

# ANÁLISE TEMPORAL DO REGIME PLUVIOMÉTRICO DE ALTAMIRA-PA

Hellem dos Santos\*  
Renata de Souza Borges†  
Felipe Corrêa Veloso dos Santos‡  
Victoria Cunha Fassioni§

## RESUMO

A chuva é um dos fenômenos terrestres que sofre mais variabilidade com o passar dos anos. Portanto, seu estudo é de extrema importância para o controle e a previsão de ocorrências como inundações, erosões do solo e drenagem urbana e rural. Para a execução deste trabalho, foram colhidos dados acerca dos estudos sobre a variabilidade pluviométrica da cidade de Altamira-PA, onde se localiza um dos polos de uma das maiores usinas geradoras de energia elétrica do Brasil, Usina Hidroelétrica de Belo Monte. Os dados foram colhidos de quatro estações pluviométricas, duas localizadas na região sul do município e duas, na região oeste, em um período de 37 anos. Conseguiu-se constatar que os meses de maior estiagem são junho, julho, agosto e setembro, sendo que os demais foram considerados períodos chuvosos.

**Palavras-Chave:** Variabilidade pluviométrica. Estações pluviométricas. Hidrologia.

## TEMPORAL ANALYSIS OF THE PLUVIOMETRIC REGIME OF ALTAMIRA-PA ABSTRACT

Rain is one of the terrestrial phenomena that suffers more variability over the years. Therefore, its study is extremely important for the control and prediction of events such as floods, soil erosion and urban and rural drainage. In order to carry out this work, data were collected about studies on rainfall variability in the city of Altamira-PA, where one of the poles of one of the largest power generation plants in Brazil, Belo Monte Hydroelectric Power Plant, is located. The data were collected from four pluviometric stations, two located in the southern region of the municipality and two, in the western region, over a period of 37 years. It was found that the months of greatest drought are June, July, August and September, and the rest were considered rainy periods.

**Keywords:** Rainfall variability. Rainfall stations. Hydrology.

Recebido em 19 de janeiro de 2021. Aprovado em 08 de fevereiro de 2021.

---

\* Graduada em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás; mestranda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Goiás.

† Graduada em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

‡ Doutor em Agronomia; Professor na Pontifícia Universidade Católica de Goiás

§ Graduada em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás

## INTRODUÇÃO

A região Norte é a maior região do país em termos de extensão territorial, porém, possui uma baixa densidade demográfica. Esta região abriga os dois maiores estados brasileiros Amazonas (AM) e Pará (PA) e também é composta pelos estados do Tocantins (TO), Amapá (AP), Rondônia (RO), Roraima (RR) e Acre (AC). A região é quase toda recoberta pela Floresta Amazônica, que se trata da principal reserva de preservação do Brasil, o que explica a baixa densidade demográfica. As temperaturas nesta região se mantêm altas na maior parte do ano, pois a mesma é cortada pela Linha do Equador. Devido à influência de seu relevo e de algumas massas de ar, a região possui um alto índice pluviométrico.

O Pará possui 144 municípios e um deles é Altamira, o maior município brasileiro, com 161.445,90 km<sup>2</sup>. Este município abriga dois rios importantes, o Rio Xingu e o Rio Iriri, além de terras indígenas e a Usina Hidrelétrica de Belo Monte. A cidade se originou através de uma das diversas expedições da Companhia de Jesus, ocorrida no Rio Xingu por volta de meados do século XVIII. Em 1874, o município de Souzel foi fundado e, após um desmembramento, foi criado o distrito de Xingu, que posteriormente, através do Decreto Legislativo nº 1234 de 6 de novembro de 1911, seria o município de Altamira (FAPESPA, 2015).

Altamira, sendo um município com vários casos de vazões de enchentes e que, nos últimos anos, tem atraído inúmeros moradores para a construção da Usina de Belo Monte, é um notável estudo de caso para se poder planejar e estudar possíveis casos de enchentes.

