

ANÁLISE DE DADOS DE EVAPORÍMETRO DE PICHE: DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE E REGRESSÃO LINEAR

Pedro Igor Bezerra Batista¹; Marina Didier Amorim²; Willames de Albuquerque Soares³
P.I.B.B.; M.D.A.; W.A.S.

¹Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, pibb_pec@poli.br

²Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, marinadamorim@gmail.com

³Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, was@poli.br

RESUMO

A meteorologia utiliza de instrumentações para adquirir seus dados, dados de evaporação são comumente estimados pelo tanque Classe A e pelo evaporímetro de Piche. O comportamento de variáveis aleatórias meteorológicas pode ser representado através de modelos de distribuição de probabilidades. Nesta pesquisa, foram utilizados dados do Instituto de Meteorologia (INBET) com dados mensais de evaporação de piche além de outras variáveis relacionadas à hidrologia, ventos e temperaturas da cidade do Recife, Brasil. Para analisar o comportamento probabilístico dos dados da evaporação de piche, os dados foram agrupados e comparou-se o gráfico das frequências reais e estimadas ou parametrizadas. As distribuições utilizadas para análise e comparação foram Distribuição Normal, Distribuição Log-Normal, Distribuição Gama e Distribuição Weibull. Além disso, regressões lineares entre os dados de evaporação de piche e as demais variáveis fornecidas para mesma localidade foram realizadas. As distribuições de probabilidade, onde foram encontrados os melhores ajustes dos dados de evaporação do Piche e menor variação entre as estações do ano foram a distribuição Normal e LogNormal, sendo a LogNormal a que apresentou os resultados mais satisfatórios. Para encontrar uma equação para fornecer os dados de evaporação de piche foram usadas a covariância, correlação, VIF e a regressão linear. Os resultados foram bastante satisfatórios para três dos quatro trimestres e essas equações podem ser usadas para completar bancos de dados a partir da estimação dos valores ausentes.

PALAVRAS-CHAVE: evaporação, variável, distribuição de probabilidade, regressão linear.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo da meteorologia é aquisição de conhecimentos relativos ao tempo. Os fenômenos meteorológicos são estudados a partir de observações, experiências e métodos científicos de análise. As observações podem ser sensoriais ou instrumentais, quando realizadas com instrumentos meteorológicos. Estes instrumentos, adquirem dados meteorológicos como temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, evaporação, entre outros.

Segundo Pinto (1976), a perda por evaporação é a quantidade de água evaporada por unidade de área horizontal durante um certo intervalo de tempo. Essa grandeza é comumente medida em altura de líquido que se evaporou, suposto distribuído uniformemente pela área planimétrica e expressa em milímetros. A intensidade de evaporação é a velocidade com que se processam as perdas por evaporação. Pode ser expressa em mm/hora ou em mm/dia. Os equipamentos mais largamente utilizados são o tanque classe A e o evaporímetro de Piche.

O evaporímetro de Piche mede a evaporação, em mililitro ou milímetros de água evaporada. É constituído por um tubo cilíndrico, de vidro, de 25 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro. O tubo é graduado e fechado em sua parte superior; a abertura inferior é tampada por uma folha circular de papel de filtro padronizado fixada por capilaridade e pressionada por uma mola.

A extremidade inferior é tapada, depois de o tubo estar cheio com água destilada, com um disco de papel de filtro de 3 cm de diâmetro e 0,5 cm de espessura, que deve ser previamente molhado com água. A água destilada se evapora progressivamente pela folha de papel de filtro, e a diminuição do nível de água no tubo permite calcular a taxa de evaporação. A evaporação diária estimada pelo evaporímetro de Piche é obtida fazendo-se a diferença entre duas leituras consecutivas, o que representa a evaporação de uma superfície porosa e úmida, à sombra e quase totalmente livre da influência do vento (VILLELA, 1975).

No Brasil o evaporímetro de Piche ainda é muito usado, embora seu uso tenha sido abandonado, há décadas, em vários países.

O comportamento de variáveis aleatórias meteorológicas e hidrológicas são capazes de serem representadas através de modelos de distribuição de probabilidades. Variáveis hidrológicas e meteorológicas estão associadas a uma probabilidade de ocorrência. Na pesquisa em questão, a variável abordada é “evaporação de Piche”.

Para analisar dados meteorológicos, é necessário estabelecer a relação que existe entre estas as variáveis desses dados. Em muitos casos, não se conhece a relação existente entre estas variáveis, sendo necessário estudar o comportamento delas através da medição do grau de associação entre as mesmas.

