



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **Distribuição teórica de probabilidade da precipitação associada a projetos de irrigação suplementar em São Borja/RS**



*Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra<sup>1</sup>; Rita de Cássia Fraga Damé<sup>2</sup>; Gisele Machado da Silva<sup>3</sup>; Suélen Cristiane Riemer da Silveira<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Eng. Agrícola, Prof. Associado, Centro de Engenharias/CEng, Universidade Federal de Pelotas, Fone: (53)3921-1473, cfteixe@ig.com.br

<sup>2</sup> Eng. Agrícola, Prof. Associado, Centro de Engenharias/CEng, Universidade Federal de Pelotas, ritah2o@hotmail.com

<sup>3</sup> Aluna de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água/MACSA, Universidade Federal de Pelotas, giselesilva@cavg.ifsul.edu.br, silveira.suelen@gmail.com

**RESUMO:** O dimensionamento de sistemas de irrigação suplementar é baseado no valor máximo da diferença entre a evapotranspiração e a precipitação no período considerado, que pode ser estimada através de séries históricas, sendo importante em regiões úmidas. Nesse sentido, objetivou-se analisar o uso da distribuição de frequência da precipitação de melhor ajuste no dimensionamento de projetos de irrigação, considerando o valor médio e o obtido a 75% de probabilidade. Para tanto, utilizaram-se os dados de precipitação diária do município de São Borja/RS (código 2856005-Agência Nacional de Águas), localizado na latitude 28°39'44", longitude 56°00'44", e a 83 m de altitude, com período de dados de 1961 a 1990 (30 anos). Os dados de precipitação diária foram totalizados em séries mensais e após ajustados às distribuições teóricas de probabilidade Normal, Log-Normal 2 parâmetros e Gama. Para a verificação da adequação de cada uma das distribuições foi aplicado o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov, a um nível de significância de 5%, considerando as hipóteses  $H_0$  – a amostra foi extraída de uma população com a distribuição testada e  $H_1$  a amostra não foi extraída de uma população com a distribuição testada. Diante dos resultados obtidos concluiu-se que o uso da precipitação média em dimensionamento de projetos de irrigação suplementar, na localidade de São Borja/RS, subestima a demanda, comparativamente aos dimensionados utilizando a precipitação na probabilidade de 75%.

**PALAVRAS-CHAVE:** precipitação provável, Kolmogorov-Smirnov, déficit hídrico

### **Theoretical probability distribution of rainfall associated with supplemental irrigation projects in São Borja/RS**

**ABSTRACT:** The design of supplementary irrigation systems is based on the maximum value of the difference between evapotranspiration and precipitation during the period considered, which can be estimated from historical data, is important in humid regions. In this sense, aimed to analyze the use of the frequency distribution of the best fit of precipitation in the design of irrigation projects, considering the average value and the obtained 75% probability. For this, we used the daily rainfall data of São Borja/RS (code 2856005-Agência Nacional de Águas), located at 28°39'44" latitude, 56°00'44" longitude and 83 m altitude, with 1961 data to 1990 (30 years). The data of daily precipitation were aggregated into monthly series and after adjusted to the theoretical distribution of probability Normal, Log-Normal 2 parameters and range. For the verification of the adequacy of each of the distributions was applied Kolmogorov-Smirnov test, a 5% level of significance, considering the hypotheses  $H_0$  - the sample was from a population with the test sample distribution and no  $H_1$  was from a population with the test distribution. Based on these results it was concluded that the use of the average rainfall in sizing supplemental irrigation projects in the town of São Borja/RS, underestimates the demand, compared to scaled using the precipitation in the probability of 75%.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

**KEY WORDS:** provably rainfall, Kolmogorov-Smirnov, water deficit



## INTRODUÇÃO

Os projetos de irrigação implantados em regiões que possuem caráter complementar às precipitações pluviométricas têm sido elaborados em termos de irrigação total, ocasionando sistemas superdimensionados. Nesses casos recomenda-se a adoção da precipitação provável na etapa do dimensionamento. O critério, ou seja, aquele valor de precipitação que ocorre a um determinado nível de probabilidade; faz-se necessário, então, definir, para cada região, os valores das precipitações prováveis de ocorrer sob diferentes níveis de probabilidade (SOCCOL et al., 2010).

