REGIONALIZAÇÃO DE PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS EM UMA REGIÃO NO VALE DO PARAÍBA DO SUL USANDO MOMENTOS-L

* Cezar Luiz França Pires
** Jerson Kelman

Resumo

Este artigo utiliza a metodologia descrita em Pires (1995) para análise de freqüência de máximas precipitações diárias anuais, em uma sub-região do rio Paraíba do Sul, localizada no centro-sul do estado do Rio de Janeiro, em torno da cidade de Volta Redonda.

Escolha e Descrição da Região

A região foi delimitada visando a se obter uma pequena área, de modo a se garantir uma uniformidade física, porém com satisfatória densidade de postos, que contivessem séries de tamanho significativo. A aparente homogeneidade deve-se aos seguintes fatores:

- topografia pouco variável, pois a área estende-se sobre um planalto apresentando altitudes moderadas, variando entre 300m e 700m, aproximadamente, em relação ao nível do mar;
- vegetação primária (Mata Atlântica) escassa, tendo sido em grande parte desmatada no século passado, para o plantio de café; atualmente, apresenta vegetação rasteira e pobre, em sua maior parte;
- proximidade com o litoral, guardando com este um aparente paralelismo; o posto mais longe da costa dista 70km e, o mais próximo, 20km, aproximadamente;
- ocorrência de frentes frias originárias da Antártica, que alcançam a região como um todo, gerando, com freqüência, chuvas ciclônicas;
- ocorrência de chuvas convectivas, em todos os pontos da região, principalmente durante o verão;
- estação chuvosa bem definida em toda a região, começando no início de outubro e terminando no fim de abril.

Com respeito à escolha dos postos, dentro da região, foi feita com base no tamanho da série observada. Foram selecionados todos os postos que possuíssem mais que cinco anos de medição, inclusive, somando um total de 45 postos com 819 anos. Sendo a área da região aproximadamente igual a 3.800 km^2, a densidade inicial é de mais ou menos um posto por 84,4 km^2.

Montagem da Série de Máximos Anuais

Para cada posto da região, montou-se uma série de precipitações máximas anuais, para a duração de um dia. Essa escolha deu-se em função da dificuldade de se obterem dados pluviográficos com intervalos menores de tempo e por ser de interesse prático.

A partir das séries de precipitações diárias, selecionou-se então a máxima precipitação para cada ano hidrológico. O ano

* Eng. Hidrologo - Departamento de Hidrologia da CPRM - Rio de Janeiro
** Professor - COPPE/UFRJ

hidrológico nessa região tem seu início considerado em outubro. Assim, um ano qualquer mencionado neste artigo inicia em outubro desse ano e finda em setembro do ano seguinte.

Anos que apresentavam falhas em seus registros diários foram desprezados, pois sendo as séries independentes no tempo, não é necessário que estas possuam anos consecutivos.

Resultado da Verificação da Independência Espacial

Deve-se verificar a possibilidade de eventos de máximo em postos muito próximos guardarem dependência, isto é, serem gerados pelo mesmo fenômeno formador.

Foram definidos como postos muito próximos aqueles que possuem as mesmas coordenadas em grau e minutos, visto que não são fornecidas as coordenadas com sensibilidade de segundos no *Inventário das Estações Pluviométricas* (BRASIL, 1983). Entre esses postos, a máxima distância possível, no caso de eles se situarem nas extremidades opostas da diagonal de um quadrado marcado pelas coordenadas em minutos, é de 2,5km. Porém, em geral, essa distância é bem menor, pois é muito comum na região encontrarem-se postos de entidades medidoras diferentes, nas margens opostas do rio Paraíba do Sul, ou em pontos distintos dentro de uma mesma cidade.

Aplicando-se a metodologia, obtiveram-se os seguintes resultados:

Postos:

- ✓ Barra Mansa (02244042) 🗀 ANEEL
- ✓ Barra Mansa P1-344 (02244106) 🗀 LIGHT.

- Coordenadas comuns: latitude: 22°32'; longitude: 44°11'.
- Períodos coincidentes: 1951 a 1958; 1960 a 1968; 1970; 1971 a 1974.
- Resultado: foram encontradas nove datas próximas e desprezados seis anos no posto de Barra Mansa (02244042) e três anos no posto de Barra Mansa (02244106).

Postos:

- ✓ Piraí (02243203) 🗀 ANEEL
- ✓ Vigário P1-280 (02243216) 🗀 LIGHT.

- Coordenadas comuns: latitude: 22°38'; longitude: 43°54'.
- Períodos coincidentes: 1950 a 1952.
- Resultado: foi encontrada uma data próxima e desprezado um ano no posto de Piraí.

Postos:

- ✓ Santa Cecília P1-275 (02243215) 🗀 LIGHT
- ✓ Usina Santa Cecília P1-273 (02243205) 🗀 LIGHT.

- Coordenadas comuns: latitude: 22°29'; longitude: 43°50'.
- Períodos coincidentes: 1965 a 1969.
- Resultado: foram encontradas cinco datas próximas e desprezados quatro anos no posto de Santa Cecília e um ano do posto de Usina Santa Cecília.