Modelos matemáticos que usam variáveis similares conhecidas de uma mesma localidade para estimar uma variável sem dados ou dados incompletos são amplamente utilizados nas diversas engenharias.

Análise de regressão consiste na realização de uma análise estatística com o objetivo de verificar a existência de uma relação funcional entre uma variável dependente com uma ou mais variáveis independentes. Ou seja, consiste na obtenção de uma equação para explicar a variação da variável dependente (PATERNELLI, 2006).

O objetivo deste trabalho é efetuar uma análise comparativa entre diversas distribuições de probabilidade utilizadas em trabalhos, realizar para estas, testes de aderência e concluir à qual distribuição, os dados de evaporação de piche tornam-se melhor representados. Além disso, busca-se encontrar equações para estimar os dados de evaporação de piche, por estação

do ano, utilizando-se de dados de outras variáveis de ventos, temperaturas e hidrológicas da mesma localidade.

2 METODOLOGIA

Foram fornecidos dados obtidos no site do INBET – Instituto de Meteorologia através do BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. A estação escolhida para análise foi a estação Recife Curado – PE (OMN: 82900) e o período analisado dos dados foi de janeiro de 1991 a dezembro de 2014. No Quadro 1 podem ser observadas as variáveis utilizadas nesse trabalho.

Quadro 1 – Variáveis estudadas

EP	Evaporação do Piche
VVM	Velocidade do Vento Média
VVMM	Velocidade do Vento Máxima Média
EPBH	Evapotranspiração Potencial BH
ERBH	Evapotranspiração Real BH
IT	Insolação Total
NM	Nebulosidade Média
NDP	Número de Dias com Precipitação
PT	Precipitação Total
PAM	Pressão Atm Média (mbar)
TMM	Temp Máxima Média(°C)
TCM	Temp Compensada Média(°C)
TMM	Temp Mínima Média(°C)
URM	Umidade Relativa Média

2.1 Distribuição de Probabilidade

Foi realizada uma análise dos dados de evaporação de piche. Para analisar o comportamento da variável “evaporação do piche”, os dados foram agrupados trimestralmente, buscando-se agrupar dados com comportamento semelhante, aproximando esse trimestre com as estações do ano, como sugerido por Bacelar et al. (2011).

Foram selecionadas para análise e comparação as seguintes distribuições de probabilidade, baseando-se nos resultados obtidos por Muchuru et al. (2015) e Assis e Souza (2013): Distribuição Normal, Distribuição Log-Normal, Distribuição Gama e Distribuição Weibull. As distribuições escolhidas foram baseadas de acordo com a revisão de literatura, sendo elas as mais utilizadas na descrição da evaporação e na evapotranspiração, onde os dados apresentam comportamento semelhante. Para testar a aderência às distribuições de probabilidades, seguiu-se o realizado por Muchuru et al. (2015), onde os autores utilizam os testes KS (Kolmogorov-Smirnov), QQ (Qui quadrado) e AD (Anderson-Darling).

De acordo com Arruda & Barroso (1984) o valor da evaporação, em geral, não é facilmente disponível. Portanto, uma alternativa para resolver o problema seria utilizar dados da evaporação de períodos consecutivos (estações). Os autores agruparam os dados em séries

mensais, as quais apresentaram distribuição normal com valores de coeficiente de assimetria apresentando-se muito próximos de zero, sugerindo simetria da curva em torno do valor de tendência central.

Muchuru et. al (2015) apresenta dados de séries de evaporação, níveis de água de lagos e precipitações para determinar funções de distribuições de probabilidades. No entanto, para as séries de evaporação mensal por temporada, os autores, apresentam, ainda, uma tabela contendo um ranking com as distribuições utilizadas e o resultado de seus testes de aderência.

Para realização da distribuição de classes, ajuste as distribuições de probabilidade, bem como os testes de aderência, gráficos e tabelas foram utilizados os softwares MS Excel 2016 e o MiniTab 3.1.

2.2 Regressão Linear

O estudo da variável “evaporação de piche” teve sequência com a análise de regressão das demais variáveis fornecidas para obter uma equação que a estimasse a partir das variáveis que mais influenciam seus valores.

Haja vista a característica similar da maioria das variáveis e sua relação natural com a evaporação, foram realizados testes de regressão para dez variáveis fornecidas. A retirada de variável PAM – Pressão atmosférica média, EPBH – Evaporação Potencial BH e ERBH – Evaporação Real BH foi necessária devido à ausência de dados suficientes para realizar as regressões de forma significativa para o intervalo (trimestral) definido.

