

**Estudo da consistência dos dados de um pluviógrafo de báscula e um pluviômetro convencional na amazônia central****Study of data consistency of a tipping bucket rain gauge and a conventional pluviometer in central amazon**

DOI:10.34117/bjdv6n2-055

Recebimento dos originais: 30/12/2019

Aceitação para publicação: 06/02/2020

**Dênis Aguerro do Nascimento**

Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.  
Av. André Araújo, 2936 - Petrópolis, Manaus – AM  
denisaguero@yahoo.com.br

**Mateus Ferreira de Oliveira**

Engenheiro Civil. Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Av. Djalma Batista, 2470 –  
Chapada, Manaus-AM  
mfo.eng@uea.edu.br

**Elton Alves de Souza Filho**

<sup>1</sup> Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Universidade do Estado do Amazonas –  
UEA. Av. Djalma Batista, 2470 – Chapada, Manaus-AM  
easf891@gmail.com

**Joecila Santos da Silva**

<sup>1</sup> Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos –  
Prof<sup>a</sup>gua. Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Av. Djalma Batista, 2470 – Chapada,  
Manaus-AM  
jsdsilva@uea.edu.br

**RESUMO**

A precipitação é uma das variáveis mais importantes da meteorologia, seu monitoramento sistemático é fundamental para os mais variados setores da economia e planejamento ambiental de uma região. Um dos mecanismos instrumentais mais usados para registro da altura pluviométrica são os de sistema de báscula. Estudos que analisaram a eficácia desse sistema advertem quanto a inconstância de sua precisão, principalmente em chuvas de maior intensidade. A imprecisão é decorrente de erros sistemáticos inerentes ao princípio do funcionamento mecânico da báscula, onde a alta vazão do duto do funil promove o movimento bascular com volume maior de água do que o calibrado pelo fabricante, subestimando o valor da resolução original do equipamento. Este trabalho apresenta a análise da frequência dos movimentos da báscula de um pluviógrafo em consonancia com as diferenças dos registros de um pluviômetro convencional. Ambos instrumentos foram instalados em uma bacia hidrológica experimental na Amazônia Central sub cuidados do Programa de Grande Escala da Atmosfera-Biosfera da Amazônia – LBA. Os dados analisados, correspondentes ao ano juliano de 2015 e apontaram disparidades de até 24% entre os registros dos instrumentos.

**Palavras-Chave** – Pluviógrafo de báscula; Pluviômetro; Amazônia Central.

**ABSTRACT**

Precipitation is one of the most important variables of meteorology, its systematic monitoring is fundamental for the most varied sectors of the economy and environmental planning of a region. One of the most commonly used instrumental mechanisms for recording the height of the rain is the tilting system. Studies analyzing the effectiveness of this system warn of its inconsistency of precision, especially in more intense rainfall. This, due to systematic errors inherent to the principle of mechanical operation of the tipper, where the high flow of the funnel duct promotes the movement with greater volume of water than calibrated by the manufacturer, underestimating the value of the original resolution of the equipment. This paper presents the analysis of the frequency of the movements of a rain gauge in line with the differences of the records of a conventional rain gauge. Both instruments were installed in an experimental hydrological basin in Central Amazonia under the care of the Large-Scale Amazon Biosphere Program - LBA. The analyzed data, corresponding to the Julian year of 2015 and pointed disparities of up to 24% between the records of the instruments

**Keywords** – Rain gauge tipping bucket; Pluviometer; Central Amazonia.

**1 INTRODUÇÃO**

A precipitação pluviométrica é uma das variáveis meteorológicas mais importantes para os estudos climáticos e ambientais. A regularidade com que as chuvas se distribuem, a estimativa dos seus valores e a identificação da variabilidade de suas ocorrências constituem informações imprescindíveis para a compreensão da meteorologia de uma região, bem como, ao planejamento hídrico.

A WMO (2010) define a ocorrência da precipitação (P) como toda água derivada da atmosfera que atinja gravitacionalmente a superfície terrestre, seja ela líquida, tal como o orvalho e a chuva, ou sólida, tal como a neve e o granizo.

