

ANÁLISE DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA PARTICULAR EM RELAÇÃO AOS DADOS DA REDE PÚBLICA

Gabriel Rodrigues Barreto¹ ; Adriano Augusto de Miranda²

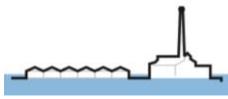
RESUMO – As inundações são um problema recorrente no Brasil, um agravante do problema é a falta de dados sobre as precipitações, esse fator agravante pode ser atenuado através do uso de estações pluviométricas particulares. Muitas estações possuem falhas em seus dados que devem ser corrigidas para que possam ser utilizadas e alguns dados não são confiáveis para serem usados como base para planejamento de medidas de proteção contra inundações, examinando uma estação particular e utilizando o método da ponderação regional para corrigir suas falhas, foi possível analisar sua confiabilidade através de comparação com estações de órgãos públicos que se encontravam na mesma região. Mesmo fazendo correções nos dados e considerando a diferença percentual descrita pelo fabricante para o modelo da estação particular os valores em relação aos dados da estação pública se encontram em 89% dos meses com diferenças acima da descrita, com base nisso os dados não são confiáveis. Para que se possa entender se esse é um caso isolado ou outras estações particulares também não são recursos confiáveis é necessário um estudo complementar.

ABSTRACT – As floods are a recurring problem in Brazil, a serious problem is the lack of data on rainfall, this aggravating factor can be mitigated by the use of private rain gauge. Many stations have flaws in their data that must be corrected before they can be used and some data is not used for use as a basis for planning flood protection measures, examining a specific station and using the regional weighting method to its flaws, it was possible to analyze its use by comparing it with public agency stations that were found in the same region. Even making corrections to the data and considering a percentage difference, the manufacturer's use for the particular station model or the values about the public station data are displayed in 89% of the months with differences above the statistics, based on the data not they're used. To understand whether this is an isolated case or other particular stations are also not necessary resources, a complementary study is necessary.

Palavras-Chave – Pluviômetro, pluviômetro particular, pluviômetro de rede pública.

¹) Pontifícia Universidade Católica do Paraná, graduando em engenharia civil, gabrielbarreto1998@gmail.com

²) Pontifícia Universidade Católica do Paraná, mestre em Recursos Hídricos e Ambiental, adriano.augusto@puccpr.br



INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil as inundações são um problema bem comum no cotidiano das pessoas, sendo responsável por grande parte dos mortos e perdas patrimoniais em desastres naturais no Brasil. Segundo Monteiro e Kobiyama (2014), para se minimizar os desastres é necessário realizar o mapeamento de risco de inundações, mas existe falta de dados sobre o clima o que inclui a falta de dados sobre precipitação.

Com base nesse problema, o objetivo desse trabalho é o exame e a correção dos dados de uma estação pluviométrica particular, para que se possa determinar se os dados desse tipo de aparelho são confiáveis para se realizar as análises necessárias para o planejamento de medidas de proteção contra inundações, como esclarecido por Back *et al*(2017) a identificação de possíveis alterações nos registros meteorológicos é de grande importância para os estudos de engenharia pois tanto simulações quanto teorias estatísticas de probabilidade levam em conta que os dados devem ser homogêneos .

METODOLOGIA

Todos os dados recolhidos das estações pluviométricas se encontram dentro do estado do Paraná e segundo o Instituto das Águas do Paraná dentro da área de influência da bacia de Balsa Nova.

Para que se pudessem analisar os dados, foi necessário decidir qual seria a referência para a verificação de proximidade com a realidade da precipitação na região, como o estudo foi realizado na região de Curitiba no Paraná e o órgão INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) possui uma estação meteorológica instalada dentro da cidade essa foi escolhida como referência.