Agruparam-se todas as variáveis para o intervalo trimestral, com o primeiro mês sendo dezembro, assim como foi feito para a distribuição de probabilidade.

Foram realizados testes entre todas as variáveis selecionadas entre si: covariância, correlação e VIF – Fator de Inflação da Variância. Após essa triagem das variáveis, as restantes foram agrupadas e as análises de regressão iniciaram-se usando-se o software MS Excel®.

As regressões se deram por um processo iterativo, onde a partir da análise do erro padrão e do R^2 ajustado, as variáveis com valor-p (nível descritivo) mais insatisfatório (acima de 0,1) eram retiradas uma a uma, e uma nova regressão era realizada, buscando-se encontrar as variáveis que melhor representassem a evaporação de piche para cada trimestre, através de uma equação linear.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Distribuição de probabilidade

Os dados de evaporação do Piche mensal agrupados em classes, bem como suas frequências relativas, percentuais e acumuladas são apresentadas nas Tabelas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 01. Frequências para os dados de evaporação do piche os meses de dezembro, janeiro e fevereiro

<i>Tabela de Frequências - Dezembro, Janeiro e Fevereiro (1991 -2014)</i>						
<i>Classe</i>	<i>Frequência</i>	<i>Freq. Rel.</i>	<i>Freq. Perc.</i>	<i>Freq. Acum.</i>	<i>Densidades</i>	<i>Ponto Médio</i>
[69,3 ; 100,3167)	9	0,12	12,5	12,5	0,004030	84,808
[100,3167 ; 131,3333)	20	0,28	27,78	40,28	0,008956	115,825
[131,3333 ; 162,35)	17	0,24	23,61	63,89	0,007612	146,842
[162,35 ; 193,3667)	17	0,24	23,61	87,5	0,007612	177,858
[193,3667 ; 224,3833)	6	0,08	8,33	95,83	0,002687	208,875
[224,3833 ; 255,4)	3	0,04	4,17	100	0,001343	239,892

Tabela 02. Frequências dos dados de evaporação do piche para os meses de março, abril e maio

<i>Tabela de Frequências - Março, Abril e Maio (1991-2014)</i>						
<i>Classe</i>	<i>Frequência</i>	<i>Freq. Rel.</i>	<i>Freq. Perc.</i>	<i>Freq. Acum.</i>	<i>Densidades</i>	<i>Ponto Médio</i>
[46,6 ; 70,0167)	14	0,19	19,44	19,44	0,008304	58,308
[70,0167 ; 93,4333)	17	0,24	23,61	43,06	0,010083	81,725
[93,4333 ; 116,85)	24	0,33	33,33	76,39	0,014235	105,142
[116,85 ; 140,2667)	6	0,08	8,33	84,72	0,003559	128,558
[140,2667 ; 163,6833)	8	0,11	11,11	95,83	0,004745	151,975
[163,6833 ; 187,1)	3	0,04	4,17	100	0,001779	175,392

Tabela 03. Frequências dos dados de evaporação do piche para os meses de junho, julho e agosto

<i>Tabela de Frequências - Junho, Julho e Agosto (1991 -2014)</i>						
<i>Classe</i>	<i>Frequência</i>	<i>Freq. Rel.</i>	<i>Freq. Perc.</i>	<i>Freq. Acum.</i>	<i>Densidades</i>	<i>Ponto Médio</i>
[36,4 ; 56)	6	0,08	8,33	8,33	0,004252	46,200
[56 ; 75,6)	22	0,31	30,56	38,89	0,015590	65,800
[75,6 ; 95,2)	17	0,24	23,61	62,5	0,012046	85,400
[95,2 ; 114,8)	16	0,22	22,22	84,72	0,011338	105,000
[114,8 ; 134,4)	8	0,11	11,11	95,83	0,005669	124,600
[134,4 ; 154)	3	0,04	4,17	100	0,002126	144,200

Tabela 04. Frequências dos dados de evaporação do piche para os meses de setembro, outubro e novembro