Sedyama (1992) propõe como critério para a determinação da precipitação provável para efeito de dimensionamento de projetos de irrigação, aquele dado pelo nível de probabilidade de 75%, que representa a quantidade mínima de precipitação com 75% de probabilidade de ocorrência, ou seja, a precipitação mínima que se espera ocorrer em três de cada quatro anos. Bernardo (2006) recomenda, para o dimensionamento de sistemas de irrigação suplementar, os níveis de 75 ou 80%.

Cargnelutti Filho et al. (2005) avaliaram o ajuste dos dados de precipitação pluvial decendial às distribuições Normal e Gama. Para estimar a precipitação provável nos períodos decendiais, a partir de dados diários de 22 estações meteorológicas no Estado do Paraná, Sampaio et al. (2007) verificaram que a distribuição Gama mostrou-se mais adequada. Utilizando a distribuição Gama, Weibull, Normal, Exponencial e Log-Normal, Silva et al. (2007) verificaram que as distribuições Gama e Weibull foram as que melhor descreveram a variação da probabilidade de ocorrência de precipitação diária, durante os meses do ano, em Santa Maria/RS.

No sentido de estabelecer qual a melhor distribuição que se ajusta aos dados é comum aplicar testes de aderência como, por exemplo, o teste de Kolmogorov-Smirnov e o Qui-Quadrado a um determinado nível de significância (MURTA et al., 2005; SILVA et al., 2007).

Em geral para a aprovação ou não da distribuição, a diferença da frequência calculada com a frequência empírica deve ser menor que o valor crítico encontrado em tabelas próprias de cada teste de acordo com o nível de significância usado, sendo que quanto mais próximo de zero este valor, o modelo representa de forma mais precisa os dados amostrais. Desta forma, todos os testes de aderência avaliam a hipótese de determinada distribuição empírica, pertencer ou não à determinada distribuição teórica (ALVES et al., 2013).

Desta forma, a geração de informações técnicas e científicas, como a precipitação provável, para subsidiar o dimensionamento racional dos sistemas de irrigação é de fundamental importância, especialmente em se tratando de regiões com problemas de deficiência hídrica e principalmente em momentos críticos, como os vividos atualmente, com perdas significativas de produtividade em momentos críticos da cultura de interesse.

Diante da necessidade de implantar e manejar sistemas de irrigação suplementar eficientes do ponto de vista de uso dos recursos hídricos, objetivou-se i) analisar a adequabilidade de modelos de distribuição de probabilidades normalmente aplicados ao estudo da precipitação provável, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov; ii) determinar qual modelo de probabilidades é mais adequado para a localidade de São Borja/RS para o período mensal; e iii) estimar as precipitações prováveis para diferentes níveis de probabilidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados diários de chuva do período de 1961 a 1990 (30 anos) da localidade de São Borja/RS (estação 2856005; 28°39'44"S; 56°00'44"O; a 83 m de altitude) obtidos junto a Agência Nacional de Águas (ANA, [www.hidroweb.ana.gov.br](http://www.hidroweb.ana.gov.br)). A partir do banco de dados de chuva diária foram

*O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

totalizados em séries mensais e após ajustados às distribuições teóricas de probabilidade Normal, Log-Normal 2 parâmetros e Gama.

A função densidade de probabilidade Normal  $f(X)$  é dada pela Equação (1), sendo a probabilidade de ocorrência da precipitação  $P(X)$  dada pela integral de  $f(X)$  e na Equação (2), a densidade de probabilidade da distribuição Log-Normal 2 parâmetros.

$$f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X - \mu}{\sigma}\right)^2} \quad (1)$$

em que,

$X$  – precipitação;

$\mu$  - precipitação média;

$\sigma$  - desvio padrão da série.

$$f(X) = \frac{1}{X\sigma_Y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{Y - \mu_Y}{\sigma_Y}\right)^2} \quad (2)$$

em que,

$Y$  – logaritmo da precipitação;

$\mu_Y$  - média dos logaritmos da precipitação;

$\sigma_Y$  - desvio padrão dos logaritmos da série de precipitação.

