



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO EM SÃO LUÍS, MARANHÃO**

Audivan Ribeiro Garcês Júnior<sup>(a)</sup>, Jacilene dos Santos Castro<sup>(b)</sup>, Paulo Roberto Mendes  
Pereira<sup>(c)</sup>, Maria Elisa Zanella<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará – UFC, Email: audivanribeiro@gmail.com.

<sup>(b)</sup> Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Ceará – UFC, E-mail: jacilene.castro@hotmail.com.

<sup>(c)</sup> Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, E-mail: p.roberto18@hotmail.com.

<sup>(d)</sup> Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará – UFC, Email: elisazv@terra.com.br

**Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais**

### **Resumo**

Esta pesquisa tem como objetivo classificar os eventos de precipitação intensa para o município de São Luís sendo uma importante contribuição para os estudos de climatologia local. Foram utilizados os dados de precipitação diária da estação do INMET entre os anos de 1971 e 2015, considerando apenas os eventos acima de 50mm. Para classificação foi utilizada a técnica estatística dos máximos de precipitação. Foi possível identificar a quantidade de eventos por nível de intensidade, encontrando oito eventos como sendo de intensidade grande, em grande parte estes eventos estiveram associados a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), e ocorreram entre os meses de janeiro e maio.

**Palavras chave:** Climatologia. Precipitação. ZCIT.

### **1. Introdução**

As repercussões de eventos naturais, tais como enchentes, furacões, ventanias, secas, tornados, nevascas, atividades vulcânicas e outros ganham cada vez mais notoriedade na atualidade por causarem grandes estragos e afetarem diretamente a vida humana.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Estes eventos são ainda mais evidenciados quando ocorrem no contexto das áreas urbanas onde há uma grande concentração de pessoas e por possuir uma rede de infraestrutura capaz de ser afetada por estes fenômenos, como linhas de transmissão de energia, telefone e internet, vias de circulação (estradas, ferrovias e etc.) e outros elementos que compõe um conjunto de relações dentro de uma cidade.

Nesse contexto, os eventos climáticos são os que possuem uma grande relevância haja visto serem os mais evidenciados atualmente, dependendo da posição geográfica do espaço afetado, tais como ondas de calor, tempestades, secas, que geram impactos com grandes repercussões, por exemplo, as secas afetam o abastecimento de água para consumo humano, as grandes tempestades gerando alagamentos, enchentes e inundações. Para Rego e Barros (2014) os eventos de chuvas são os que mais impactam as áreas urbanas, podendo causar alagamentos, deslizamentos de massas, inundações. No entanto, a quantidade e magnitude dos impactos causados pelas chuvas nas cidades dependerem de sua intensidade, é nesse contexto que se insere a análise das chuvas extremas.

A definição de chuva extrema ainda é bastante discutida no âmbito da climatologia e meteorologia. Segundo Conti (2011) as chuvas podem ser consideradas intensas quando ultrapassam o acumulado de 50mm em 24h, podendo ser evidenciando algum impacto nas áreas urbanas a partir deste valor. No estudo de Monteiro e Zanella (2017) para cidades do Ceará também consideraram os acumulados diários maiores de 50mm como chuvas extremas. Para de Araújo *et al* (2008) as chuvas extremas podem ser denominadas também de chuvas máximas podendo ter distribuição irregular tanto no tempo quanto no espaço. Para Barbosa (2007) os eventos extremos de chuva são aqueles que possui desvio superiores ou inferiores aos habituais num determinado período.

Para esta classificação das intensidades das chuvas extremas são utilizadas diferentes técnicas estatísticas para a definição e classificação das intensidades dos eventos pluviométricos, tais como a utilização de medidas separatrizes (quartil, percentil e outros), por análise gráfica (box plot), por medidas de posição e desvios padrão.

O grande desafio atualmente está justamente em melhorar previsão de tais eventos climáticos e no planejamento e gestão das cidades a fim de minimizar os impactos desses fenômenos e preparar a infraestrutura para que suporte a magnitude dos eventos. No caso do Brasil, tem-se as chuvas como um dos elementos climáticos que causam mais impactos nas cidades, dada sua condição tropical com atuação de diversos sistemas atmosféricos causadores de chuvas (tropicais, equatoriais e subtropicais),



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

a presença de grandes florestas, com altas taxas de evapotranspiração como a Amazônia, as características do relevo e a maritimidade, são alguns dos fatores que interagem para gerar essa condição climática no território brasileiro.