A caracterização pluviométrica de determinada região é importante para a realização de previsões de acontecimentos futuros de precipitações com base nas informações de eventos passados. A previsão e análise de chuvas se tornam útil em diversas áreas e atuações, como: antecipar a falta de disponibilidade de água para abastecimento de cidades, agricultura, prognósticos de inundações, geração de energia elétrica, construções de barragens, pontes, entre muitos outros casos.

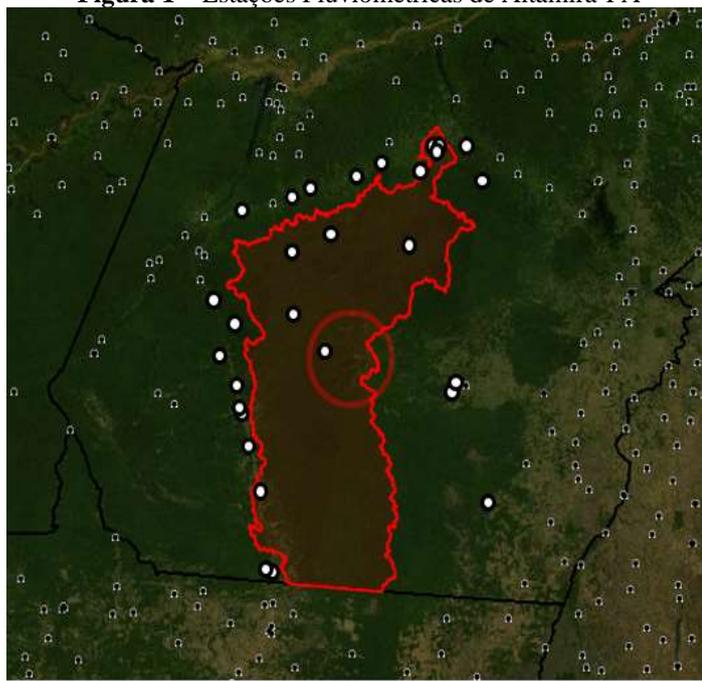
Este trabalho, através da hidrologia estatística, que permite caracterizar fenômenos e processos hidrológicos, buscou caracterizar uma microrregião de Altamira, quanto ao seu regime pluviométrico, e compreender o comportamento do seu padrão de distribuição pluviométrico.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção de dados pluviométricos

Realizou-se a verificação da quantidade de estações pluviométricas existentes no município de Altamira-PA (Figura 1) e, levando em consideração a extensão territorial do mesmo, notou-se que havia um número pequeno de estações. Desta forma, fez-se necessária a busca por outros pontos próximos ao município, que tivessem estações pluviométricas, para que fosse possível a realização do devido estudo a respeito da pluviosidade do local.

**Figura 1** – Estações Pluviométricas de Altamira-PA



Escala 1 : 9.234.300

Fonte: SIGEL, 2017.

Em seguida, elaborou-se uma lista com as estações estudadas, quatro ao total, duas localizadas na região sul (Altamira 35 2000 e Altamira 35 2001) e duas, na região oeste (Brasil Novo e Vila União da Floresta), com suas respectivas latitudes e longitudes, todas com dados cadastrados junto à Agência Nacional de Águas (ANA), como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1** – Estações Pluviométricas Analisadas das Regiões Sul\* e Oeste de Altamira

Código	Posto	Operador	Latitude	Longitude	Elevação (m)
352001	*Altamira	INMET	-3,214	-52,213	74
352000	*Altamira	UFC	-3,215	-52,212	-
352005	Brasil Novo	UFC	-3,308	-52,542	-
353002	Vila União da Floresta	UFC	-3,518	-53,141	-

Fonte: próprios autores.

Com as quatro estações das regiões sul e oeste definidas, fez-se possível a busca no cadastro da ANA por dados de um período preestabelecido como de 1980 a março de 2017. O limite inferior de estudo foi escolhido em decorrência de não haver dados anteriores ao mesmo; enquanto o limite superior foi estabelecido por consequência de a ANA oferecer um período de limite superior diferente para cada estação.