<i>Tabela de Frequências - Setembro, Outubro e Novembro (1991 -2014)</i>						
<i>Classe</i>	<i>Frequência</i>	<i>Freq. Rel.</i>	<i>Freq. Perc.</i>	<i>Freq. Acum.</i>	<i>Densidades</i>	<i>Ponto Médio</i>
[62,3 ; 101,6667)	8	0,11	11,11	11,11	0,002822	81,983
[101,6667 ; 141,0333)	26	0,36	36,11	47,22	0,009173	121,350
[141,0333 ; 180,4)	25	0,35	34,72	81,94	0,008820	160,717
[180,4 ; 219,7667)	11	0,15	15,28	97,22	0,003881	200,083
[219,7667 ; 259,1333)	1	0,01	1,39	98,61	0,000353	239,450
[259,1333 ; 298,5)	1	0,01	1,39	100	0,000353	278,817

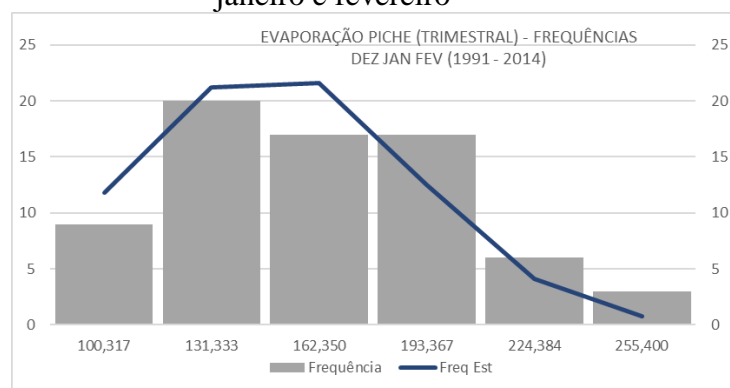
A distribuição Normal dos dados resultou em valores satisfatórios de frequências estimadas, sobretudo para os meses do verão (dezembro, janeiro e fevereiro) (Figura 1), onde nos testes QQ e KS obtiveram-se valores das estatísticas abaixo dos valores críticos estipulados para uma confiança de 10%. E, no teste AD, resultando em uma estatística também de valor baixo. Os meses referentes à primavera (setembro, outubro, novembro) obtiveram maus resultados quanto ao ajuste à distribuição normal. Nos outros dois trimestres, o ajuste foi razoável, sendo aderido pelo teste KS e não aderido pelo teste QQ. Na Tabela 5, observa-se um resumo dos valores dos testes realizados para aderência à distribuição Normal.

Tabela 05. Resumo das estatísticas obtidas com os testes para distribuição Normal QQ, KS e AD

TESTE DISTRIBUIÇÃO NORMAL	Dezembro	Março	Junho	Setembro
ESTATÍSTICAS	Janeiro	Abril	Julho	Outubro
	Fevereiro	Maior	Agosto	Novembro
QQ	3,76	10,36	3,39	18,84
KS	0,081	0,156	0,049	0,203
AD	0,280	0,982	0,251	0,469

Na Figura 1, é possível observar um gráfico das frequências real e estimada, percebe-se, o ajuste à normalidade presente nos dados de evaporação para o trimestre de verão.

Figura 1. Frequência real e estimada pela distribuição Normal para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro



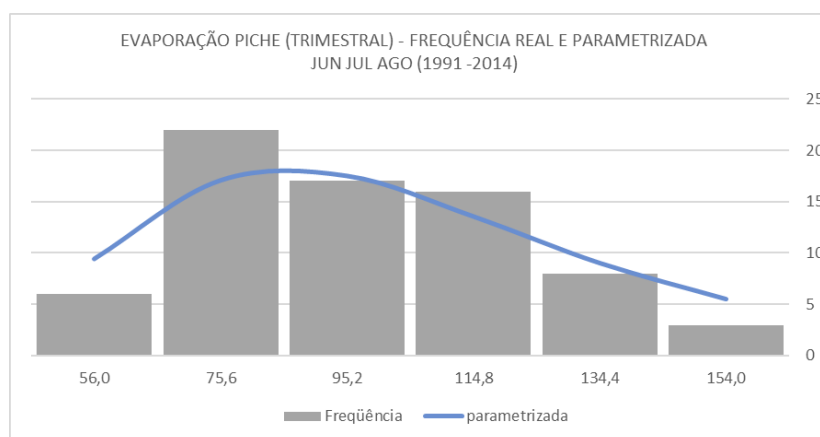
Na distribuição LogNormal dos dados, observou-se um ajuste bom tanto nos meses de inverno (junho, julho e agosto) como nos meses de verão, através dos resultados dos dois testes. Para as outras duas estações os dados de evaporação não apresentaram boa aderência à distribuição LogNormal. Na Tabela 6, observa-se o resumo dos valores das estatísticas obtidas nos testes de aderência KS e QQ, utilizados para a avaliar a distribuição LogNormal dos dados.