O fenômeno da ascensão das moléculas de água à atmosfera se dá através de massas de baixa pressão formadas por vapor de água resultante do solo, corpos hídricos e de plantas. O principal agente motivador dessa ocorrência é a radiação solar por meio do aquecimento da superfície terrestre (WMO, 2010).

Para ocorrência da chuva a umidade atmosférica precisa passar pelo efeito da aglutinação das moléculas de água com núcleos de condensação de nuvens (NCN), passando do estado rarefeito para o líquido em formato de gotículas. Na medida em que recebem vapor as gotículas aumentam em volume e em quantidade através do efeito de coalescência formando as nuvens até terem massa suficiente para que a força da gravidade supere as turbulências do meio atmosférico e as precipitem em forma de gotas de tamanhos variados (LANZA, 2006).

Na hidrometria a precipitação pluviométrica representa a quantidade de água precipitada em formato de chuva em um determinado ponto de observação. Para análise de mensura, a medida de representação é a altura da lâmina de água em milímetros por metro quadrado.

Nessa representação da água precipitada na superfície, a infiltração, a evaporação e o escoamento superficial devem ser desconsiderados. A altura de 1mm equivalente ao volume de um litro de água por metro cúbico, conforme a demonstração matemática na Equação 1.

Equação 1:

$$h = \frac{\left(\frac{L}{m^2} \text{ ou } \frac{dm^3}{100dm^2}\right)}{10dm} = 0,01dm^2 = 0,001m \text{ ou } 1mm$$

Onde:

$h$  é a altura precipitada;

$L$  é o simbolo do litro;

$m^2$  é o simbolo de 1 metro quadrado;

$dm^3$  (decímetro cubico) equivale a aproximadamente 1 litro de água;

$100dm^2$  equivale a  $1m^2$ ;

$10dm$  equivale a 1m.

A transformação dá-se separadamente, uma vez que os numeradores correspondem à medida de volume enquanto os denominadores correspondem à medida de área. Posteriormente as transformações de unidades o resultado se expressa em medida linear, a altura da água precipitada.

Para monitoramento da altura de água precipitada e análise da variabilidade temporal da pluviosidade de um local ou uma região, usam-se instrumentos manuais ou automáticos.

Para grandes escalas espaciais pode-se estimar índices pluviométricos por meio de radares e imagens satelitais (SILVA, 2010). No entanto, devido as características inerentes à geração dos dados desses equipamentos, é necessário a calibração dos dados por meio de medidores pontuais em solo.

Os pluviômetros são os instrumentos pontuais mais usados no Brasil, consistem em um funil de área conhecida como coletor amostral cuja terminação é conectada a um recipiente, onde a água é armazenada. A água acumulada deve ser registrada periodicamente em planilha por um operador (WMO, 2010).

Em relação aos instrumentos automáticos (pluviógrafos), são muitos os modelos com diferentes sistemas mecânicos, porém, poucos são recomendados pela *World Meteorological*

*Organization – WMO*<sup>1</sup>. Entre os sistemas, reconhecidos pela referida instituição, estão os pluviógrafos com sistema de báscula, conhecidos do Inglês como *tipping bucket (TB)* (WMO, 2010).

Os *TBs* são os instrumentos automáticos mais usados no Brasil para monitoramento pluviométrico, principalmente em Estaes Meteorológicas Automáticas (EMA), também conhecidas como Plataformas de Coleta de Dados (PCD).

Os *TBs* também são dotados de um funil de área conhecida como coletor amostral. A vazão se concentra em uma de duas bacias de uma báscula repartida barimetricamente, que de modo ajustado, as expõem revezadamente sob o fuso do funil.

A gua pluvial é acumulada na bacia até alcançar o volume mínimo de calibração, momento em que o centro gravitacional da báscula  rompido incorrendo na inclinação da bacia cheia e sujeitando a outra bacia a coleta da água do funil.