A função cumulativa de probabilidade quantidade da distribuição Gama de dois parâmetros (DETZEL e MINE, 2011) é apresentada na Equação (3).

$$F(X) = \frac{1}{\Gamma(\gamma)\alpha^\gamma} \int_0^x X^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\alpha}} dx \quad (3)$$

em que,

$\alpha$  e  $\gamma$ - parâmetros da distribuição, estimados com base no método dos Momentos (Equações 4 e 5);

$\Gamma(\gamma)$  - função Gama.

$$\beta = \frac{s^2}{\bar{X}} \quad (4)$$

$$\gamma = \frac{\bar{X}^2}{s^2} \quad (5)$$

em que,

$\bar{X}$  - média observada de precipitação;

$s^2$  – variância observada.

Para a verificação da adequabilidade de cada uma das distribuições foi aplicado o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov, a um nível de significância de 5%, considerando as hipóteses  $H_0$  – a

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

amostra foi extraída de uma população com a distribuição testada e  $H_1$  a amostra não foi extraída de uma população com a distribuição testada.

Foram calculadas as precipitações prováveis mensais, considerando os níveis de probabilidades de excedência a 75%.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados da análise estatística descritiva dos dados da série histórica de precipitação total mensal referentes a localidade de São Borja/RS, para o período de 1961 a 1990, são apresentados na Tabela 1. Observa-se uma variação de 81% entre os valores médios para os meses de julho (99,1 mm) e abril (179,8 mm), respectivamente. Soccol et al. (2010) com o objetivo de determinar a precipitação pluviométrica mensal provável para Lages/SC, de uma série de dados de 80 anos, encontraram que a precipitação durante os meses do ano é praticamente uniforme, sem definição clara de período com ou sem chuva, o que é uma característica da região em que se realizou o estudo. Verifica-se a existência de altos valores de desvio padrão, 44,30 a 105,69 mm, para os meses de fevereiro e abril, respectivamente, indicando grande variação nos valores da precipitação durante os meses do ano. Gomes et al. (2015) analisaram os dados médios mensais de precipitação de 102 estações meteorológicas distribuídas espacialmente no estado da Paraíba, no período de 1962 a 2001 e encontraram valores de coeficiente de variação entre 31 e 134%, que os fizeram concluir que as chuvas mensais possuem alta dispersão, visto que segundo Oliveira (1999), valores de coeficiente de variação maiores que 20% indicam elevada dispersão dos dados. Comparando-se os valores de coeficiente de assimetria observa-se que para a série analisada, os mesmos variaram de -0,34 (assimetria negativa) a 2,32 (assimetria positiva), para os meses de setembro e junho, respectivamente

**Tabela 1.** Estatísticas descritivas dos valores mensais de precipitação para a localidade de São Borja/RS.

Mês	Média (mm)	D.P. (mm)	CV	Ca	Máximo (mm)	Mínimo (mm)
Jan	130,7	85,49	0,65	0,48	305,8	7,4
Fev	108,2	44,30	0,41	0,76	237,7	32,0
Mar	177,6	97,27	0,55	1,01	464,9	21,2
Abr	179,8	105,69	0,59	1,06	461,6	29,1
Mai	130,4	86,70	0,66	0,54	313,3	4,7
Jun	118,4	95,37	0,81	2,32	490,1	15,7
Jul	99,1	56,20	0,57	1,75	303,4	25,8
Ago	99,9	57,35	0,57	1,07	284,5	15,2
Set	146,4	56,23	0,38	-0,34	249,6	32,9
Out	157,7	80,07	0,51	0,40	300,5	45,4
Nov	147,5	79,28	0,54	0,94	375,9	10,2
Dez	120,6	52,03	0,43	0,25	238,4	31,3