Tabela 6. Resumo das estatísticas obtidas com os testes para distribuição LogNormal QQ e KS

TESTE DISTRIBUIÇÃO	Dezembro	Março	Junho	Setembro
LOGNORMAL	Janeiro	Abril	Julho	Outubro
ESTATÍSTICAS	Fevereiro	Maiο	Agosto	Novembro
QQ	3,76	10,36	3,39	18,84
KS	0,081	0,156	0,049	0,203

Na Figura 2, vê-se a frequência real e parametrizada para distribuição LogNormal dos meses de inverno, percebe-se um bom ajuste.

Figura 2. Frequência real e estimada pela distribuição Normal para os meses de junho, julho e agosto



Apesar de sugerido por Assis e Sousa (2013) e Muchuru et. al. (2015), o ajuste dos dados hidrológicos envolvendo evaporação à distribuição Gama, os dados em estudo, de forma geral, não ajustaram para nenhum dos trimestres de forma satisfatória, apenas os meses de verão ajustaram, somente, pelo teste KS. O resumo das estatísticas dos testes realizados pode ser observado na Tabela 7.

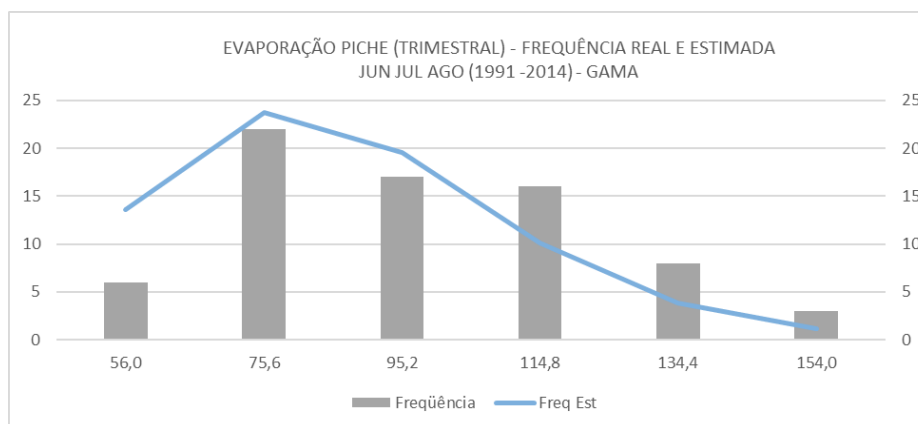
Tabela 7. Resumo das estatísticas obtidas com os testes para distribuição Gama QQ e KS

TESTE DISTRIBUIÇÃO	Dezembro	Março	Junho	Setembro
GAMA	Janeiro	Abril	Julho	Outubro
ESTATÍSTICAS	Fevereiro	Maiο	Agosto	Novembro
QQ	10,06	14,83	15,91	19,37
KS	0,143	0,148	0,166	0,197

Na Figura 3, vê-se, em gráfico, o desajuste dos dados para a distribuição Gama. Muchuru et. al. (2015), encontrou na distribuição Gama, um dos 3 modelos mais ajustados

para evaporação por estação, em cidade do Zimbábue.

Figura 3. Frequência real e estimada pela distribuição Gama para os meses de junho, julho e agosto