Cada movimento da báscula  capitado por um rel, sendo registrado em um *datalogger*. Os registros (*tips*) devem ser multiplicados pela resolução do instrumento para conversão em *mm*. O valor da resolução é fornecido pelo fabricante do instrumento e pode variar entre marcas e modelos.

Para determinação da resolução de um pluviógrafo de báscula  necessário obter a resultante da altura do volume de basculada em relação a área de captação do funil em *m*<sup>2</sup>, conforme exemplificado na Equação 2.

Equação 2:

$$Hb = \frac{\left(\frac{182,414cm^2}{10.000cm^2}\right)}{8cm^3} = 0.0182414m^2 = \frac{0.002280175m}{10} = 0,2280175mm$$

Onde:

*Hb*  a altura estimada do volume de basculada;

182,414*cm*<sup>2</sup>  a área do funil;

10.000*cm*<sup>2</sup> equivale a 1*m*<sup>2</sup>;

8*cm*<sup>3</sup>  o volume de basculada (quantidade de água necessária para o rompimento do centro gravitacional da báscula);

10 É o fator de ajuste entre as relaes de unidades de valor bidimensionais e tridimensionais.

<sup>1</sup> Entidade Internacional com sede em Genebra, na Sua. Agência entidades meteorológicas regionais de países signatários a Organização das Naes Unidas, monitorando o comportamento do clima terrestre.

Os dados de pluviógrafos permitem estimar não só a altura do volume precipitado (pluviometria), mas também a intensidade e a frequência das chuvas no espaço e no tempo (pluviosidade).

Garantir o registro minucioso dentro de um padrão de qualidade ao longo do tempo é um dos principais desafios dos técnicos, já que todos os instrumentos pluviométricos apresentam erros inerentes a seus sistemas funcionais, além da influência de variáveis meteorológicas, tais como: vento, temperatura, variação da intensidade pluviométrica, entre outros (WMO, 2010).

Pesquisadores de todo o mundo já analisaram as tendências de erros dos *TBs*, La Barbera *et al.*, (2002), por exemplo, avaliaram a tendência erros de alguns modelos de *TBs* e consideraram que esses erros podem estar relacionados não só às limitações do sistema, mas também ao material utilizado nas peças e engrenagens dos aparelhos testados. Os autores sugeriram equações para correções lineares das séries.

Sentelhas *et al.* (2002) aferiram erros de *TBs* de resoluções diferentes: 0,1 mm e 0,2 mm, comparados com pluviômetros do tipo *Ville de Paris* e Paulistinha usando dados de duas estações automáticas, uma na cidade de Piracicaba – SP e a outra na cidade de Londrina – PR. A inconsistência dos dados dos *TBs* indicou tendência de erros de subestimação da realidade precipitada. Segundo os autores a intensidade foi a principal variável de erro.

Lanza *et al.* (2006) fizeram experimentos no laboratório de engenharia ambiental da universidade de Genova – Suécia, simularam chuvas de várias intensidades em pluviógrafos de sistemas mecânicos diferentes. Todos apresentaram erros sistemáticos e aleatórios, principalmente nas simulações de maiores intensidades pluviométricas. No entanto, segundo os autores, os resultados obtidos mostram que os erros associados à medição da intensidade de chuva contraída por *TBs* podem ser reduzidos a 1% com correções dos dados, fato desfavorável para outros sistemas mecânicos.

Simulações pluviométricas em ambientes controlados também foram feitas por Braga *et al.* (2007) em pluviógrafos tipo *TBs*. Os pesquisadores analisaram o comportamento e resultados de instrumentos de diferentes marcas. Concluíram, assim como estudos de outros autores, que os resultados indicaram haver consideráveis fontes de incertezas nos dados produzidos pelos *TBs* experimentados. Confirmaram tendência de submedição, em especial durante eventos intensos. Ainda mencionam que os resultados não condizem com as informações de margens de erros descritas nos manuais fornecidos pelos fabricantes.

Mansano *et al.* (2015) desenvolveram uma bancada para simulação pluviométrica em laboratório, também propõem procedimento matemático para análise e correção de dados obtidos através de precipitação simulada em um pluviógrafo modelo *Aerodynamic Rain Gauge* usando o

software *Eijkelkamp Hog Viewer*. Seus experimentos apontaram que os erros em altas intensidades subestimaram as precipitações simuladas em até 20%.