### Preenchimento de falhas

Caso haja falhas nos dados obtidos para as estações pluviométricas em estudos, em menor ou maior quantidade, será empregado o preenchimento de falhas pelo método Ponderação Regional, que consiste em realizar o preenchimento e homogeneização das séries

pluviométricas através da seleção de, no mínimo, três postos pluviométricos de determinado conjunto de postos pluviométricos. A falha é preenchida com a média ponderada dessas estações próximas, a partir da longitude e latitude de cada posto.

### **Análise dos dados pluviométricos**

Neste trabalho, utilizou-se a estatística para produzir informações plausíveis a respeito dos dados coletados. Extraiu-se, das estações pluviométricas, os seguintes parâmetros para cada mês do ano: média, moda, mínimo, máximo, curtose, assimetria e variância.

A média aritmética de determinados valores pode ser obtida através da divisão do somatório destes valores pelo pela quantidade de valores (TRIOLA, 2005). A moda, por sua vez, é o valor que ocorre com maior frequência, além de fomentar que uma determinada distribuição de dados pode ser considerada assimétrica quando tende mais para uma lateral do que para outra. Enquanto isso, variância é uma medida de variação resultado do quadrado do desvio-padrão e a curtose é definida como o achatamento advindo da parte que fica no centro de uma distribuição (BISQUERRA; SARRIERA; MARTÍNEZ, 2004).

Para cada mês de cada estação foi obtido um valor de mínimo e um de máximo, buscando o menor e o de maior valor de precipitação mensal, respectivamente. Ademais, estabeleceu-se uma quantidade de dias que faltaram e a quantidade de dias de chuvas para cada mês no decorrer do período observado de cada estação pluviométrica.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Estação pluviométrica Altamira 35 2000**

No cadastro de estações da ANA, as estações pluviométricas Altamira 35 2000 e Altamira 352001 possuem o mesmo nome; sendo assim, para diferenciá-las, elas foram apresentadas com os seus respectivos códigos.

O período analisado da estação pluviométrica Altamira 35 2000 foi de julho de 1987 a abril de 1989. Por ser um curto período de tempo, os parâmetros de moda, curtose e assimetria não foram encontrados; exceto para o mês de abril que apresentou moda e uma assimetria de -1,7. A variância máxima também foi no mês de abril, com 2 581,3 mm e mínima para o mês de julho, com 0,2 mm, o que pode ser observado na Tabela 2.

**Tabela 2** – Posto Pluviométrico Altamira 35 2000 (julho de 1987 a abril de 1989).

<b>Parâmetros</b>	<b>jan</b>	<b>fev</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>maio</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>set</b>	<b>out</b>	<b>nov</b>	<b>dez</b>
Média	48,3	41,7	65,6	95,7	28,0	32,0	19,1	17,0	35,0	19,0	21,9	65,9
Moda	*	*	*	125,0	*	*	*	*	*	*	*	*
Mín.	25,8	25,4	50,4	37,0	28,0	32,0	18,8	11,0	0,0	8,0	10,8	38,8
Máx.	70,8	58,0	80,8	125,0	28,0	32,0	19,4	23,0	70,0	30,0	33,0	93,0
Curtose	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Assimetria	*	*	*	-1,7	*	*	*	*	*	*	*	*
Variância	1012,5	531,4	462,1	2581,3	*	*	0,2	72,0	2450,0	242,0	247,0	1468,8

Nº de dias chuvas	2	2	2	3	1	1	2	2	2	2	2
Nº de dia faltantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

\*Dados faltantes

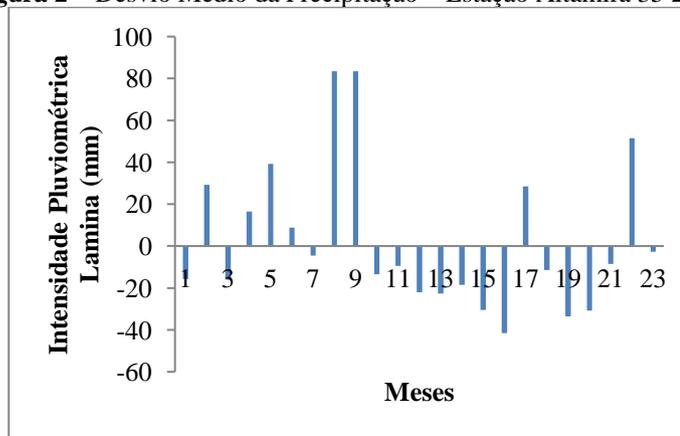
**Fonte:** próprios autores.