Aliado a isso tem-se o crescimento desordenado das cidades brasileiras que sem o devido planejamento criaram espaços mais vulneráveis que são afetadas tanto por condições climáticas normais e que são intensificados quando estes eventos são atípicos, tais como as chuvas extremas.

Nesta pesquisa será analisado uma série de dados de pluviosidade para o município de São Luís utilizando a técnica de máximos de precipitação para definição e classificação dos eventos extremos.

### 1.1 Caracterização da área

O município de São Luís está localizado na Ilha do Maranhão (Figura 01), está entre as coordenadas de 02° 22' 23" e 02° 51' 00" de latitude sul e 44° 26' 41" e 43° 59' 41" de longitude oeste de Greenwich. Ocupa cerca de 57% da Ilha, tendo como limites as baías de São José e São Marcos e o município de São José de Ribamar. Está inserido na Microrregião Geográfica da Aglomeração Urbana de São Luís juntamente com os municípios de São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. É a capital do estado do Maranhão e o município mais populoso, com estimativa de 1.082.935 habitantes em 2016 (IBGE, 2016), com área territorial de 834,785 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 1.215,69 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

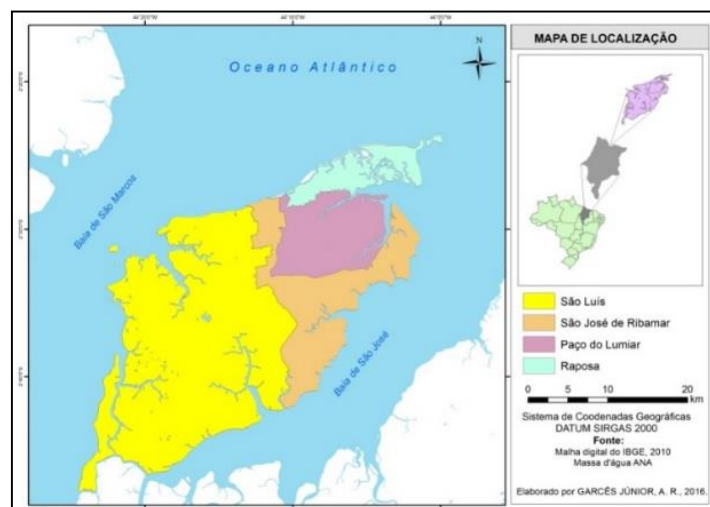


Figura 01: Localização da área de estudo.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A cidade de São Luís está inserida na zona tropical, recebendo altos índices de radiação solar, que irá refletir nas altas temperaturas médias (FEITOSA & TROVÃO, 2006). Segundo proposta de Mendonça e Danni-Oliveira (2007) para classificação dos domínios climáticos do Brasil, o norte Maranhense, onde situa-se a cidade São Luís, caracteriza-se por um clima tropical equatorial 2a (com quatro a cinco meses secos). Para Mendonça & Danni-Oliveira (2007, p. 159) este clima “se caracteriza tanto pela influência da maritimidade quanto da continentalidade. As temperaturas, mesmo elevadas ao longo do ano, apresentam pequena variação sazonal e a pluviosidade, maior que os índices térmicos”.

Em São Luís tem-se duas estações bem definidas, havendo regularidade térmica durante todo ano que são definidas pelo regime pluviométrico, há um período chuvoso, compreendido entre o verão e outono, e outro seco, entre o inverno e a primavera (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Esta definição é possível a partir da compreensão da atuação dos sistemas atmosféricos atuantes sobre a região. Estes estão relacionados às mudanças do equador térmico. Para Sousa (1993), as massas Equatorial Atlântica e Equatorial Continental no sentido norte-sul e noroeste-sudeste, atua de forma preponderante na região, e são responsáveis pela intensa pluviosidade no verão e no outono, período que a radiação é mais intensa sobre o hemisfério sul.