Postos:

- ✓ Barra do Piraí P1-276 (02243225) 🗀 LIGHT
- ✓ Barra do Piraí (02243002) 🗀 ANEEL.

- Coordenadas comuns: latitude: 22°28'; longitude 43°50'.
- Períodos coincidentes: 1947 a 1956.
- Resultado: foram encontradas nove datas próximas e desprezados três anos no posto de Barra do Piraí P1-276 (02243225) e seis anos no posto de Barra do Piraí (02243002).

Obs.: O posto de Barra do Piraí (02243918) - INEMET, apesar de possuir as mesmas coordenadas, não apresentou período de observação coincidente com os outros dois.

Postos:

- ✓ Santanésia (Santana) (02243229) 🕮 ANEEL
- ✓ Fazenda Santana (R. do Barco) (02243018) 🕮 ANEEL.

- Coordenadas comuns: latitude: 22°32', longitude: 43°49'.
- Períodos coincidentes: 1951 e 1952.
- Resultado: não se encontraram datas próximas.

Postos:

- ✓ Rialto P1-345 (02244119) 🕮 LIGHT
- ✓ Rialto (02244043) 🕮 ANEEL.

- Coordenadas comuns: latitude: 22°35', longitude: 44°16'.
- Períodos coincidentes: 1951 a 1953 e 1956.
- Resultado: foram encontradas três datas próximas e desprezados três anos no posto de Rialto (02244043).

Postos:

- ✓ Itatiaia (02244031) 🕮 ANEEL
- ✓ Itatiaia P1-270 (02244105) 🕮 LIGHT.

- Coordenadas comuns: latitude: 22°30', longitude: 44°33'.
- Períodos coincidentes: 1966 a 1968, 1970 a 1972 e 1976.
- Resultado: foram encontradas seis datas próximas e desprezados quatro anos no posto de Itatiaia (02244031) e dois anos no posto de Itatiaia P1-270 (02244105).

Postos:

- ✓ Resende (02244032) 🕮 ANEEL
- ✓ Resende - 83738(02244092) 🕮 INEMET.

- Coordenadas comuns: latitude: 22°28', longitude: 44°27'.
- Períodos coincidentes: 1957 a 1961 e 1964 a 1973.
- Resultado: foram encontradas 10 datas próximas e desprezados quatro anos no posto de Resende (02244032) e seis anos no posto de Resende (02244092).

Assim, foi retirado um total de 43 anos, ficando o número total de anos na região reduzido para 776 anos.

Resultado da Consistência

Uma idéia inicial, da qualidade dos dados, pode ser extraída dos hietogramas construídos para cada posto. Analisando visualmente esses hietogramas não se encontram, a princípio, degraus ou variações que pudessem levantar suspeitas da qualidade dos dados em cada posto. Essa homogeneidade aparente é reforçada pelo fato de que as séries de chuvas apresentam estacionaridade.

Além disso, foi verificada a hipótese de ocorrência de dependência serial nos postos. Por exemplo, se em um posto o evento de máximo anual fosse extraído dos últimos dias de setembro de um ano hidrológico qualquer, e se no ano hidrológico seguinte ele fosse observado nos primeiros dias de outubro, poder-se-ia questionar se os eventos não foram gerados pelo mesmo fenômeno, uma frente estacionada, por exemplo. A verificação desse fato não acusou nenhuma dependência temporal.

Código do Posto	Número de Anos	$\overline{X}_i$ (mm)	t_i	$t_{3,i}$	$t_{4,i}$	D_i
02244107	6	73,6	0,1596	0,1100	-0,3812	3,83
02244118	10	85,8	0,1124	-0,2397	-0,3580	4,08
02244119	5	61,3	0,1700	0,3397	-0,3148	3,38
02244132	5	83,4	0,2236	-0,0182	-0,1951	3,43