Durante o intervalo de análise, os meses mais chuvosos, coincidindo com dos dados da FAPESPA (2015), foram janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro (48,3; 41,7; 65,6; 95,7; 65,9 mm), enquanto o período de seca concentrou-se entre os meses de julho, agosto e outubro (19,1; 17,0; 19,0 mm).

Nenhum mês apresentou falha para a estação Altamira 35 2000.

Como pode ser observado na Figura 2, desvio médio da precipitação da estação Altamira 35 2000 foi maior nos meses 8 e 9 (83,5 mm) e menor no mês 23 (-2,72 mm).

**Figura 2 – Desvio Médio da Precipitação – Estação Altamira 35 2000.**



**Fonte:** próprios autores.

### Estação pluviométrica Altamira 35 2001

A estação pluviométrica Altamira 35 2001 foi analisada de janeiro de 1980 a julho de 2015. De acordo com a Tabela 3, durante os anos de análise, considerando a média pluviométrica mensal, os meses que exibiram maiores intensidades pluviométricas foram janeiro, março e maio (115,8; 162,5; 98,1 mm); os meses de menores intensidades pluviométricas, coincidindo com a FAPESPA (2015), foram agosto, setembro e outubro (13,9; 25,7; 26,1 mm).

**Tabela 3** – Posto Pluviométrico Altamira 35 2001 (janeiro de 1980 a julho de 2017).

Parâmetros	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Média	115,8	66,5	162,5	78,6	98,1	35,2	31,5	13,9	25,7	26,1	57,4	57,8
Moda	*	64,6	*	72,9	*	28,0	*	2,0	*	21,2	*	*
Mín.	19,3	20,1	6,8	21,1	17,2	5,4	1,6	0,2	0,2	0,0	1,1	4,8
Máx.	488,8	220,8	566,9	226,0	308,3	90,2	137,6	41,2	121,2	71,6	291,6	190,3
Curtose	2,5	7,3	0,4	2,7	0,5	-0,1	9,4	0,7	2,9	0,6	8,2	2,0
Assimetria	1,9	2,5	1,4	1,6	1,2	0,7	2,6	0,8	1,7	1,0	2,4	1,4
Variância	15869,1	1610,6	29272,8	2441,7	6601,2	414,5	674,2	88,5	806,3	350,9	3117,2	2053,7
Nº de dias chuvas	36	35	36	36	36	36	29	35	35	34	35	35
Nº de dias faltantes	0	1	0	0	0	0	7	0	0	1	0	0

\*Dados faltantes

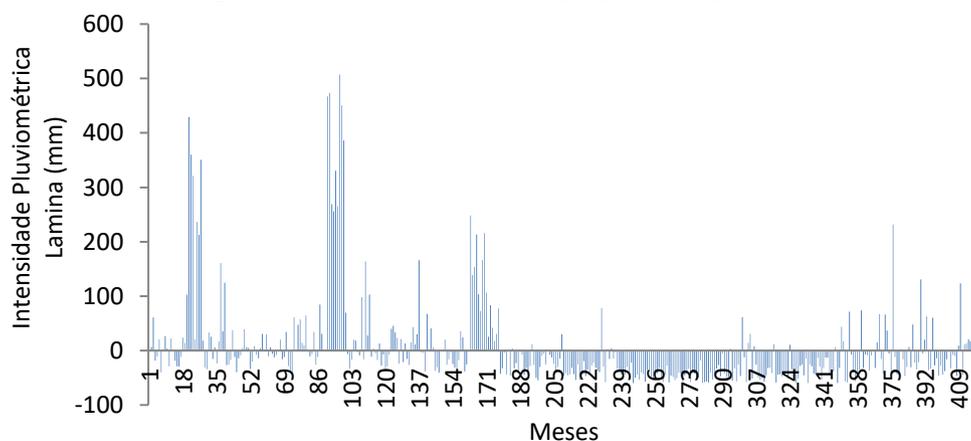
**Fonte:** próprios autores.

