na Zona da Mata. Isto se dá por conta da influência dos ventos Alísios que atuam na região e, deslocam-se de modo particular de nordeste para sudeste durante esse período, geralmente influenciados pela convergência do fluxo de umidade ao longo da costa. Essa observação é reforçada pelo campo das anomalias do fluxo de radiação de onda longa emergente (ROLE) vista nas figuras 4 e 5 para o período de transição maio-junho.

Com a presença de frentes frias no litoral brasileiro e a elevação da TSM no Atlântico tropical, a ocorrência de um evento extremo de precipitação pode ocorrer, porém ainda existe outro fenômeno meteorológico que influencia o NEB durante o período outono-inverno provocando um aumento de umidade natural da faixa litorânea e a formação de aglomerados de nuvens convectivas, são as chamadas Ondas de Leste. Essas ondas são perturbações ondulatórias que ocorrem na atmosfera sobre o Atlântico tropical e são formadas por nuvens carregadas vindas da costa da África empurradas pelos ventos alísios que atuam na região. Ao chegar à costa do NEB proporcionam muitas chuvas.

Desse modo, o aquecimento das águas superficiais na região do Atlântico Tropical Sul e a proximidade de um sistema frontal no Sul-Sudeste do litoral brasileiro, contribuíram para acentuados episódios de chuvas intensas no leste do NEB, especialmente na Zona da Mata em Pernambuco, cujos totais mensais excederam a média histórica (116 mm) em até pouco mais de 300 mm durante o mês de junho ao longo do período analisado, como foi o caso dos anos de 2000 (459,26 mm) e 2004 (448,98 mm). Em 2010, os totais analisados durante o evento extremo de precipitação foi também superior a média histórica para a região durante a quadra chuvosa, atingindo 286,54 mm.

### **Considerações finais**

Através do estudo aqui apresentado foi possível observar que os eventos extremos, moderados e excepcionais de precipitação pluviométrica ocorridos nos últimos trinta anos na Zona da Mata pernambucana, concentram-se entre os quatro meses da quadra chuvosa. Esta constatação reforça a ideia de uma regularidade para esses eventos, principalmente quando se considera a intensidade e a duração, que podem variar de quatro a nove dias consecutivos.

Quanto ao volume relacionado aos eventos extremos de precipitações e dias consecutivos com chuvas consideradas, estes, em sua maioria, concentram-se entre 50 a 60 mm/dia. Em relação aos eventos extremos com volumes de chuvas com valores superiores 100 mm/dia, estes vem diminuindo. Porém, em análise conjunta realizada para as ocorrências dos eventos de precipitações com totais de chuvas superiores a média histórica, foi possível observar que cada vez mais tem ocorrido fenômenos climáticos com períodos de reincidência menores.

Por fim, em relação ao evento extremo de precipitação ocorrido no mês de junho de 2010, foi possível observar a influência de dois elementos climáticos que atuam na região e que devem ser levados em consideração. Primeiro, o papel dos fortes ventos Alísios que agiram e agem sobre a região do NEB na qual se encontra o município de Palmares. Segundo, o papel da TSM no Atlântico Sul, que nesse período do ano apresenta zonas de baixas pressão e temperaturas.

### **Referências bibliográficas**

- ALBALA-BERTRAND, J.M. Political economy of large natural disasters: with a special reference to developing countries. New York: Oxford University Press, 1993. 259p.
- ANA – Agência Nacional de Águas. Informações sobre as precipitações no Nordeste. Brasil, 2011. Disponível em: <http://www.hidroweb.ana.gov.br>.
- CONTI, José Bueno. A Geografia Física e as Relações Sociedade/Natureza no Mundo Tropical. Ed. Humanitas. São Paulo, 2002.
- CUNHA, M.A. (coord). **Ocupação de encostas**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 1991.
- FILHO, K.Z., MARCELLINI, S.S. Precipitações Máximas. In: TUCCI C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 428p.



- GONÇALVES, N.M.S. Impactos Pluviais e Desorganização do espaço Urbano em Salvador. In. *Clima Urbano*. MONTEIRO & MENDONÇA. Contexto, 2003.
- INPE/CPTEC/DSA. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagens realçadas do satélite GOES 12 no canal infravermelho. Dias 16, 17, 18 e 19 de junho de 2010. Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/>. Acesso em: 14 de março de 2012.
- CPTEC/INPE/NOAA. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagens do satélite NOAA no canal infravermelho. Junho de 2010. Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/>. Acesso em: 14 de março de 2012.
- MOLION, L.C.B.; BERNADO, S.O., *Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, SP, v.17, n.1, p. 2-10, 2002.
- MONTEIRO, C. A. F. **Clima e excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1991. 241 p.
- NIMER, E. Análise da dinâmica da precipitação pluviométrica na região serrana do Sudeste – especialmente na Serra das Araras. **Revista Brasileira de Geografia** 33, (3): 53.1971.
- SANSIGOLO, C. A. Distribuições de extremos de precipitação diária, temperatura máxima e mínima e velocidade do vento em piracicaba, SP (1917-2006). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.3, 341-346, 2008.
- SAREWITZ, D. et al. Workshop: Extreme Events Developing a Research Agenda for the 21<sup>st</sup> Century. Bolder, 2000. disponível em: <http://www.esig.ucar.edu/extremes/>.
- SILVA, B. C.; CLARKE, T. C. Análise Estatística de chuvas intensas na bacia do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Porto Alegre, RS 2004.
- SIQUEIRA, J.R.; MACHADO, L.A.T. Variações interanuais das trajetórias de perturbações sinóticas na América do Sul e em áreas oceânicas adjacentes. In: *Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 2000. Acesso pelo link <http://lba.cptec.inpe.br/publications/AMC>.
- USAID/OFDA. Annual Disaster Statistical Review 2010: The Numbers and Trends. Brussels: CRED; 2011. [http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR\\_2011.pdf](http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2011.pdf).