

## **PERFORMANCE DE PLUVIÓGRAFOS DE BÁSCULAS “TIPPING BUCKET” SOB CHUVA SIMULADA**

**LUCIANA SHIGIHARA LIMA<sup>1</sup>; FERNANDO NOGUEIRA AGUAS<sup>2</sup>; GUILHERME  
KRUGER BARTELS<sup>3</sup>; REGINALDO GALSKI BONCZYNSKI<sup>4</sup>; GUILHERME  
ALEXANDRE WECKER<sup>2</sup>; GILBERTO LOGUERCIO COLLARES<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Engenharia Hídrica, CDTec, UFPel, Bolsista PBIP– lushilima@gmail.com

<sup>2</sup>Engenharia Hídrica, CDTec, UFPel - fernandoaguas93@gmail.com; gwecker@gmail.com

<sup>3</sup>Engº Agrônomo, Mestrando em Recursos Hídricos, CDTec, UFPel - guilhermebartels@gmail.com.

<sup>4</sup>Técnico em Hidrologia, Engenharia Hídrica, CDTec, UFPel – rbonczynski@gmail.com.

<sup>5</sup>Professor, Doutor, Engenharia Hídrica, CDTec, UFPel, Pelotas – collares@ufpel.edu.br.

### **1. INTRODUÇÃO**

A determinação de índices pluviométricos para análise do comportamento do ciclo hidrológico em uma determinada região depende principalmente de uma boa base de dados de precipitação, coletados por instrumentos de medição que sejam confiáveis. Os equipamentos que medem a precipitação são chamados de pluviômetros ou pluviógrafos, a diferença entre eles está no registro dos dados. Enquanto o pluviômetro mede apenas a precipitação total de uma determinada chuva ou de um intervalo de tempo entre medições, expressando a altura da chuva e o pluviógrafo registra a precipitação no decorrer do tempo, possibilitando a obtenção de valores detalhados dos eventos, tais como a intensidade.

Os pluviômetros dependem de um operador que realiza a leitura da precipitação em horários específicos do dia, enquanto que a maioria dos pluviógrafos possui um mecanismo registrador contínuo e automático, não necessitando de frequência de operador. Na utilização do pluviógrafo, a atividade do operador se restringe as visitas à estação para eventuais manutenções e coleta de dados armazenados, em espaçamentos maiores de tempo (definidos pela memória do registrador de dados).

Existem diversas metodologias para obtenção de dados de precipitação, porém o conjunto apresentado neste trabalho será o pluviógrafo de básculas (“tipping bucket”) ligado a um “datalogger”, que é a memória do conjunto, nele é que serão registrados e gravados os dados para posterior coleta e análise. Ao realizar uma “basculhada”, o equipamento marca um pulso elétrico, que é registrado no datalogger, sendo transformado em precipitação no tempo, através do volume de cada báscula e do relógio do equipamento (SOUZA; SOBRINHO, 2005).

Observa-se que este sistema apresenta precisão razoável para chuvas de pouca intensidade e é sabido que o desempenho destes equipamentos varia conforme a intensidade da precipitação (NYSTUEN, 1999; HABIB et al. 2001).

O interesse pelo desempenho dos pluviômetros de báscula vem aumentando devido à sua ampla utilização em estações automáticas e, também pela necessidade de se obter informações mais precisas (LA BARBERA et al. 2002; SEVRUK, 2002; GORDON, 2003).

Ao realizar medições para obter dados, procura-se que estes sejam precisos e o mais próximo à realidade medida. Para isso, é de fundamental importância que o equipamento utilizado esteja registrando com fidelidade, precisão e exatidão os dados de chuva, e para comprovar, estes devem ser calibrados e aferidos antes de sua instalação.

## 2. METODOLOGIA

Foi avaliado o desempenho de pluviômetros de três marcas distintas, aqui definidas como A, B e C. Na Figura 1 pode ser observado um esquema de funcionamento do pluviômetro de balança. Os testes foram realizados em laboratório, através de um sistema em que consistia em verter um volume constante sobre o pluviômetro. Sob o pluviômetro instalou-se um recipiente que coletava toda a água que passava por ele. Com os dados de volume escoado e a área do pluviômetro, pode-se determinar a precipitação através da equação 1. Com o registro do tempo determina-se a intensidade de precipitação (Equação 2). Através do registro de dados coletados pelo pluviômetro, e sabendo que a cada “basculhada”, registra-se um pulso equivalente a 0,2mm, calcula-se o volume registrado e compara-se ao volume coletado no recipiente, medindo a massa de água coletada. Com os dados de precipitação registrada e precipitação real estima-se o erro relativo (Equação 3).

$$P = \frac{\text{Volume}}{\text{Área}} \quad \text{Equação 1}$$

$$I = \frac{\text{Precipitação}}{\text{Tempo}} \quad \text{Equação 2}$$

$$ER = \frac{(\text{Preg} - \text{Preal})}{\text{Preal}} \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

Onde: P: precipitação (mm); V: volume (litros); A (m<sup>2</sup>); I (mm.h<sup>-1</sup>); ER: Erro Relativo (%); Preg (Precipitação registrada – mm); Preal (precipitação real – mm).