Os valores de moda foram possíveis de se obter apenas nos meses de fevereiro, abril, junho, agosto e outubro (64,6; 72,9; 28,0; 2,0; 21,2 mm). O menor valor de acumulado mensal de chuva observado foi de 0 mm no mês de outubro e o maior valor observado foi de 566,9 mm no mês de março.

As curtoses positivas máxima e mínima foram em julho (9,4) e março (0,4), respectivamente; enquanto a curtose negativa foi identificada apenas no mês de junho (-0,1). O maior valor de assimetria foi detectado em fevereiro (2,5) e o menor valor em junho (0,7), ambos positivos. O máximo valor de variância foi encontrado no mês de março (29 272,8 mm) e o mínimo, em agosto (88,5 mm).

Houve uma falha para o mês de fevereiro sete falhas para o mês de julho e uma falha para o mês de outubro.

Observando a Figura 3, tem-se que o desvio médio da precipitação da estação pluviométrica Altamira 35 2001 foi mais elevado no mês 97 (507,14 mm) e o menos elevado no mês 75 (0,042 mm).

**Figura 3** – Desvio Médio da Precipitação – Estação Altamira 35 2001.

Fonte: próprios autores.

### Estação pluviométrica Brasil Novo

A estação de Brasil Novo foi analisada de fevereiro de 1982 a fevereiro de 2017. Conforme a Tabela 4 e com a precipitação média mensal, os meses que obtiveram os maiores índices pluviométricos foram fevereiro, março e abril (66,0; 89,0; 68,6 mm); já julho, agosto e setembro (21,1; 19,8; 16,4 mm) foram os meses mais secos.

**Tabela 4** – Posto Pluviométrico Brasil Novo (fevereiro de 1982 a fevereiro de 2017).

Parâmetros	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Média	52,9	66,0	89,0	68,6	49,2	34,6	21,1	19,8	16,4	29,6	36,9	51,7
Moda	55,5	51,0	60,8	70,0	62,3	52,8	*	1,0	12,5	*	*	*
Mín.	18,4	21,2	28,1	23,6	10,5	5,2	0,7	0,3	0,4	0,1	2,5	10,0
Máx.	100,4	295,8	277,0	147,0	154,2	99,7	52,4	52,5	53,5	79,6	119,0	107,0
Curtose	-0,3	21,9	9,4	0,3	4,7	2,2	-0,1	-1,3	0,2	0,2	1,6	-0,7
Assimetria	0,2	4,3	2,5	0,7	1,9	1,4	1,0	0,3	1,1	1,0	1,0	0,4
Variância	398,2	2009,7	1949,0	998,0	966,2	459,2	215,6	242,5	191,1	469,0	685,2	745,0
Nº de dias chuvas	33	34	34	34	33	34	34	34	34	32	32	33
Nº de dias faltantes	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	3	2

\*Dados faltantes

Fonte: próprios autores.