O *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation – WMO n°8*, aponta os seguintes fatores como variáveis de erros para pluviógrafos *TBs*:

- a) basculadas com alturas maiores do que a resolução do fabricante, principalmente durante precipitações intensas, momento de maior vazão do funil sobre a bacia da balança;
- b) perda por transbordamento ou evaporação da água pluvial acumulada no funil devido entupimento ou incapacidade física de vazão em relação a captação;
- c) em chuvas de baixa intensidade o funil não coleta volume suficiente para gerar movimento da balança, nesse caso a água fica na bacia podendo ser evaporada ou somará com o volume de uma chuva posterior, inferindo em imprecisão no índice de pluviosidade que relaciona a altura precipitada e o tempo;
- d) ocorrência de condensação interna na parede do funil, o escoamento cairia na bacia da balança registrando dado equivocado;
- e) desnível da balança, fato normalmente decorrente de instalação do instrumento em suportes instáveis.

A WMO (2010) adverte para a necessidade de correção dos dados pluviométricos, indiferente do sistema do instrumento utilizado. O documento menciona que a altura real da precipitação só pode ser estimada após correções que considerem os seguintes fatores em ordem de importância:

- a) erro por efeito eólico: o formato do pluviógrafo pode influenciar o direcionamento do vento para cima desviando a trajetória das gotas das chuvas para fora da área coletora do funil. Erro de 2% a 10%;
- b) ocorrência de condensação na parede interior do reservatório de armazenamento, no caso de pluviômetros, o que evitaria que toda água acondicionada fosse medida na proveta. Erro de 2% a 15% no verão e de 1% a 8% no inverno;
- c) perda de água acondicionada no reservatório por evaporação, no caso de pluviômetros. Erro de 0% a 4%;
- d) respingos das gotas da chuva no funil coletor. Erro de 1% a 2%.

Todas as variáveis de erros por interferência meteorológicas, tais como vento, temperatura, umidade, são relativas ao clima do local da instalação.

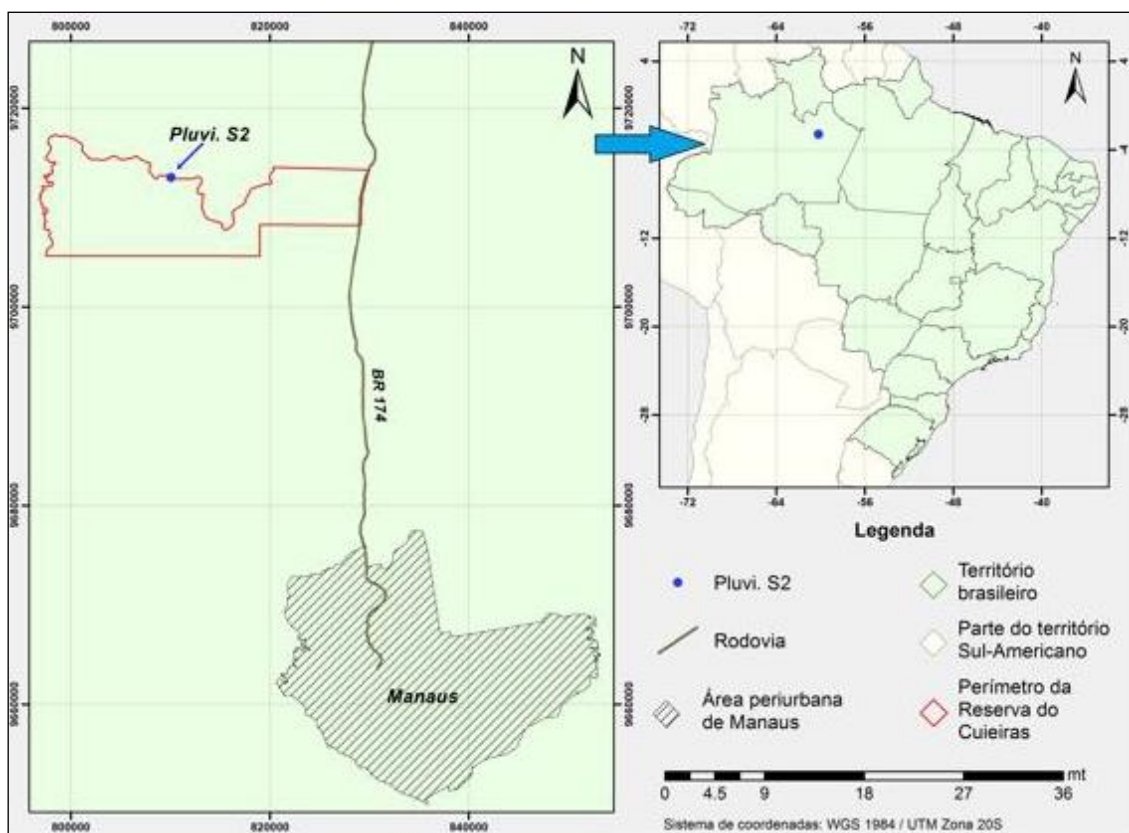
Considerando-se os estudos publicados sobre as incertezas incidentes em dados de pluviógrafos tipo *TBs*, objetivou-se neste trabalho a apresentação analítica da comparação entre séries pluviométricas brutas registradas por um pluviógrafo *tipping bucket* e um pluviômetro convencional