Segundo recomendações da World Meteorological Organization (WMO), o erro relativo para pluviômetros de balanças deve estar no intervalo de ±5% (WMO, 2006).

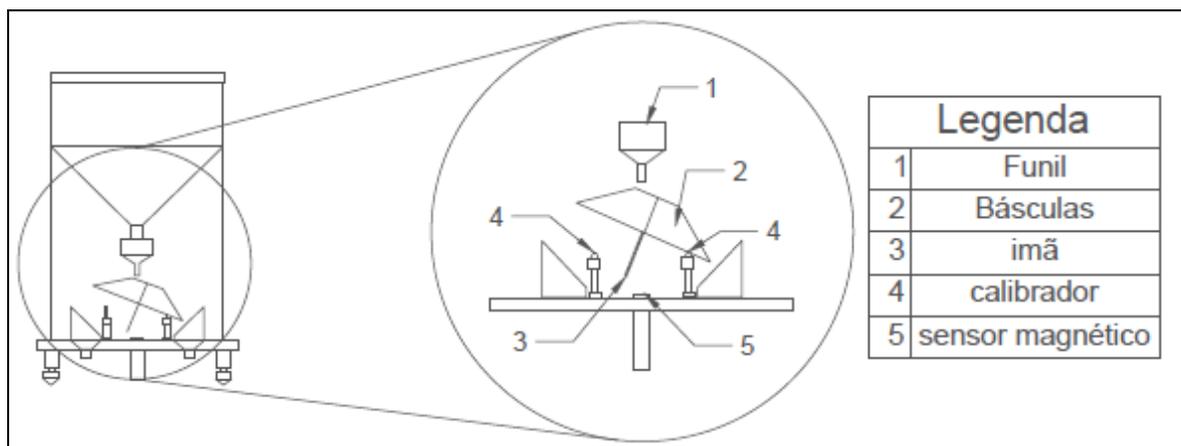


Figura 1. Esquema descritivo de um pluviômetro de balança.

Na realização dos testes de aferição, foi utilizada uma balança de precisão, marca Shimadzu modelo UX6200H, com precisão de duas casas decimais, cronômetro, datalogger da marca CAMPBELL, bureta ligada a um reservatório através de um sifão e recipiente de coleta.

O objetivo da bureta é o de simular diferentes intensidades de precipitação, controlado pela abertura do registro e o gotejamento constante ao longo dos experimentos.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes nos pluviógrafos A, B e C consistiram em realizar 25 precipitações simuladas para cada pluviógrafo com duração de 5 minutos cada, em diferentes intensidades, gerando os resultados resumidos na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo dos testes realizados.

Pluviógrafo	Área (m <sup>2</sup> )	Intensidade (mm h <sup>-1</sup> )			ER (%)		
		Mínimo	Máximo	Média	Médio	DP	CV (%)
A	0,031	10,08	293,63	67,16	-4,12	0,76	-18,43
B	0,021	52,68	233,86	98,25	-2,93	8,45	-288,17
C	0,031	23,26	183,02	70,84	4,86	5,83	119,95

ER: Erro Relativo; DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação

Segundo os testes realizados, observamos que o erro relativo (ER) para os pluviógrafos A e B apresentou valor menor que zero, indicando que em médias estes subestimam a precipitação de acordo com VASVÁRI, 2005. O pluviógrafo C, ao contrário superestimou, em média, os eventos de precipitação. O pluviógrafo B apesar de apresentar, em média, o menor ER foi aquele que apresentou o maior coeficiente de variação, conforme expresso na Figura 2, que representa a relação da intensidade real e o erro relativo. Os pontos entre as linhas tracejadas ( $\pm 5\%$ ) estão dentro dos padrões recomendados pela WMO, ou seja, a variação dentro destas linhas está dentro das incertezas aceitas pela WMO.