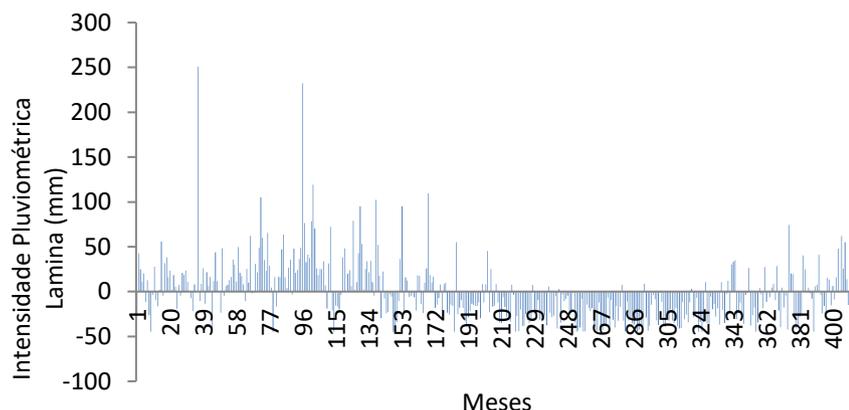
Nos meses de julho, outubro, novembro e dezembro não foram encontrados valores de moda. O menor valor mensal encontrado foi em outubro (0,1 mm) e o maior valor mensal foi em fevereiro (295,8 mm).

A curtose máxima positiva foi encontrada no mês de fevereiro (21,9) e a curtose mínima positiva, nos meses de setembro e outubro (0,2). Em relação às curtoses negativas, a máxima esteve em agosto (-1,3) e a mínima, em julho (-0,1). A assimetria foi máxima para o mês de fevereiro (4,3) e mínima para o mês de janeiro (0,2). O maior valor de variância esteve presente no mês de fevereiro (2009,7 mm), e o menor, em setembro (191,1 mm).

Todos os meses apresentaram falhas, sendo duas falhas para maio e dezembro, três falhas para outubro e novembro, e uma falha para os demais.

Através da Figura 4, depreende-se que desvio médio da estação pluviométrica Brasil Novo foi máximo no mês 36 (251,05 mm) e mínimo no mês 123 (-0,2).

**Figura 4 – Desvio Médio da Precipitação – Estação Brasil Novo.**



Fonte: próprios autores.

### Estação pluviométrica Vila União da Floresta

O posto pluviométrico Altamira KM-35 foi examinado de junho de 1997 a fevereiro de 2017. Conforme aponta a Tabela 5, os meses mais chuvosos foram janeiro, fevereiro, março e abril (55,0; 59,1; 59,6; 68,2 mm) e os meses de estiagem foram junho, julho, agosto e setembro (24,8; 24,2; 18,6; 20,9 mm). O maior acumulado pluviométrico foi em dezembro, com 140,1 mm; e o menor, em julho, com 0 mm.

**Tabela 4 – Posto Pluviométrico Vila União da Floresta (junho de 1997 a fevereiro de 2017).**

Parâmetros	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Média	55,0	59,1	59,6	68,2	42,1	24,8	24,2	18,6	20,9	36,6	34,3	43,5
Moda	*	*	68,0	*	40,1	*	*	*	*	*	*	*
Mín.	33,5	34,6	20,2	13,3	17,6	8,5	0,0	1,3	0,8	8,8	5,6	4,9
Máx.	99,9	99,3	102,5	128,3	85,4	67,0	48,2	47,3	48,8	105,7	103,8	140,1
Curtose	1,1	0,0	-0,1	-1,1	0,2	1,4	-1,0	-0,3	-0,4	0,6	2,1	2,1
Assimetria	1,1	0,8	0,4	0,4	0,9	1,3	0,1	0,6	0,5	1,4	1,5	1,5
Variância	331,1	371,1	473,7	1128,3	333,9	244,1	196,4	150,2	186,1	933,9	688,4	1192,3
Nº de dias chuvas	19	18	18	18	19	20	20	20	20	18	19	19
Nº de dias faltantes	1	2	1	1	0	0	0	0	0	2	1	1

\*Dados faltantes

Fonte: próprios autores.