no ano de 2015, ambos instalados em um posto pluviométrico de uma bacia experimental sob cuidado do programa LBA / INPA<sup>2</sup>.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

A instalação identificada como Pluvi S2, da rede de postos pluviométricos da Coordenação de Pesquisas Hidrológicas – CPH, do programa LBA/INPA, cujas coordenadas geográficas são de Latitude  $-02^{\circ} 35' 19,1''$  e Longitude  $-60^{\circ} 13' 17,6''$ , está localizada em uma clareira de aproximadamente 2,4 ha, cercada por floresta da Amazônia Central, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1: Localização do posto pluviométrico S2



O equipamento utilizado foi um pluviógrafo Onset, modelo RG3-M de resolução 0,2 mm, instalado a 1,65 m do solo. Para registro dos movimentos da balsa usou-se um *datalogger* Onset modelo UA-003-64. Sua programação registrava o momento de cada *tip*.

<sup>2</sup> O Programa LBA é gerenciado pelo MCTI e coordenado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA. Sua missão é contribuir cientificamente no desenvolvimento dos modelos de previsão climática e ampliar o entendimento sobre o funcionamento dos ecossistemas da região amazônica, LBA (2017).

Acerca de 1,5 m do pluviógrafo foi instalado um pluviômetro convencional dotado de um funil de alumínio com 268,8 cm<sup>2</sup> de área coletora, cuja o fuso era conectado por uma mangueira de 1/2” a uma bombona de capacidade 5 litros, devidamente acondicionada em um compartimento de alumínio forrado com películas de isopor.

As medidas volumétricas do conteúdo da bombona foram feitas com uma proveta e convertidas de mL para mm com uso da Equação 3.

Equação 3:

$$P = \frac{mL}{\left(\frac{\emptyset}{2}\right)^2 * \pi}$$

Onde:

$P$  é a altura da precipitação;

$mL$  é o simbolo métrico decimal da milésima parte do litro;

$\emptyset$  é o simbolo do diametro;

$\pi$  é o simbolo do  $Pi$ , proporção numérica definida pela relação entre

o perímetro de uma circunferencia e seu diâmetro.

O volume do pluviômetro e os dados do *datalogger* eram coletados, preferencialmente em períodos quinzenais. Para cada atividade era feito um relatório de campo com informações de rotina, além de observações discursivas do técnico responsável. Algumas amostras foram perdidas devido a ocorrência do transbordamento da bombona.

Para análise da intensidade pluviométrica considerou-se a frequência de movimentos da balança por minuto. A filtragem foi feita no software HOBOWare Pro, além de edições de gráficos no Microsoft Excel.