Como era crucial se encontrar uma estação pluviométrica particular na mesma região que possuísse dados referentes às chuvas, foi utilizado como caso de estudo uma estação meteorológica com essa qualidade no bairro Ahú dentro de Curitiba, logo após isso, 3 anos e 2 meses de dados foram recolhido de ambas as fontes citadas e os devidos ajustes necessários foram realizados, alguns dos dados de cada estação estavam em falta por isso foi utilizado o método de ponderação regional que possibilitou o preenchimento dos valores faltantes, esse método possui a seguinte equação:

$$y = \frac{1}{3} \left[\frac{x_1}{x_{m1}} + \frac{x_2}{x_{m2}} + \frac{x_3}{x_{m3}} \right] y_m \quad (1)$$

y = Precipitação do posto a ser estimada (mm);

x1, x2, x3 = Precipitações correspondentes das estações vizinhas em relação ao mês que se quer preencher;

xm1, xm2, xm3 = Precipitações médias das estações vizinhas;



ym = Precipitação média da estação que se quer preencher.

Para garantir que os dados obtidos estavam de acordo com a realidade da precipitação da região foram recolhidos também dados das mesmas datas em diferentes estações pluviométricas espalhadas pela região que foram armazenados pelo SIMEPAR e que contribuíram para melhorar a precisão do método.

A estação particular em estudo é um equipamento importado e por isso seus dados se encontram em polegadas que é o sistema de medição americano, foi necessário se fazer a transformação desses dados para o sistema de unidades utilizado no Brasil, foram recolhidos dados diários que para poderem ser analisados foram transformados em valores mensais. Depois de todo esse tratamento para adequar os dados, para que se pudessem analisar os dados da estação foram usados às precipitações médias de cada uma dessas estações, o método da dupla massa desenvolvido pelo Geological Survey (USA), o erro percentual de cada uma delas em relação à precipitação média da estação de referência e foram criados gráficos de comparação para facilitar o exame dos dados.

Os dados também foram examinados para descobrir se a diferença entre as estações era maior do que a descrita pelo fornecedor da estação privada, existe um erro percentual ligado ao posicionamento da estação meteorológica e as redondezas dessa posição, o local em que a estação foi posicionada foi visitado e conforme o guia de instrumentos meteorológicos e métodos de observação da organização meteorológica mundial foi examinado o erro que esse posicionamento poderia acarretar aos dados recolhidos.

RESULTADOS

Os dados que primeiro foram recolhidos foram os da estação de referência na área de estudos, a estação possui os seguintes dados:

Tabela 1 - Dados da estação pluviométrica do INMET

Estação INMET											
jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17
114,3	172,3	95	172,1	102,7	76	191,2	86,7	40	69	88,1	181,3
jul/17	ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18
7,8	92,9	36,2	212,2	129,4	144,8	371,9	96,8	327,6	23,2	27,4	
jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19
	46,9	58,4	250,2	57,3	114,7	190,6	301,2	67,4	119,3	206	123,1
jul/19	ago/19										
12,4	35,5										



XIII Encontro Nacional de Águas Urbanas

Outubro/2020 – Porto Alegre/RS

Dois meses de dados da estação como pode se ver na tabela 1 não possuíam dados, para completar essas falhas foram recolhidos os dados de outras estações próximas que foram utilizadas para melhorar o método de ponderação regional, todas as estações utilizadas se encontram na tabela 2:

Tabela 2 - Estações pluviométricas

Pluviômetro	Código	Latitude	Longitude	Altitude
Estação INMET	83842	-25,45	-49,23	923,25
Estação privada - Ahú	-	-25,4	-49,26	930,86
Mandirituba - Copel	2549062	-25,77	-49,32	920
Quatro Barras	2549042	-25,37	-49,07	936
Colombo - Copel	2549090	-25,29	-49,23	977

Alguns dados de cada uma das estações também estavam em falta o mesmo método foi utilizado para que se pudesse encontrar o valor mais próximo da realidade, após os ajustes se chegou aos resultados descritos na tabela 3 para os meses em falta da estação do INMET:

Tabela 3 - Dados descobertos pelo método de ponderação regional

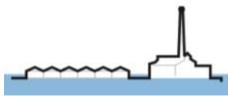
Jun/2018	Jul/2018
49,35522	4,498301

Após encontrar os valores que faltavam em cada estação, foi o momento da estação pluviométrica do Ahú ser examinada, os seus dados recolhidos estavam em polegadas e foram transformados em milímetros e são os seguintes:

Tabela 4 - Dados recolhidos da estação privada

Estação Ahú											
jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17
1,016	2,286	3,048	27,178	85,09	101,854	226,568	81,534	33,02	2,286	1,016	2,42914
jul/17	ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18
1,27	0,762	2,54	10,6806	108,204	257,048	248,288	87,122	125,73	0	0,254	2,032
jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19
1,27	3,048	73,914	313,976	190,715	123,698	375,92	202,946	54,2943	126,492	196,088	31,496
jul/19	ago/19										
21,59	77,724										

Depois de recolhidos os dados era necessário descobrir qual o valor do erro possível que estaria acumulado nesses dados, com o modelo da estação pluviométrica que era WS-1400-IP, foi possível



XIII Encontro Nacional de Águas Urbanas

Outubro/2020 – Porto Alegre/RS

encontrar seus detalhes, segundo o fabricante o erro percentual de uma leitura deveria ser de aproximadamente 10 %.

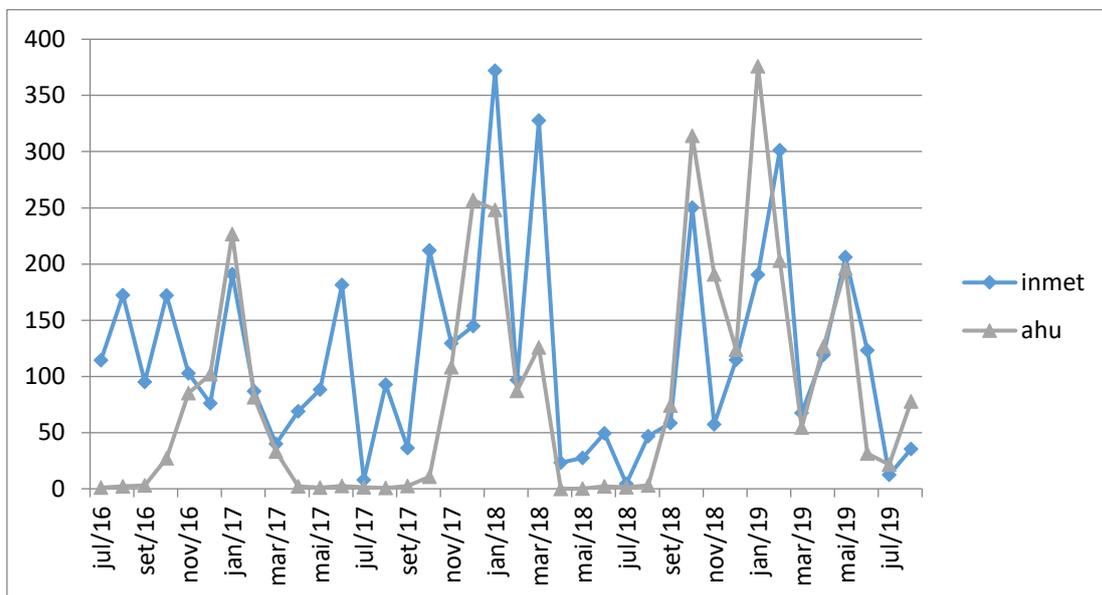
Recolhidos os dados e completados foi verificado o erro percentual entre as precipitações de cada mês, que revelaram o seguinte resultado:

Tabela 5 - Erro percentual mensal

Erro percentual											
jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17
99%	99%	97%	84%	17%	-34%	-18%	6%	17%	97%	99%	99%
jul/17	ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18
84%	99%	93%	95%	16%	-78%	33%	10%	62%	100%	99%	96%
jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19
72%	94%	-27%	-26%	-233%	-8%	-97%	33%	19%	-6%	5%	74%
jul/19	ago/19										
-74%	-119%										

Examinando os erros percentuais era possível notar uma diferença muito grande acima de 10% em mais de 89% dos dados, o próximo passo foi gerar um gráfico para que se conseguisse examinar visualmente a distribuição dos dados.

Gráfico 1- Precipitação INMET x Ahu.



Com a ajuda do gráfico foi possível verificar que os dados seguiam a mesma forma, estavam sujeitos às mesmas condições registrando precipitações mais altas nas mesmas épocas e registrando menores precipitações em épocas de menor precipitação.

Após examinar o gráfico visualmente, a precipitação média para cada estação foi calculada, e os seguintes resultados foram encontrados.