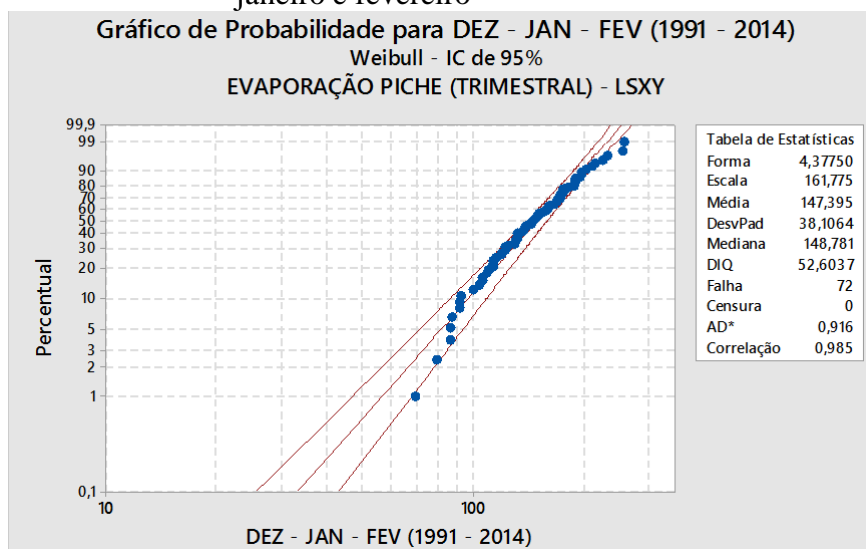


Segundo Muchuru et. al. (2015), a distribuição Weibull apresenta um bom ajuste aos dados de evaporação separados por estação do ano. Os dados em estudo não apresentam um ajuste com boa qualidade à distribuição Weibull, apenas para o trimestre de verão observa-se um valor razoável para o teste AD (Figura 4). O valor das estatísticas do teste AD, usado para testar a aderência dos dados à distribuição Weibull podem ser vistos na Tabela 8.

Tabela 8. Estatísticas obtidas com os testes AD para distribuição Weibull

TESTE DISTRIBUIÇÃO	Dezembro	Março	Junho	Setembro
WEIBULL - IC 95%	Janeiro	Abril	Julho	Outubro
ESTATÍSTICAS	Fevereiro	Maiο	Agosto	Novembro
AD	0,916	2,050	1,113	1,198

Figura 4. Gráfico de Probabilidade pela distribuição Weibull para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro



(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

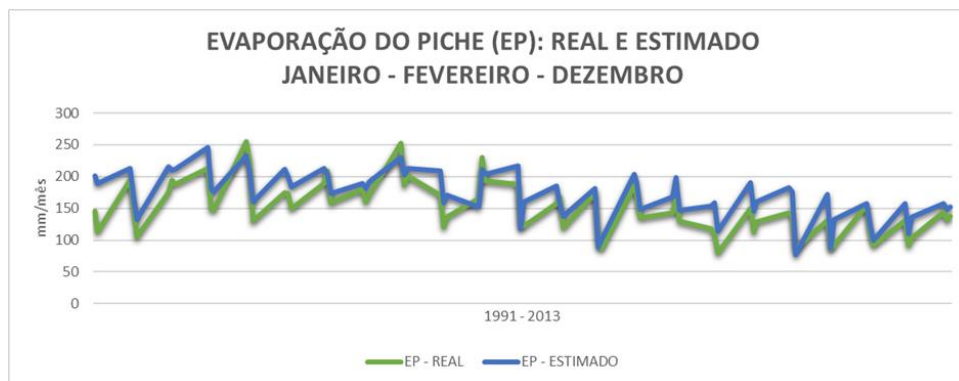
3.2 Regressão linear

Após as regressões e análises chegou-se a Equação 1 para a evaporação de piche para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Encontrou-se um R^2 ajustado de 0,76 e um erro padrão de 19,73.

$$EP = -182,357 + 51,43362*VVM + 0,54371*IT + 15,4557*NM - 0,09383*PT \quad (1)$$

Na Figura 5, vê-se o gráfico que mostra a evolução da evaporação do piche para o trimestre dezembro, janeiro e fevereiro entre os anos de 1991 e 2013. No gráfico são apresentadas as séries referentes aos dados reais fornecidos e aos dados estimados pela equação encontrada a partir da regressão linear realizada.

Figura 5 – Gráfico EP real e estimado para dezembro, janeiro e fevereiro

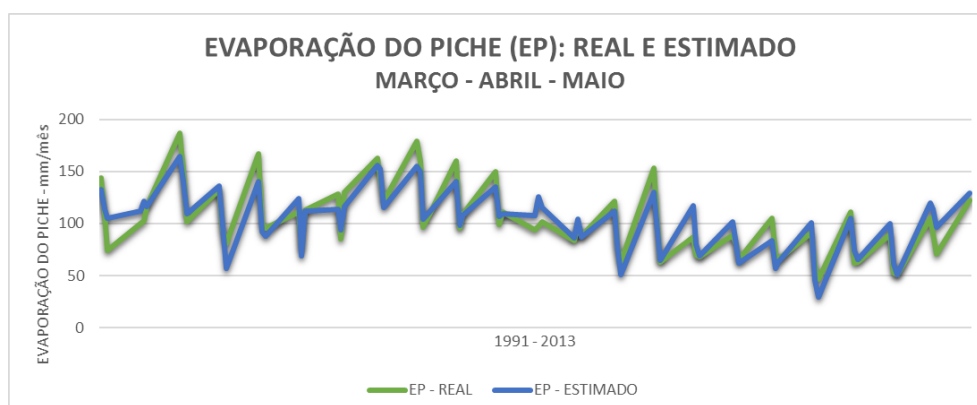


Para os meses de março, abril e maio, com um R^2 ajustado de 0,82 e um erro padrão de 13,96, na Equação 2 vê-se a evaporação de piche a partir das variáveis que melhor a expressam.

$$EP = 326,807 + 30,19559*VVM + 3,357857*VMMM - 3,89941*URM \quad (2)$$

Pode ser visto na Figura 6, o gráfico referente a evolução dos dados reais e estimados de evaporação de piche para os meses de março, abril e maio.