Para a comparação dos dados obtidos no pluviômetro e no pluviógrafo, além da filtragem dos dados e observação de suas variações, foi utilizada a análise de regressão linear por meio de coeficiente linear (a), angular (b), e de coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A precipitação total bruta<sup>3</sup> registrada pelo Pluvi. S2 em 2015 foi de 2.323,80 mm.

<sup>3</sup> Dados sem correção.



Considerou-se 25 amostras coletadas ao longo do ano como porções válidas para análise da correlação entre os registros do *datalogger* do pluviógrafo e as alturas milimétricas dos volumes coletados no pluviômetro. A Tabela 1 apresenta as propriedades das amostras, conforme registros dos relatórios de campo.

*Tabela 1: Registros dos dados pluviométricos*

Amostras	Período (data)		Registros (mm)		Diferenças		Intensidade da máx. da báscula do período
	De	Até	Pluviógrafo	Pluviômetro	mm	%	Mov./min
1	06/01/15	19/01/15	121,8	137,72	15,92	11,56	10
2	28/01/15	12/02/15	81,6	89,97	8,37	9,30	9
3	12/02/15	24/02/15	104,4	117,58	13,18	11,21	6
4	03/03/15	17/03/15	142,4	188,39	45,99	24,41	10
5	17/03/15	25/03/15	107,6	108,55	0,95	0,88	9
6	25/03/15	31/03/15	54,2	68,34	14,14	20,69	10
7	31/03/15	09/04/15	9,4	9,67	0,27	2,82	3
8	06/05/15	12/05/15	86,6	105,28	18,68	17,74	14
9	12/05/15	22/05/15	90,8	101,93	11,13	10,92	12
10	22/05/15	10/06/15	174,0	189,73	15,73	8,29	12
11	10/06/15	17/06/15	34,6	39,73	5,13	12,92	7
12	17/06/15	22/06/15	67,6	79,61	12,01	15,09	9
13	22/06/15	25/06/15	39,0	47,62	8,62	18,10	7
14	25/06/15	03/07/15	23,6	26,04	2,44	9,38	11
15	03/07/15	07/07/15	30,6	36,46	5,86	16,07	14
16	07/07/15	14/07/15	24,8	29,76	4,96	16,67	7
17	14/07/15	05/08/15	84,8	96,73	11,93	12,33	11
18	05/08/15	25/08/15	38,6	44,12	5,52	12,51	9
19	25/08/15	09/09/15	56,0	69,57	13,57	19,50	8
20	09/09/15	24/09/15	15,6	13,5	-2,10	-15,56	9
22	21/10/15	04/11/15	50,0	58,41	8,41	14,39	12
23	04/11/15	18/11/15	123,4	140,07	16,67	11,90	6
24	18/11/15	09/12/15	88,8	115,33	26,53	23,00	12

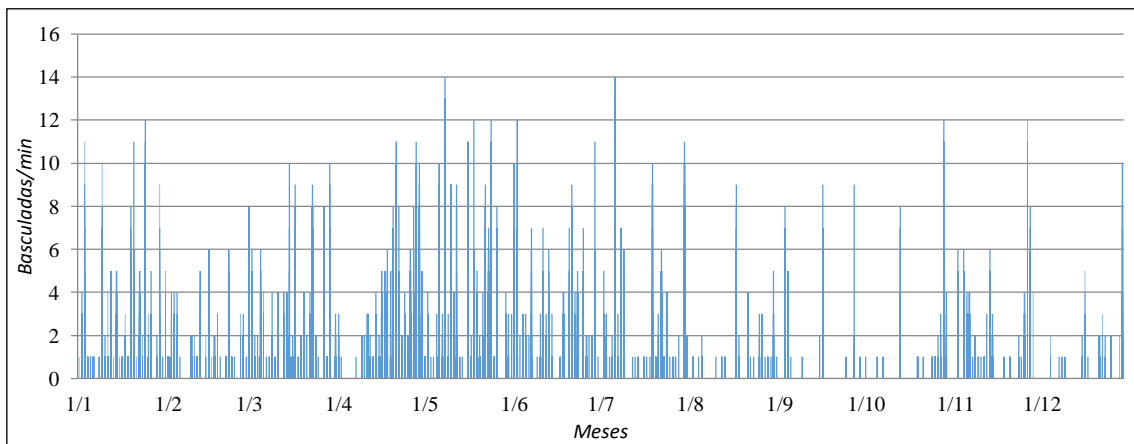
25	15/12/15	29/12/15	42,4	45,76	3,36	7,34	10
Somatório			1.692,6	1.959,86			