Segundo Feitosa (1989) “o sistema que determina a dispersão dessas massas de ar na dinâmica regional é o Anticiclone dos Açores, gerador dos ventos alísios de nordeste, além dos ventos alísios de sudeste”.

Nimer e Brandão (1989 citado por ARAÚJO, 2014, p.94) diz que “ao longo da depressão equatorial, caracterizada por uma região de pressões relativamente baixas e ventos calmos, o ar instável provoca chuvas e trovoadas bastante intensas”. As convergências das massas de ar nestas áreas de baixas pressão no equador geram a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que é determinante para compreensão do regime pluviométrico de todo nordeste brasileiro.

O período de maior influência da ZCIT é a partir do mês de janeiro, com seu deslocamento meridional, estabelecendo um regime de pluviosidade mais regular nos meses de março e abril, com elevados índices de precipitação (FEITOSA, 1996).

Para Araújo (2014), as Linhas de Instabilidades (LI) também são de importante atuação na área de estudo e formam-se sobretudo nos meses de verão no hemisfério sul (dezembro a março),



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

também são causadoras de chuvas e também estão associadas à radiação solar incidente a região, formando as nuvens de tipos *cumulus*.

Outro sistema atmosférico relevante na definição do período chuvoso em São Luís são os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCANs, origina-se na alta troposfera sobre o oceano e tem sua trajetória normalmente de leste para oeste, caracterizado por possuir um centro de baixa pressão e a região periférica está associada a formação de bandas de nebulosidade, ou seja, o centro do VCAN está associado ao tempo seco enquanto que as áreas periféricas a tempo chuvoso. Atuação dos VCANs na região nordeste dar-se de forma relevante entre os meses de dezembro e fevereiro (LOPES, BARBIERI E SANTOS, 2006).

Cabe destacar ainda outros sistemas atmosféricos que são relevantes para pluviosidade do município de São Luís, como os Distúrbios Ondulatórios de Leste – DOL (ondas de leste) e os Complexos Convectivos de Mesoescala – CCM. Os DOLs caracterizam-se pelo deslocamento de campos de pressão iguais para oeste em áreas próximas à linha do equador, possui grande relevância na determinação do período chuvoso do leste do nordeste brasileiro, sua atuação se dá sobretudo nos meses de maio e junho no estado do Maranhão (COUTINHO E FISCH, 2007). Os CCMs são definidos como sendo “conjunto de nuvens frias e espessas de forma circular e crescimento vertical” (BARBIERI, p. 94, 2014), grande parte dos CCMs formam-se durante a madrugada e sua dissipação durante a manhã, caracterizando-se por chuvas intensas em poucas horas.

Com relação às normais climatológicas (1981-2010), segundo INMET a temperatura média anual fica entre 26,7°C, sendo os meses de novembro e dezembro os mais quentes e fevereiro, março e julho com menores temperaturas. Com relação à pluviosidade, possui acumulado anual normal de 2.199,9mm, sendo os meses de março e abril os mais chuvosos, com 462,1mm e 457,6mm, respectivamente, enquanto o mês mais secos é outubro com 4,7mm. Os ventos predominantes são os de nordeste e apresenta umidade relativa elevada durante todo o ano (INMET, 2018).

## 2. Materiais e Métodos

Para definição dos eventos extremos pluviométricos que foram analisados, organizou-se todos os dados diários de acumulados de precipitação em 24h entre os anos de 1971 a 2015. Os máximos de precipitação foram coletados a partir da série histórica disponibilizada pelo Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP, no site [www.inmet.com.br](http://www.inmet.com.br). A estação





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

meteorológica de origem dos dados pertence ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, e está localizada na Área de Proteção Ambiental do Itapiracó em São Luís.

As séries históricas foram organizadas em ordem decrescente utilizando as planilhas do Microsoft Excel e excluídos os valores abaixo de 50mm, desta forma trabalhou-se apenas com os máximos de precipitação. A partir dos eventos restantes, calculou-se com as fórmulas abaixo as médias dos máximos de precipitação e os desvios padrão de cada município para aplicação da metodologia dos máximos de precipitação.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Para média dos máximos aplicou-se a fórmula:

Onde  $\bar{X}$  – Média;  $x$  – acumulado de precipitação diário;  $n$  – quantidade total de eventos;  $\Sigma$  – somatório de todos os acumulados de precipitação.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Para o cálculo do desvio padrão:

Onde:  $\sigma$  – desvio padrão;  $\Sigma$  – somatório de todos os acumulados de precipitação;  $\bar{X}$  – Média;  $x$  – acumulado de precipitação diário;  $n$  – quantidade total de eventos.