XIII Encontro Nacional de Águas Urbanas

Outubro/2020 – Porto Alegre/RS

Tabela 6 - Precipitação média e erro percentual.

	Precipitação média (mm)	Erro percentual (%)
INMET	117,01	0%
Ahú	84,33	27,93%

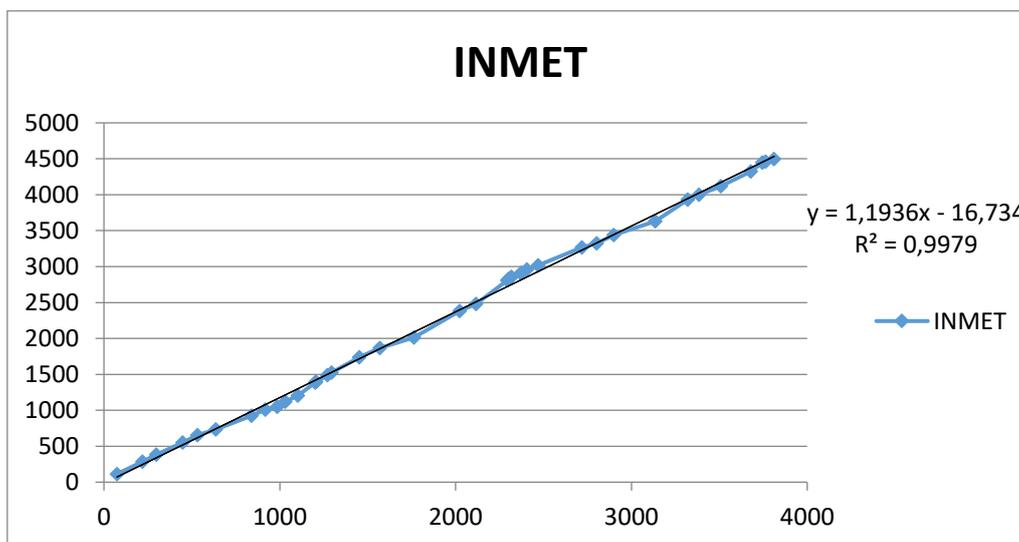
Considerando um erro de 10% que é descrito como sendo o erro percentual da estação e ajustando os valores para essa margem de erro com o objetivo de aproximar os valores, temos que o erro percentual diminui para:

Tabela 7 - Precipitação média e erro percentual corrigido.

	Precipitação média (mm)	Erro percentual (%)
INMET	117,01	0%
Ahú	92,76	20,73%

Utilizando o método da dupla massa, considerando a média acumulada dos dados recolhidos de todas as estações, foi possível gerar o seguinte gráfico para a estação do INMET.

Gráfico 2 - Relação entre precipitação acumulada da Estação INMET x Média das estações.



Examinando o gráfico é possível entender que pelo método da dupla massa essa é uma série histórica de dados sem inconsistências e observando o coeficiente R^2 de uma regressão linear podemos notar uma pequena variabilidade nos dados, utilizando o mesmo método para examinar os dados da estação no Ahú temos o seguinte resultado:

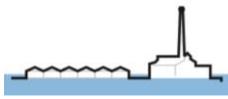
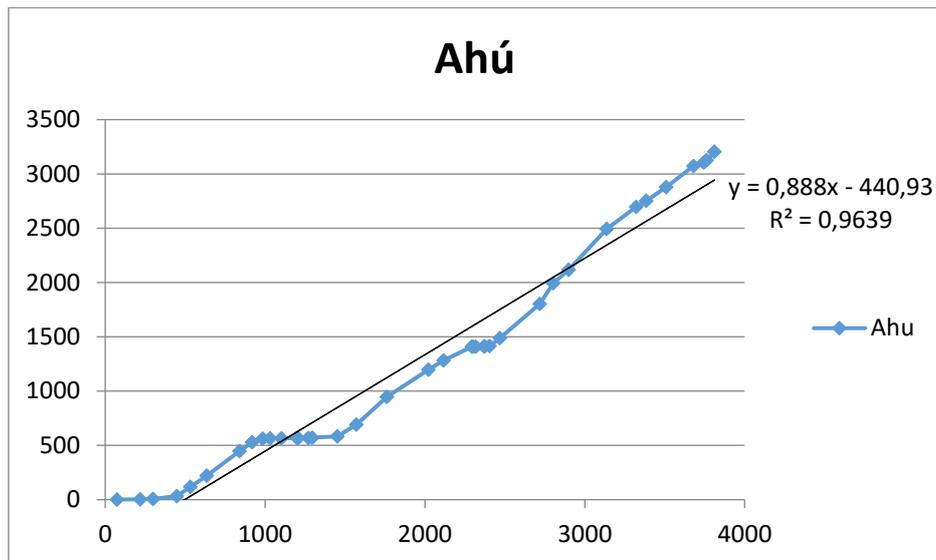