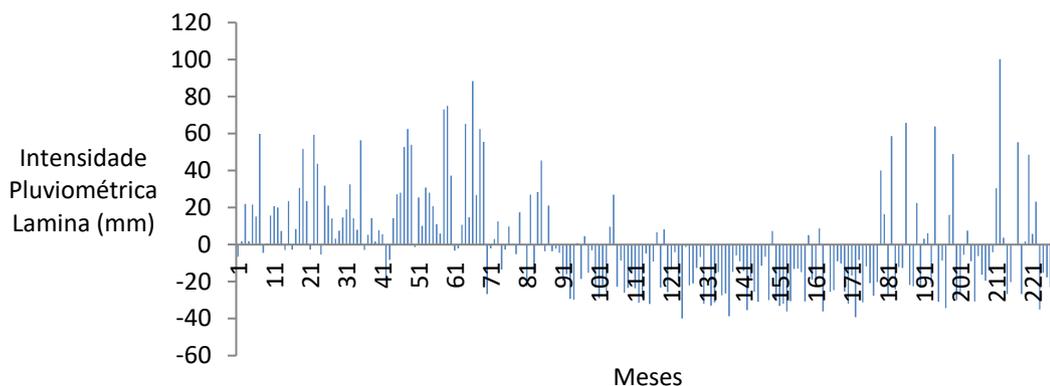
A maior variância foi para o mês de dezembro (1192,3 mm) e a menor, para o mês de agosto (150,2 mm). Os meses com maior assimetria positiva foram novembro e dezembro (ambos com 1,5) e o mês com menor, foi o mês de julho (0,1). Não foi encontrado nenhum valor de assimetria negativa. A curtose máxima positiva foi para os meses de novembro e dezembro (2,1), a curtose mínima positiva no mês de fevereiro (0), a curtose máxima negativa em abril (-1,1) e a curtose mínima negativa, em março (-0,1).

Houve falhas em todos os meses, exceto maio, junho, julho, agosto e setembro. O maior

número de falhas foi em fevereiro e outubro, com duas falhas cada.

Na Figura 5, observa-se que o mês mais distante da média foi considerado o mês 212 (100,1 mm) e o menos distante, o mês 164 (0,2 mm).

**Figura 5** – Desvio Médio da Precipitação – Estação Altamira Km-35.



**Fonte:** próprios autores.

## CONCLUSÃO

Na região de Altamira-PA, as precipitações apresentaram variabilidade espacial e temporal. Pôde-se observar, através da avaliação da variabilidade pluviométrica do município, que os meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril foram os mais chuvosos, enquanto os meses de junho, julho, agosto e setembro foram de estiagem.

De maneira conjunta, os tratamentos estatísticos (média, moda, assimetria, variância e curtose) foram indispensáveis para a interpretação e compreensão da análise pluviométrica em questão.

Por ser um município de grande extensão territorial, Altamira carece de uma maior quantidade de postos pluviométricos, o que tornaria possível um melhor monitoramento da região. Tal monitoramento é essencial para o planejamento urbano, uma vez que é de suma importância para muitas atividades, dentre as quais estão a agricultura, a construção de obras de engenharia, o controle e monitoramento de inundações e a geração de energia elétrica.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA NETO, R. P. **Gestão ambiental no município de Altamira: desafios e perspectivas**. 2009. Monografia, Agronomia, Universidade Federal do Pará, Altamira, PA, Brasil.
- BISQUERRA, R.; SARRIERA, J. C. MARTÍNEZ, F. **Introdução à Estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS** (1ª ed.). Porto Alegre: ARTMED, 2004.
- CONTI, J. B. **Clima e Meio Ambiente** (7ª ed.). São Paulo: Atual Editora, 2011.
- FAPESPA – Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará. **Estatísticas Municipais Paraenses: vitória do xingu**. Belém: Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação, 2005.
- MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos Sobre a Biodiversidade** (2ª ed.). Brasília: MMA, 2007.

SANTOS, C. A. Modelo de Previsão Fluviométrica para o Rio Xingu na Cidade de Altamira-PA. **Revista Internacional de Ciências**, v. 6, n. 2, p. 230-243, 2016.

SIGEL – Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. **Estações Pluviométricas de Altamira-PA**. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/>. Acesso em: 07 jun. 2020.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística** (9a ed.). Rio de Janeiro: LTC, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação** (4a ed.). Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2013.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada** (2a ed.). São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.