A metodologia dos máximos de precipitação já descrita e utilizada por Silva (2012) e Monteiro e Zanella (2017) busca o tratamento dos eventos extremos de precipitação diários em classes de intensidade e a identificação do grau de magnitude, utilizando-se da média e do desvio padrão, como descrito pelo esquema abaixo, onde:  $\sigma$  – desvio padrão;  $\bar{M}$  – Média;  $x$  – acumulado de precipitação diário (Figura 2).

NORMAL	$x < \bar{M} \text{ máx}$	Baixa intensidade
NÍVEL I	$\bar{M} \text{ máx} \ll x < \bar{M} \text{ máx} + 1\sigma$	Intensidade pequena
NÍVEL II	$\bar{M} \text{ máx} + 1\sigma \ll x < \bar{M} \text{ máx} + 2\sigma$	Intensidade média
NÍVEL III	$\bar{M} \text{ máx} + 2\sigma \ll x < \bar{M} \text{ máx} + 3\sigma$	Intensidade grande
NÍVEL IV	$\bar{M} \text{ máx} + 3\sigma \ll x$	Intensidade muito grande

Figura 2: Classificação dos eventos.  
Fonte: Adaptado de Silva (2012).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os eventos considerados normais foram aqueles entre 50mm e menores que a média das máximas, os eventos de nível I os acumulados diários maiores ou igual a média e menores que a média somada ao valor do desvio padrão, já os eventos de nível II foram os registros maiores ou iguais a média somado ao desvio padrão e menores que a média mais duas vezes o desvio padrão. Para os eventos de nível III considerou-se o intervalo entre o valor encontrado da soma da média das máximas e duas vezes o desvio padrão e a média mais três vezes o desvio padrão, e por fim, os eventos de nível IV foram aqueles maiores ou igual a soma da média das máximas e três vezes o desvio padrão. Assim, utilizando a média das máximas e desvio padrão foi possível definir as classes de níveis e de intensidade.

Após o tratamento estatístico do banco de dados foram selecionados alguns eventos de grande intensidade para caracterização do sistema atmosférico atuante através da análise sinóticas de imagens de satélites meteorológicos (GOES, METEOSAT) disponibilizadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC).

### **3. Resultados e Discussões**

O município de São Luís apresenta alta variabilidade pluviométrica intra anual quanto interanual, alguns fatores são determinantes para esta característica, cabe destacar a influência da dinâmica climática global, com influência direta do fenômeno ENOS na pluviosidade de toda região Nordeste, bem como influência a dinâmica das chuvas em grande parte do território brasileiro, como já foi descrito por vários autores e das Temperaturas de Superfície do Mar - TSM sob o Oceano Atlântico (UVO, 1989; SILVA, 2001; SOUSA, 2004).

Na análise das normais climatológicas (1981-2010) identifica-se que há uma concentração representativa das chuvas no primeiro semestre do ano, entre os meses de janeiro e julho, com acumulados máximos nos meses de março (462,1mm) e abril (457,6mm) (Figura 3). É durante estes meses que a Zona de Convergência Intertropical atua com maior relevância na costa norte do Nordeste Brasileiro, diversos trabalhos já evidenciaram a influência da TSM do Oceano Atlântico e do ENOS na precipitação do Nordeste evidenciando que estes fenômenos afetam diretamente o posicionamento da ZCIT e assim determina de os volumes de precipitação serão abaixo ou dentro da normalidade.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