Na Tabela 2 encontram-se os parâmetros de ajuste da distribuição Gama para as séries mensais de precipitação. Considerando-se os valores do parâmetro  $\alpha$ , observa-se que o valor máximo foi 6,77 e o mínimo de 1,54, referentes aos meses de setembro e junho, respectivamente, representando uma variação de 440%. Para o parâmetro  $\gamma$ , os valores foram 18,14 e 76,81, para os meses de fevereiro e junho, respectivamente, com uma variação de 423%. Pinto et al. (2012) com o objetivo de estimar a precipitação provável a partir do uso de quatro distribuições de frequência, encontraram para a Gama que o parâmetro  $\alpha$  não sofreu grandes variações entre os meses do ano, enquanto que para  $\gamma$ , o valor máximo foi de 453,15

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

e o mínimo 10,25, referentes aos meses de dezembro e julho, respectivamente. Segundo os autores,  $\alpha$  é um parâmetro de forma da variável aleatória, portanto não depende da magnitude dos valores de precipitação. Por outro lado, o parâmetro  $\gamma$  apresentou grande dispersão entre os diferentes períodos do ano, sendo que os maiores valores foram aqueles referentes aos meses de maiores precipitações.

**Tabela 2.** Parâmetros de ajuste da Gama para as séries de totais mensais de precipitação para a localidade de São Borja/RS.

Mês	$\alpha$	$\gamma$
Jan	2,34	55,93
Fev	5,97	18,14
Mar	3,33	53,27
Abr	2,89	62,14
Mai	2,26	57,64
Jun	1,54	76,81
Jul	3,11	31,87
Ago	3,03	32,92
Set	6,77	21,60
Out	3,88	40,66
Nov	3,46	42,61
Dez	5,37	22,45

$\alpha$ : parâmetro de forma da variável aleatória;

$\gamma$ : parâmetro de escala da variável aleatória

Na Tabela 3 são apresentados os resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov ( $KS_{Calc}$  e  $KS_{Crít}$ ) a 5% de probabilidade, bem como os p-valores para a precipitação mensal, para cada uma das distribuições teóricas de probabilidade testadas. Para as três distribuições e todos os meses do ano observa-se que pelo teste aplicado, todos os valores de  $KS_{Calc}$  são menores do que os de  $KS_{Crít}$ , levando a aceitar a hipótese de nulidade, ou seja, as amostras provêm de uma população que segue as distribuições de probabilidade sob teste. Os valores-p maiores do que 5% confirmam que as distribuições testadas se ajustaram às séries em estudo. Coan et al. (2014) selecionaram a distribuição Gama para estimar a precipitação provável em período mensal, adotando como critério o menor valor de  $KS_{Calc}$  dado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Considerando os resultados do presente trabalho, os valores-p variaram de 26,3 (junho) a 99,7% (dezembro), 11,0 (setembro) a 96,5% (junho) e 20,6 (setembro) a 99,5% (fevereiro), para as distribuições Normal, Log-Normal e Gama, respectivamente. Em função da menor variação entre os valores-p das distribuições é possível verificar que por esse critério, a distribuição Normal é a mais adequada para o ajuste dos valores de precipitação, apesar também da adequabilidade das demais. Observa-se também, que no mês de junho foi obtido o maior valor de  $KS_{Calc}$  (0,179) para a distribuição Normal, e em setembro ( $KS_{Calc} = 0,214$  e 0,190), para as demais distribuições.

**Tabela 3.** Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov, a 5% de probabilidade, aplicado aos dados mensais de precipitação ajustados a cada uma das distribuições teóricas de probabilidade, para a localidade de São Borja/RS.