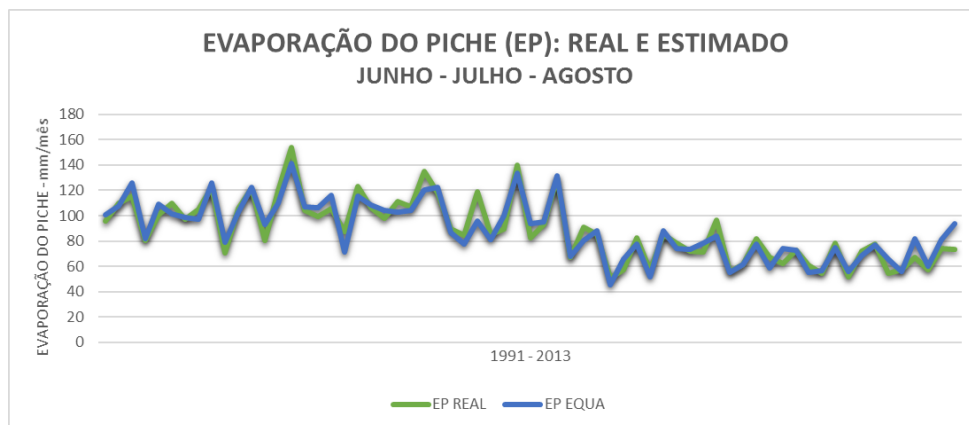
Figura 6 – Gráfico EP real e estimado para março, abril e maio.



Os meses mais frios para cidade do Recife: junho, julho e agosto podem ter os dados de evaporação de piche fornecidos pela Equação 3, com um R^2 ajustado de 0,88 e um erro padrão de 8,50. O gráfico referente a esse trimestre pode ser observado na Figura 7.

$$EP = 292,6182706 + 29,61705937*VVM - 9,806706702*NM - 17,4249761*TMM' + 19,7854839*TCM - 9,559117752*TMM \quad (3)$$

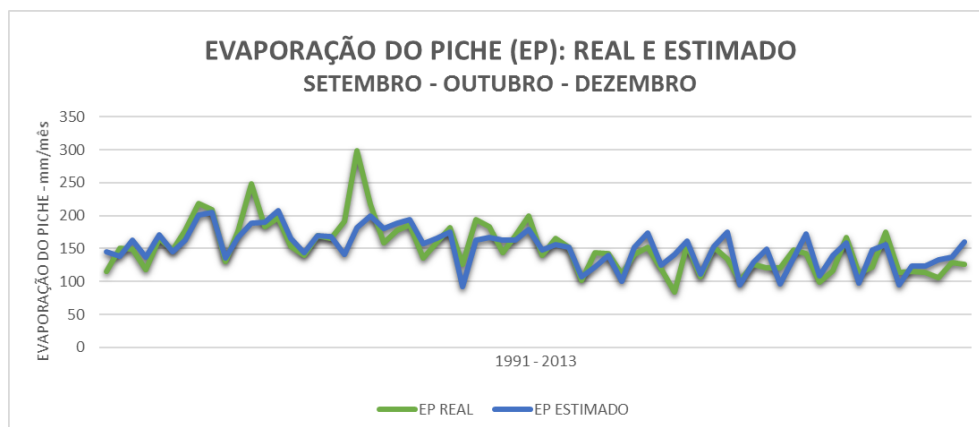
Figura 7 - Gráfico EP real e estimado para junho, julho e agosto.



Nos meses de agosto, setembro e outubro, a evaporação de piche pode ser dada pela Equação 4, obtida após regressões, com R^2 de 0,55 e erro padrão de 25,74. O gráfico da evolução dos dados reais e estimados para esse trimestre está representado na Figura 8.

$$EP = -349,276 + 38,1168*VVM + 9,799557*VVMM - 2,81932*NDP + 14,36741*TCM \quad (4)$$

Figura 8 – Gráfico EP real e estimado para setembro, outubro e novembro.