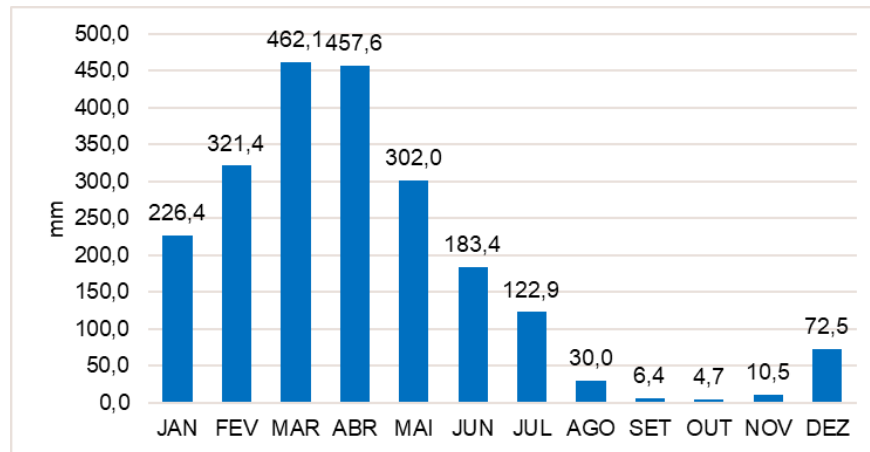


Figura 3: Normais Climatológicas de Precipitação de São Luís-MA.  
Fonte: INMET, 2018, organizada pelos autores.

A climatologia local também é marcada pelos eventos que fogem à normalidade, descritos na literatura como eventos extremos, eventos intensos ou eventos adversos. Na climatologia dinâmica as identificações destes eventos são importantes para identificação dos sistemas geradores e quais a frequência de ocorrência dos fenômenos, além de ser importante para gestão e planejamento urbano.

No município de São Luís aplicando a técnica dos máximos de precipitação identificou-se a quantidade de eventos em cada nível de intensidade (Tabela I).

Tabela I: Classificação dos eventos de chuva

CLASSIFICAÇÃO/INTENSIDADE	INTERVALOS	N	%
NORMAL	$\leq 76,8$	268	66%
NIVEL I: intensidade pequena	76,8 + 104,9	82	20%
NIVEL II: intensidade média	104,9 + 133,0	34	8%
NIVEL III: intensidade grande	133,0 + 161,1	16	4%
NIVEL IV: intensidade muito grande	$\geq 161,1$	8	2%
TOTAL		408	100%

Os intervalos de acumulados de precipitação foram definidos e a partir desta definição foram identificados a quantidade de eventos em cada nível de intensidade. Os eventos considerados de Nível IV ou de intensidade muito grande foram aqueles com acumulados superiores ou igual a 161,1mm





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os eventos considerados normais foram aqueles com acumulados de precipitação menores ou igual a 76,8mm, sendo identificados 268 eventos dentro da normalidade. Cabe salientar que foram selecionados apenas eventos iguais ou superiores a 50mm. Identificou-se ainda 82 eventos de nível I, 34 de nível II, 16 de nível III e 8 eventos de nível IV, de intensidade muito grande. Abaixo encontra-se o quadro com as datas e o acumulado de cada dia (Figura 4).