O resultado negativo da amostra 20, onde a altura do pluviômetro foi menor do que os registros do *TB*, ocorrência do mês de setembro, período de menor pluviosidade na região Central da Amazônia, resultando em menor frequência nos movimentos da balança. Pode ser resultante da compensação de intensidade aplicada na resolução do pluviógrafo, método comumente usado pelos fabricantes de instrumentos *TBs* para diminuir os erros em regiões de chuvas mais intensas (MANSANO *et al.*, 2015).

A análise contextual dos dados indica que as maiores diferenças nos registros ocorreram nos períodos de maior frequência de movimentos da balança, fato recorrente da maior intensidade pluviométrica.

Essa análise se confirma com a observação consoante da Tabela 1 e do gráfico da Figura 2, que apresenta a frequência de movimentos da balança por minuto ao longo do ano. A observação dos acumulados acima de 10 *tips*/min coincidem com as maiores diferenças entre os dados dos instrumentos.

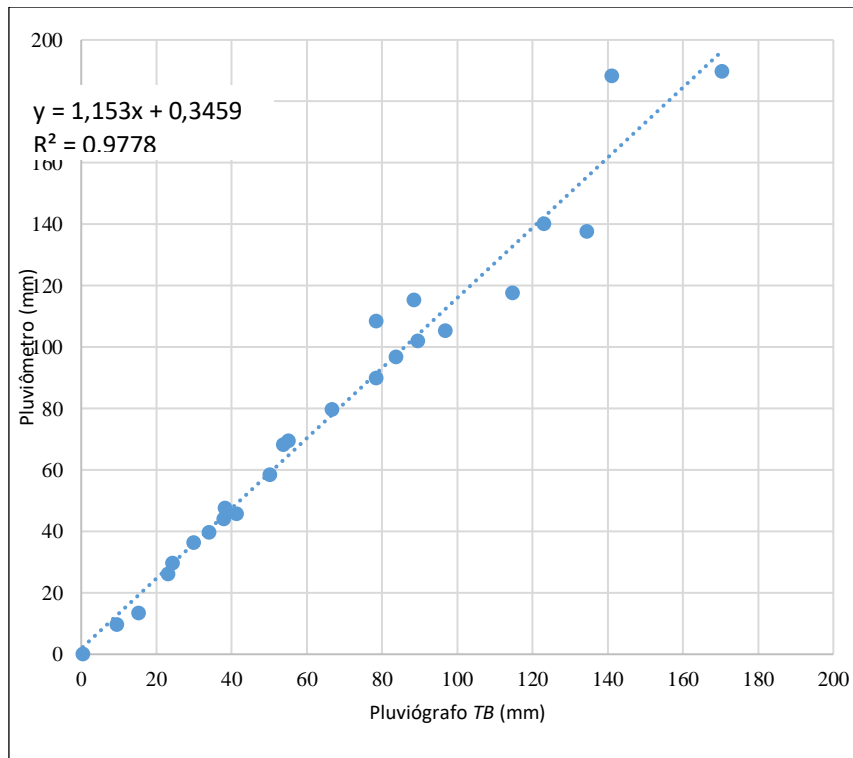
Figura 2: Frequência da balança por minuto em chuvas ao longo de 2015



A dissimetria entre os acumulados é de 15,79%. Embora os dados não tenham sido submetidos a nenhum tipo de correção, desperta atenção para a tendência de subestimação dos registros do pluviógrafo *tipping bucket*.