Mês	Distribuição								
	Normal			Log-Normal			Gama		
	KS <sub>Calc</sub>	KS <sub>Crit</sub>	p-valor	KS <sub>Calc</sub>	KS <sub>Crit</sub>	p-valor	KS <sub>Calc</sub>	KS <sub>Crit</sub>	p-valor
Jan	0,123	0,694	0,721	0,124	0,694	0,721	0,088	0,495	0,967
Fev	0,096	0,542	0,931	0,101	0,567	0,904	0,075	0,419	0,995
Mar	0,154	0,868	0,439	0,115	0,646	0,799	0,081	0,457	0,985
Abr	0,154	0,866	0,441	0,110	0,618	0,839	0,088	0,496	0,966
Mai	0,087	0,491	0,970	0,199	1,122	0,161	0,135	0,760	0,611
Jun	0,179	1,006	0,263	0,089	0,498	0,965	0,109	0,612	0,848
Jul	0,156	0,878	0,424	0,109	0,614	0,845	0,110	0,617	0,840
Ago	0,095	0,534	0,938	0,178	0,999	0,270	0,137	0,768	0,597
Set	0,126	0,707	0,699	0,214	1,204	0,110	0,190	1,066	0,206
Out	0,105	0,592	0,875	0,111	0,622	0,834	0,083	0,465	0,982
Nov	0,109	0,611	0,850	0,176	0,989	0,282	0,129	0,727	0,666
Dez	0,071	0,401	0,997	0,136	0,765	0,601	0,103	0,579	0,891

De acordo com Back et al. (1998), a irrigação suplementar tem sido recomendada para as regiões de clima úmido como forma de reduzir os riscos de ocorrência de déficit hídrico. No entanto não existem critérios para o dimensionamento de sistemas de irrigação adequados a essas regiões, sendo utilizados os mesmos critérios desenvolvidos para regiões de clima árido ou semi-árido. Coan et al. (2014) confirmam que o valor de precipitação com probabilidade de 75 % tem sido indicado em vários trabalhos como critério para o dimensionamento de projetos agrícolas.

Os valores estimados para as precipitações prováveis mensais, associados ao nível de probabilidade de 75%, bem como os valores médios estão apresentados na Tabela 4. Foi utilizada a distribuição Normal por esta ter sido a mais adequada para as séries analisadas. Observa-se que há uma diferença considerável, entre o valor de precipitação média e o estimado a 75% probabilidade, constatando-se que o dimensionamento de sistemas de irrigação suplementar a partir do valor da precipitação média, proporciona projetos hidráulicos de menor custo, uma vez que a demanda será menor. Porém, o projeto dimensionado de tal modo, provavelmente ficará subdimensionado, podendo não atender as necessidades hídricas da cultura, com riscos ao rendimento.

**Tabela 4.** Resultados da distribuição teórica selecionada, precipitação média (PM, mm) e precipitação a 75% de probabilidade (P75, mm), para as precipitações mensais da localidade de São Borja/RS.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	<b>Normal</b>											
<b>PM</b>	130,7	108,2	177,6	179,8	130,4	118,1	99,1	99,9	146,4	157,7	147,5	120,6
<b>P75</b>	73,0	78,3	112,0	108,5	71,9	54,1	61,2	61,2	108,4	103,7	94,1	85,5

No nível de probabilidade de 75%, o qual normalmente é referência para projetos de irrigação, verifica-se que houve uma variação de 207% entre os valores de precipitação provável média, de 54,1 (junho) a 112,0 mm (março). Junqueira Júnior et al. (2007) na região do município de Madre de Deus/MG, encontraram uma precipitação provável anual de 72,2 mm, no período chuvoso (novembro a março) este valor foi de 144 mm e no período seco (abril a outubro), 20,9 mm. Os autores recomendam que o projetista poderá dimensionar o sistema de irrigação, levando-se em conta esta informação, que é obtida assumindo-se um nível de probabilidade aceitável ou teoricamente viável.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



Segundo Silva et al. (2013), na maioria dos casos, o valor médio da precipitação está entre 40 e 50% de probabilidade de ocorrência; esse valor está abaixo dos indicados para uso em planejamento de sistemas de irrigação que ficam em torno de 75% (CASTRO e LEOPOLDO, 1995).

## CONCLUSÕES

O uso da precipitação média em dimensionamento de projetos de irrigação suplementar, na localidade de São Borja/RS, subestima a demanda, comparativamente aos dimensionados utilizando a precipitação na probabilidade de 75%.