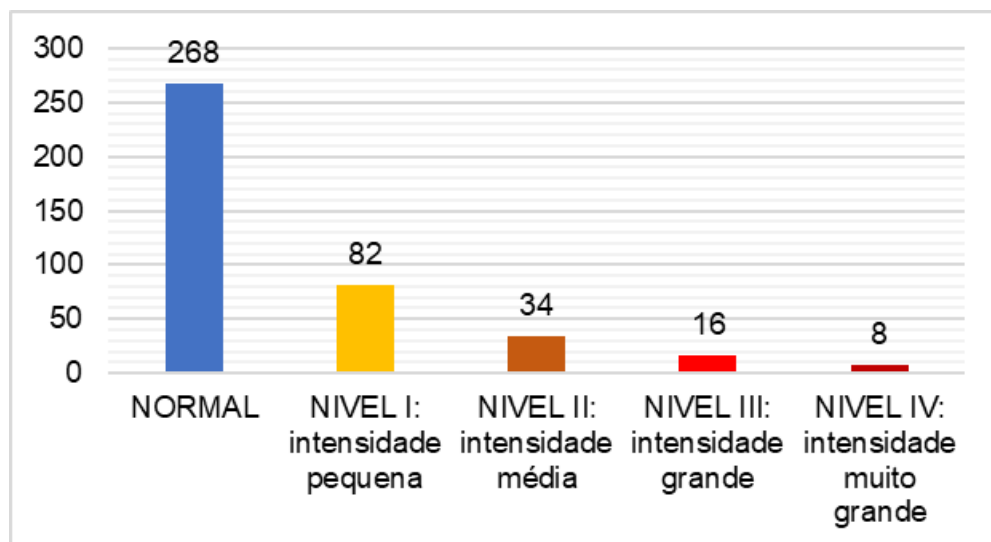


Figura 4: Quantidade de eventos por níveis de intensidade.

Dos oito eventos registrados percebe-se que grande parte são das décadas de 1970 e 1980, destacando o maior acumulado no dia 06 de fevereiro de 1980 com 210mm de precipitação. Para análise sinótica optou-se pelos fenômenos mais recentes. O primeiro trata-se do dia 08 de janeiro de 2011 com acumulado de 187,8mm, este evento foi ocasionado por um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis – VCAN, que atuou sobre o Nordeste Brasileiro em grande parte do mês do janeiro de 2011, como destacou a revista Clima Análise do CPTEC, percebe-se na imagem de satélite uma grande nebulosidade sob a costa norte do nordeste, enquanto que em grande parte da Bahia e norte de Minas Gerais uma área de tempo seco, onde encontra-se o núcleo do VCAN. Salienta-se ainda que boa parte da precipitação do mês janeiro na região é originada pela atuação dos VCANs (Tabela II).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela II: Eventos de Nível IV

Data	Chuva(mm)
06/02/1980	210
08/01/2011	187,8
11/05/2014	181,6
19/04/1974	177,2
23/02/1974	174,8
25/04/1979	165
13/03/2010	162,2
10/04/1985	161,4

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Já no dia 11 de maio de 2014, com acumulado de 181,6mm, é o evento mais recente. No trabalho realizado por Garcês Júnior *et al* (2016) identificou que a atuação da ZCIT foi o principal sistema atuante no período, destacando ainda que o fenômeno trouxe diversos problemas para o município, tais como enchentes, alagamentos de ruas, deslizamentos de terra, interrupção de energia elétrica e outros (Figura 5).

Figura 5: Imagens de Satélites.



(a) Satélite GOES 12 do dia 08/01/2011; (b) Satélite GOES 13 do dia 11/05/2014; (c) Satélite Metosat canal 2 de 13 de março de 2010. Fonte: [www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br).

O último evento analisado foi o de 13 de março de 2010, que teve acumulados de precipitação de 162,2mm, este fenômeno de precipitação intensa ocorreu no mês de maior volume de



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

chuva no município de São Luís, estando sob forte influência da ZCIT, é possível notar na imagem de satélite uma grande banda de nebulosidade sob toda região norte do estado do Maranhão.

#### **4. Considerações finais**

A partir da análise histórica de 1971 a 2015 foi possível identificar diversos eventos acima de 50mm registrado pela estação meteorológica do INMET em São Luís, no entanto ao realizar a análise estáticas dos eventos extremos a partir de sua intensidade, foi possível notar que grande parte dos eventos foram classificados como normais ou de pequena intensidade.

Os eventos de intensidade grande ocorreram entre os meses de janeiro e maio, período de maior acumulado de chuva em São Luís, no entanto o mês de abril possuiu maior parte dos eventos. Assim, evidenciando também que a ZCIT possui grande relevância na determinação do período chuvoso na área analisada, além de contar com a participação de outros sistemas atmosféricos como os VCANs no mês de janeiro.

No entanto, cabe destacar que a apesar de apenas oito eventos serem considerados de intensidade grande, estes tiveram valores bem acima limiar definido como intervalo inferior deste nível (161,1mm), assim a partir da análise de três eventos de grande intensidade foi possível identificar que estes causaram grandes repercussões na cidade, destacando alagamentos, enchentes e deslizamentos de terra.