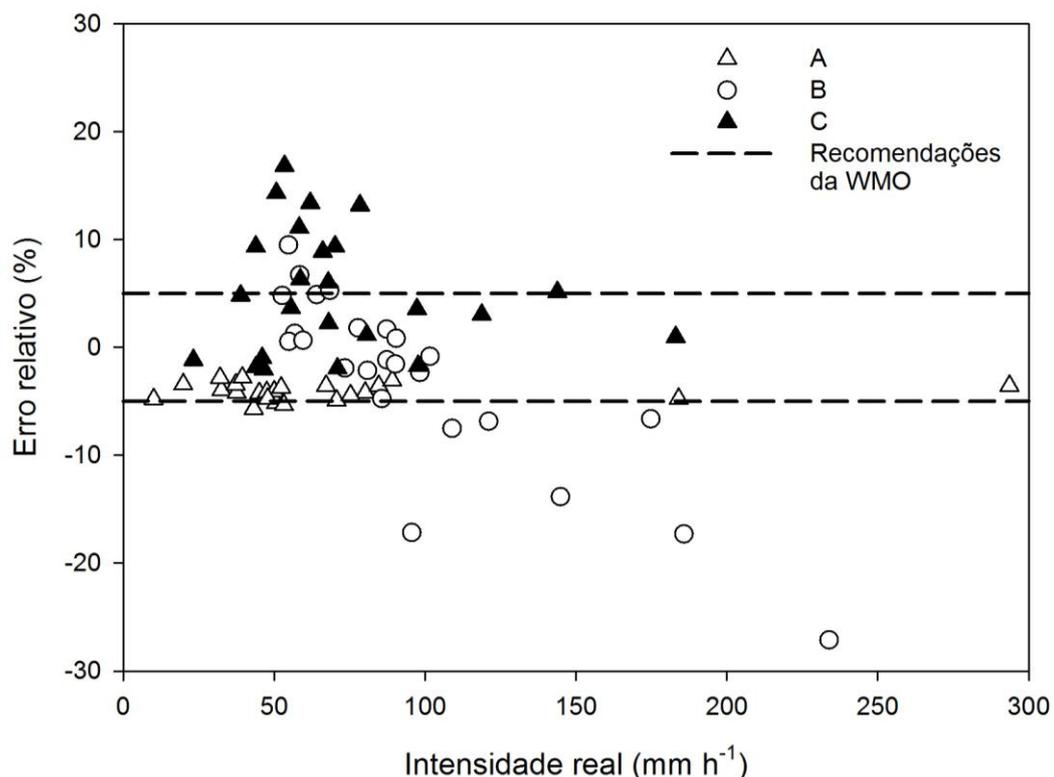


Figura 2. Erro relativo versus intensidade real.

O Pluviógrafo A foi o que apresentou melhor comportamento com a variação da intensidade, visto que apenas três eventos resultaram em valores superiores a 5%. No entanto o pluviógrafo B apresenta certa tendência a apresentar erros com o aumento da intensidade, sendo isto observado em vários trabalhos (MARSALEK, 1981; NYSTUEN, 1999 e HABIB et al. 2001). Enquanto que o pluviógrafo C demonstrou erros acima do permitido, porém não segue uma tendência ao erro devido à intensidade, como encontrado em B.

#### 4. CONCLUSÕES

Através da análise dos resultados, observou-se que o pluviógrafo A foi aquele que apresentou melhores resultados. No caso do pluviômetro B, observou-se que houve maior variação entre o valor real e o valor medido, em eventos que apresentaram maiores intensidades de precipitação. Considerando as análises, recomenda-se testar quaisquer pluviógrafos antes de colocá-los em funcionamento, realizando a devida calibração. Deve-se observar também o comportamento no decorrer do tempo de operação. Cabe ressaltar que outros estudos e testes deverão ser realizados para confirmar a relação entre o erro e o valor medido, a fim de observar a tendência e a relação entre os erros e a intensidade da precipitação.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GORDON, J.D. **Evaluation of Candidate Rain Gages for Upgrading Precipitation Measurement Tools for the National Atmospheric Deposition Program**. Water Resources Investigations Report 02-4302 USGS, 2003.
- HABIB, E.; KRAJEWSKI, W.F.; KRUGER, A. Sampling Errors of Tipping-Bucket Rain Gauge Measurements. **Journal of Hydrologic Engineering**, v.6, n.2, p. 159-166, 2001.
- LA BARBERA, P.; LANZA L.G.; STAGI, L. **Tipping Bucket Mechanical Errors and their Influence on Rainfall Statistics and Extremes**. Water Science and Technology, v.45, n.2, p.1-10, 2002.
- MARSALEK, J. **Calibration of the Tipping-Bucket Raingage**. Journal of Hydrology, v.53, p.343-354, 1981.
- NYSTUEN, J.A. **Relative Performance of Rain Gauges Under Different Rainfall Conditions**. Journal of Atmospheric and Ocean Technology, v.16, p.1025-1043, 1999.
- SEVRUK, B. **WMO Questionnaire on Recording Precipitation Gauges: State-Of-The-Art**. Water Science and Technology, v.45, n.2 p.139-145, 2002.
- SOUZA, P. K. De; SOBRINHO, M. D. **Instrumentos de Medida e sistemas de Instrumentação – Apostila**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas (UFRGS) e Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP), 2005
- VASVÁRI, V. Calibration of tipping bucket rain gauges in the Graz urban research area. **Atmospheric Research**, v.77. p.18-28., 2005.
- WMO. **WMO Laboratory Intercomparison of Rainfall Intensity Gauges**. Instruments and observing methods report no. 84, 2006.