Em função da menor variação entre os valores-p das distribuições foi possível verificar que por esse critério, a distribuição Normal foi a mais adequada para o ajuste dos valores de precipitação

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acesso em: 05 janeiro 2015.

ALVES, A. V. P.; SANTOS, G. B. S.; MENEZES FILHO, F. C. M.; SANCHES, L. Análise dos métodos de estimativa para os parâmetros das distribuições de Gumbel e GEV em eventos de precipitações máximas na cidade de Cuiabá-MT. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 6, n. 1, 2013.

BACK, A. J.; DORFMAN, R.; CLARKE, R. Avaliação de métodos para dimensionamento da irrigação suplementar em clima úmido. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 3, n. 4, p. 33-49, 1998.

BERNARDO, S. Irrigação: total, suplementar, com déficit e de salvação. **Irrigação e Tecnologia Moderna – ITEM**, n. 71/72, p. 64-68, 2006.

CARGNELUTTI, A. E; MATZENAUER, R.; ANJOS, C. S. dos; SAMPAIO, M. R. Probabilidade de ocorrer precipitação pluviométrica decendial igual ou superior à evapotranspiração de referência, no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 13, n. 2, p. 219-224, 2005.

CASTRO, R.; LEOPOLDO, P. R. Ajuste da distribuição Gama incompleta na estimativa da precipitação pluviométrica provável para os períodos de 15 e 10 dias da cidade de São Manuel (SP). **Energia na Agricultura**, v. 10, n. 1, p. 20-28, 1995.

COAN, B. P.; BACK, A. J.; BONETTI, A. V. Precipitação mensal e anual provável no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 10, v. 15, p. 122-142, 2014.

DETZEL, D. H. M.; MINE, M. R. M. Modelagem de quantidades precipitadas em escala diária: uma Análise Comparativa. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 2, p. 101-110, 2011.

GOMES, O. M.; SANTOS, C. A. C.; SOUZA, S. S.; PAIVA, W.; OLINDA, R. A. Análise comparativa da precipitação do estado da Paraíba utilizando modelos de regressão polinomial. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, p. 47-58, 2015.

JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A.; GOMES, N. M.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M. Precipitação provável para a região de Madre de Deus, alto Rio Grande: modelos de probabilidades e valores característicos. **Ciência Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 842-850, 2007.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



MURTA, R. M.; TEODORO, S. M.; BONOMO, P. CHAVES, M. A. Precipitação pluvial mensal em níveis de probabilidade pela distribuição gama para duas localidades do sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 988-994, 2005.

OLIVEIRA, F. E. M. Estatística e Probabilidade. 2. ed. São Paulo: Atlas, ISBN 85-224-2103-X, 221 p. 1999.

PINTO, M. F.; ALVES, D. G.; PAULINO, J.; COELHO, R. D. Distribuição de frequência da precipitação e sua aplicação no dimensionamento de projetos de irrigação suplementar. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 6, n. 4, p. 303-313, 2012.

SAMPAIO, S. C.; QUEIROZ, M. M. F.; FRIGO, E. P.; LONGO, A. J.; SUSZEK, M. Estimativa e distribuição de precipitações decendiais para o Estado do Paraná. **Irriga**, v. 12, n. 1, p. 38-53, 2007.

SEDIYAMA, G. C. Evapotranspiração: necessidade de água para as plantas cultivadas. In: Curso de Engenharia e Manejo da Irrigação. Brasília: ABEAS, 1992. 143p.

SILVA, J. C.; HELDWEIN, A. B.; TRENTIN, G.; STRECK, N. A.; MARTINS, F. B. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 67-72, 2007.

SILVA, E. S.; ZAVISLAK, F. D.; DALLACORT, R.; CARVALHO, M. A. C.; ARAÚJO, D. V. Distribuição da probabilidade de chuva no município de Sapezal, MT. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 1112-1122, 2013.

SOCCOL, O. J.; CARDOSO, C. O.; MIQUELLUTI, D. J. Análise da precipitação mensal provável para o município de Lages, SC. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 569-574, 2010.