Gráfico 3 – Relação entre a precipitação acumulada da estação Ahú x Média das estações.



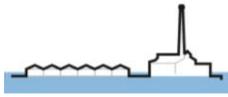
Examinando os dados utilizando o mesmo método utilizado no gráfico anterior, temos como resultado que pode haver erros de transcrição ou diferentes regimes acontecendo, em relação ao coeficiente R^2 pode-se notar uma variabilidade maior entre os dados da estação do Ahú.

Foi também examinado o local e a forma como a estação se encontrava instalada, indo até o local e retirando as medidas necessárias, o local pode ser visto na figura 1.



Figura 1 – Local da estação – Localização da estação pluviométrica particular

Com base no guia de instrumentos meteorológicos e métodos de observação da organização meteorológica mundial foi possível classificar o posicionamento da estação e o erro que essa forma



de instalação poderia acarretar nas medidas, com relação à medição da chuva esta estação pluviométrica visitada está a aproximadamente 2,3 metros em relação ao chão, o ângulo formado com os obstáculos mais próximos que são a casa e uma árvore no quintal são aproximadamente 22° e 14°. Baseado nas informações a relação entre as distâncias e alturas dos obstáculos se encontram dentro do intervalo de classificação da classe 1 para medição de precipitação descrita no manual. Equipamentos da classe 1 não possuem incerteza em seus dados relacionada a sua forma de instalação.

CONCLUSÃO

Os dados da estação em estudo que foram analisados mostraram uma variação em torno do valor real maior do que o valor indicado de pelo fabricante de 10 %, mesmo a precipitação média anual possui um erro superior ao descrito pelo fabricante, mesmo ajustando os dados conforme o erro possível à diferença entre o valor real e os dados passa muito do descrito, embora as precipitações indicadas sejam muito distantes da realidade da precipitação podem ser usadas para identificar os períodos de menor ou maior precipitação na bacia em que o aparelho foi instalado, essa diferença pode ser um caso isolado e pode estar relacionada a forma como o aparelho registra a precipitação ou a algum componente defeituoso em um estudo complementar com dados de mais estações particulares e de órgãos públicos poderia se identificar se o erro percentual da estação estudada é comum a outras estações do mesmo tipo, com base no que foi descoberto os dados da estação pluviométrica em estudo não são confiáveis para o uso em estudos de engenharia.

REFERÊNCIAS

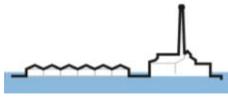
AGUASPARANÁ/SIMEPAR. Dados Horários das Estações Pluviométricas. Disponível em: <<http://www.simepar.br/aguasparana/relatorios/estacoes/horaria/pluviometricas.shtml>>. Acesso em: 8 de Setembro de 2019.

BACK, A. J. Et.al. Análise de tendências nas séries de precipitação das regiões hidrográficas de Santa Catarina. XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017.

INMET. Dados de precipitação diária da estação 83842 – Curitiba – Paraná. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/mapas_c_diario.php>. Acesso em: 21 de Setembro de 2019.

MONTEIRO, R.L.; KOBAYAMA, M.(2014). Influências da distribuição temporal de precipitação no mapeamento de inundação. Revista de Gestão de Água da América Latina, v.11, n.2, p. 25-35.

TUCCI, Carlos E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2013. 943 p. (Coleção ABRH de recursos hídricos ; v. 4) ISBN 978-85-7025-924-0 (broch.)



XIII Encontro Nacional de Águas Urbanas

Outubro/2020 – Porto Alegre/RS

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. 2014. ed. Geneva. 1166 p. ISBN 978-92-63-10008-5. p 34-35.