A média das diferenças é 11,14 *mm*, o desvio padrão é 9,77 *mm*, indicando que os pontos dos dados estão agrupados perto da média, uma característica de comportamento sistemático do instrumento *TB*, que pode ser co-observado pela correlação linear na Figura 3.

Figura 3: Correlação entre os dados pluviométricos



A estimativa de determinação de ajuste de 97,7% entre as amostras de ambos os medidores de chuva representa um resultado atenuado pela distribuição das diferenças menores. As maiores distâncias nos registros coincidem com as maiores frequências de movimentos da balança, indicação de maior intensidade pluviométrica, fato ocorrente em períodos de maior incidência de chuva, tanto em intensidade quanto em volume.

#### 4 CONCLUSÕES

O uso do pluviômetro como instrumento de comparação se mostrou viável neste caso para se observar as diferenças nos registros do pluviógrafo de sistema de balança, tais diferenças não inviabilizam as medidas registradas, mas indicam a necessidade de corrigi-las. A adoção de mais instrumentos para comparação pode ser útil na compreensão da variabilidade das diferenças nos registros dos *TBs*.

A diferença nos dados dos dois instrumentos, com ênfase para tendência de minoridade dos valores do *TB*, confirma as informações da bibliografia consultada, de que tais instrumentos tendem a apresentar dados subestimados das precipitações mais intensas. As medidas observadas precisam ser acessadas no intuito de promover sua correção, fato que pode ser feito com o conhecimento em laboratório dos erros pontuais desse equipamento.

**AGRADECIMENTO**

Os autores agradecem:

Ao Prof<sup>á</sup>gua, via Universidade do Estado do Amazonas, pelo apoio e participação;

Á Coordenação de Pesquisas Hidrológicas (CPH), do Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA), pelos dados disponibilizados para o estudo.

**REFERÊNCIAS**

BRAGA, S. M.; FERNANDES, C. V. S. (2007). Performance de sensores de precipitação do tipo 'tipping bucket' (báscula) - um alerta para a ocorrência de erros. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 12, pp. 197-204.

EXPERIMENTO DE GRANDE ESCALA DA BIOSFERA-ATMOSFERA DA AMAZÔNIA. Plano Científico - LBA2. Disponível em [http://lba2.inpa.gov.br/media/arquivos\\_lba/pdfs/LBA\\_2\\_Plano\\_Cientifico\\_Portugues\\_Ago\\_2007.pdf](http://lba2.inpa.gov.br/media/arquivos_lba/pdfs/LBA_2_Plano_Cientifico_Portugues_Ago_2007.pdf). Acesso em 23 mar. 2017.

LA BARBERA, P.; LANZA, L. G.; STAGI, L. (2002). Tipping Bucket Mechanical Errors and their Influence on Rainfall Statistics and Extremes. *Water Science and Technology*, 45, n. 2, pp. 1-10.

LANZA, L.G.; STAGI, L. (2006). On the quality of tipping-bucket rain intensity measurements. *Proc. WMO Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation (TECO-2006)*, Geneva, Switzerland, 4-6 December 2006 (published on CD-ROM as WMO REP. No. 94 — WMO/TD-No. 1354)

MANSANO, M. V.; CRIVELARI, R. M.; REDA, A. L. de L.; DURO, M. A. S. (2015). Calibração de Pluviômetros de Báscula: Metodologia para Análise e Correção de Dados de Campo. In *Anais do 15<sup>th</sup> Proceedings of Safety, Health and Environment World Congress*, Porto, Jul. 2015, pp. 142-146.

SENTELHAS, P. C.; CARAMORI, P. H. (2002). Inconsistências na medida da chuva com pluviômetros de báscula utilizados em estações meteorológicas automáticas. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 10, n. 2, pp. 301-304.

SILVA, J.S., “Altimetria Espacial Aplicada aos Estudos de Processos Hídricos em Zonas Úmidas da Bacia Amazônica”, Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

WMO. *Guide to meteorological instruments and methods of observation*. Geneva, World Meteorological Organization, 2010.