É importante que outras pesquisas sobre a temática sejam realizadas no município de São Luís para que tenhamos uma consistência maior de referencial teórico e prático sobre a climatologia local, além de ter a possibilidade ser um importante embasamento para o planejamento urbano da cidade, na qual se pense uma cidade preparada para eventos pluviométricos extremos.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará e ao Laboratório de Recursos Hídricos e Climatologia Geografia pelo apoio técnico-científico e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro.

#### **Referências**



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ARAÚJO, L. E.; SOUSA, F. A. S.; RIBEIRO, M. A. M.; SANTOS, A. S.; MEDEIROS, P. C. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba. **Revista Brasileira de meteorologia**, v. 23, n.2, p. 162-169.

ARAÚJO, R. R. **Clima e vulnerabilidade socioespacial**: uma avaliação dos fatores de risco na população urbana do município de São Luís (MA). Tese. (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, São Paulo, 2014.

BARBIERI, G. M. L. **Eventos de Chuva extrema associados a sistemas atmosféricos de escala sinótica e escala local no Estado do Ceará**. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Fortaleza, 2014.

BARBOSA, J. P. M. **Estudo sobre a evolução dos eventos extremos de precipitação no setor paulista da serra do mar**. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XVII, São Paulo-SP, 2007.

CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. 7. Ed. São Paulo: Atual, 2011.

COUTINHO, E. C.; FISCH, G. Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) na região do Centro de Lançamento de Alcântara – MA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.2, p. 193-203, 2007.

FEITOSA, A. C. e TROVÃO, J. de R. **Atlas escolar do Maranhão**: espaço geo-histórico e cultural. João Pessoa: Editora Grafset, 2006.

FEITOSA, A. C. **Evolução Morfogenética do Litoral norte da Ilha do Maranhão**. Dissertação. (Mestrado em Geografia) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1989.

GARCÊS JÚNIOR, A. R., MARQUES, L. M., TORRES, M. A. N., AQUINO JÚNIOR, J. **Análise de um episódio de precipitação intensa no ano de 2014 na cidade de São Luís-MA**. In: XII Simpósio Brasileiro e Climatologia Geográfica, Goiânia, 2016.

IBGE. **Resultados do Censo de 2010**. Brasília: IBGE 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil (1981-2010)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em: 02 de abril de 2018.

LOPES, G. M.; BARBIERI, P. R. B.; SANTOS, A. C. S. **Influência de um vórtice ciclônico de ar superior no regime de chuvas do estado do Ceará em 2006** (estudo de caso). In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006, Florianópolis, Anais do XIV CBMET, 2006.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MENDONÇA, F. e DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** v. 1. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MONTEIRO, B. J.; ZANELLA, M. E. A metodologia dos máximos de precipitação aplicada ao estudo de eventos extremos diários nos municípios de Crato, Fortaleza e Sobral-CE. **Revista GeoTextos**, vol. 13, n. 2, dezembro 2017.

NIMER, E. e BRANDÃO, A. M. P. M. **Balço hídrico e clima da região dos Cerrados.** Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

REGO, T. L.; BARROS, J. R. **Eventos extremos de precipitação e sistemas atmosféricos em Goiânia - GO.** ANAIS DO X SIMPÓSIO BRASILEIROS DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. ISBN: 978-85-7846-278-9, p. 250 – 259, Curitiba - Paraná, 2014.

SILVA, CRISTIANO ALVES DA. **Os desastres Pluviométricos nas Grandes e Médias Cidades do Paraná.** 2012. 144 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia do Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SILVA, I. R. **Variabilidade sazonal e interanual das precipitações na região sul do Brasil associadas às temperaturas dos oceanos Atlântico e Pacífico.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Instituto Nacional de pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2001.

SOUSA, E. P. P. de. **Relações entre as anomalias de TSM do Atlântico e Pacífico e as precipitações na Amazônia Oriental.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Instituto Nacional de pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.

SOUSA, S.B. de. **Caracterização climatológica da zona costeira do Maranhão.** São Luís: SEMA/GERCO, 1993. 40p.

UVO, C.R.B.; NOBRE, C.A. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no Norte do Nordeste do Brasil.** Part II: A influência dos ventos e TSM do Atlântico Tropical. *Climanálise*, v.4, n. 10, p. 39-47, 1989.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019