No Quadro 2, podem ser observados resumos das regressões, como suas estatísticas e as variáveis que melhor ajustarem para representar a evaporação de piche para cidade do Recife.

Quadro 2 – Resumo das regressões para cada trimestre

TRIMESTRE	VARIÁVEIS DA EQUAÇÃO	R ² AJUSTADO	ERRO PADRÃO
DEZEMBRO, JANEIRO E FEVEREIRO	VVM; IT; NM; PT	0,76	19,72
MARÇO, ABRIL E MAIO	VVM; VVMM; URM	0,82	13,96
JUNHO, JULHO E AGOSTO	VVM; NM; TMM ¹ ; TCM; TMM	0,88	8,50
SETEMBRO, OUTUBRO E NOVEMBRO	VVM; VVMM; NDP; TCM	0,55	25,74

Durante a obtenção dos resultados das regressões, foi estabelecido como critério de parada das iterações (retirada de variável e nova regressão), quando todas as variáveis tivessem valor-p (nível descritivo) abaixo de 0,1. Com isso, as equações apresentam um erro padrão e um R² (coeficiente de determinação) um pouco mais alto e mais baixo, respectivamente, porém as variáveis selecionadas apresentam melhor probabilidade de significância.

A única variável que aparece nas quatro equações é a VVM – Velocidade do Vento Média, que tem influência direta na renovação do ar (ora saturado) que se encontra sobre a superfície da água, favorecendo a evaporação.

4 CONCLUSÕES

Uma das maneiras para compreender fenômenos meteorológicos é determinando modelos de distribuição de probabilidades. Para cada fenômeno, existe o modelo que melhor se ajusta. As variações na qualidade do ajuste podem ser identificadas mesmo em variáveis similares, apenas em virtude de sua distribuição temporal, como no caso da evaporação durante as diferentes estações do ano. Neste trabalho, para a variável “evaporação”, foram analisados os modelos de Distribuição Normal, LogNormal, Gama e Weibull e foram encontrados, de forma global, valores satisfatórios dos testes de aderência realizados para as distribuições Normal e LogNormal. As distribuições Gama e Weibull variam, consideravelmente, quanto à qualidade do ajuste para dados de diferentes estações do ano.

Faz-se necessário uma observação mais ampla de publicações sobre evaporação em cidades com características similares para avaliação mais robusta das variáveis que influem na evaporação e consequente melhoramento dos modelamentos probabilísticos a serem utilizados para estimação dos dados de evaporação.

A regressão apresenta bastante significância na representação em três dos quatro trimestres. Apenas o trimestre de fim de ano (setembro, outubro e novembro) apresentou um

coeficiente de determinação abaixo de 0,6. Esse fato pode ser observado pelo pico no gráfico de evolução (Figura 8), onde as demais variáveis não sofreram tamanha discrepância dos dados próximos. Observando os gráficos de evolução dos valores de EP real e estimado, percebe-se que as equações podem ser utilizadas para preenchimento de tabelas de dados com falhas ou até para estimar em locais onde a medição de evaporação de piche inexistente ou está impossibilitada de ser realizada.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, F. B. e BARROSO, L. F. S. **Estimativa do uso de água para fins de projetos de irrigação, em função da evaporação de taque em Ribeirão Preto**. Embrapa. Bragantina, Campinas, p. 677-682, 1984.

ASSIS, J. P. e SOUSA, R. P. Modelagem probabilística para evapotranspiração potencial mensal, em Mossoró – RN. XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Belém do Pará-PA, Brasil. **Anais...** 2013.

BACELAR, L. C. S. D. et al. Estimativa da evaporação obtida com o uso do tanque Classe “A” e evaporímetro de Piche, em Pelotas/RS. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Guarapari – ES, Brasil. **Anais...** 2011.

INMET. **Velocidade dos Ventos em Recife-PE**. Instituto Nacional de Meteorologia, Brasil. Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 10 de Abril de 2017.

MUCHURU, S. et. al. The Hidrometeorology of the Kariba Catchment Area Based on the Probability Distributions. In: MAHMOOD, R. et al. **Earth Interactions**. Estados Unidos, 2015. Paper nº 4, v. 19, p 1-18.

PATERNELLI L. A., **Material Didático INF 162 – Estatística I**. Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil. 2006.

PINTO, N. L. S. et al. **Hidrologia Básica**. São Paulo, Edgard Blücher, 1976. 56 p.

VILLELA S. M., MATTOS A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.