Tabela 1 – Postos discordantes

Código do Posto	Número de Anos	$\overline{X}_i$ (mm)	t_i	$t_{3,i}$	$t_{4,i}$	D_i
02243002	31	78,7	0,2027	0,2032	0,2038	0,38
02243018	15	84,8	0,1386	0,2277	0,3202	0,58
02243198	12	61,9	0,0994	0,1172	0,1139	0,86
02243203	8	78,9	0,1877	0,3726	0,5424	1,54
02243205	10	81,0	0,2103	0,3272	0,4487	0,84
02243207	17	94,3	0,2451	0,3524	0,3901	1,19
02243209	12	78,9	0,1951	0,3608	0,4926	1,08
02243211	34	93,1	0,2192	0,3135	0,2314	0,57
02243212	14	85,2	0,1493	0,2267	0,1307	0,26
02243213	18	70,9	0,1235	0,1884	0,1462	0,48
02243215	14	83,1	0,1482	0,1505	0,0927	0,15
02243216	7	70,4	0,1221	0,0053	0,3559	2,33
02243217	11	90,5	0,2206	0,4954	0,2866	1,68
02243225	7	79,3	0,1509	0,2772	0,3474	0,58
02243228	6	81,2	0,1635	0,2259	0,5131	1,77
02243229	10	63,3	0,2167	0,2589	0,0497	1,33
02244008	10	75,9	0,1334	0,0993	0,0376	0,36
02244009	7	93,0	0,1908	0,2185	-0,0660	1,70
02244020	14	67,4	0,1046	0,2657	0,1428	1,73
02244031	23	87,3	0,1868	0,2638	0,2252	0,10
02244032	12	95,5	0,2441	0,1728	0,0738	2,40
02244034	42	90,0	0,1473	0,1139	0,1031	0,15
02244037	35	102,9	0,1886	0,1327	0,1466	0,44
02244041	39	76,7	0,1374	0,1841	0,1547	0,20
02244042	36	77,0	0,1728	0,2293	0,2290	0,02
02244043	27	70,1	0,1429	0,0561	0,0031	0,53
02244044	20	73,0	0,2022	0,1539	0,3073	0,90
02244045	17	82,6	0,1381	0,2972	0,0261	1,70
02244046	32	97,2	0,1988	0,3305	0,3038	0,30
02244092	49	89,4	0,1885	0,3056	0,1869	0,32
02244097	30	98,7	0,2366	0,2585	0,2353	1,09
02244101	24	69,8	0,1212	0,1367	0,1770	0,40
02244104	12	81,3	0,1387	0,0378	0,1169	0,45
02244105	9	81,9	0,1588	0,0674	0,0513	0,91
02244106	19	68,7	0,2532	0,5207	0,6465	2,78
02244108	8	69,8	0,0785	-0,1081	0,0677	1,98
02244109	8	94,2	0,1279	-0,1268	-0,0170	1,91
02244117	8	93,3	0,1519	-0,0292	0,0857	1,13
02244120	11	81,2	0,1337	0,4155	0,1284	2,96
02244121	10	73,1	0,1081	0,0665	0,1036	0,61
02244133	22	69,7	0,1324	0,0721	0,1095	0,30

Tabela 2 – Resultado final

Com respeito ao teste de discordância D_i, descrito em Pires (1995), aplicado para os 45 postos selecionados, ele apresentou quatro postos discordantes dos demais, mostrados na Tabela 1, a partir do critério $D_i \geq 3$.

Neste trabalho, não se teve acesso às fichas descritivas dos postos, de modo a poder-se verificar melhor tais postos indicados como suspeitos. Assim, apesar de nesses postos não se verificar nenhuma razão aparente para serem discordantes dos outros postos, eles foram retirados, já que suas séries são curtas, não acrescentando grande contribuição ao total de anos da região, além de não possuírem valores notáveis, de maior interesse.

A estatística-L D_i foi novamente calculada para os 41 postos

restantes, não apresentando, agora, nenhum posto discordante. O resultado final para esses postos, com os n_i anos das séries, a média X_i, os coeficientes-L adimensionais e a estatística-L D_i são mostrados na Tabela 2.

Assim, a série regional ficou com tamanho final de 750 anos em 41 postos de observação, e a densidade de postos passou para um posto a cada 93km², aproximadamente.

O posto com maior série foi o de Resende 83738 (02244092), com 49 anos. A precipitação extrema máxima *maximorum* ocorreu no posto de Barra Mansa P1-344 (02244106) do INEMET, em fevereiro de 1967, correspondendo ao ano hidrológico de 1966, atingindo 264,8mm diários. E a precipitação extrema mínima *minimorum* foi de 25,0mm diários, ocorrida em janeiro de 1970, ano hidrológico de 1969, no posto de Glicério (02244044) da ANEEL.

Resultado do Teste de Heterogeneidade

As estimativas regionais foram calculadas através das médias ponderadas pelo tamanho das séries, conforme a metodologia apresentada em Pires (1995), resultando nos valores constantes nas Tabelas 3 e 4.

O teste de heterogeneidade H, descrito em Pires (1995), foi realizado para os 41 postos selecionados. A construção do mundo homogêneo foi feita pela distribuição Kappa de quatro parâmetros, apresentados na Tabela 5.

Pelo critério sugerido por Hosking & Wallis (1991), a região será classificada como possivelmente heterogênea, apesar de H ser ligeiramente maior que 1.

O critério $H \geq 1$ é sugerido apenas como um indicador do grau de heterogeneidade regional e não como um teste estatístico rígido e é baseado em um teste de hipótese que indica heterogeneidade para $H > 1,28$, relativo a 10% de significância.

A classificação mais conservativa sugerida por esses autores justifica-se pela imprecisão do teste de hipótese, que para sua

$\overline{\ell_1}$	$\overline{\ell_2}$	$\overline{\ell_3}$	$\overline{\ell_4}$
1	0,172	0,0365	0,0336

Tabela 3 – Momentos-L adimensionais amostrais médios da região

$\overline{t}$	$\overline{t_3}$	$\overline{t_4}$
0,172	0,213	0,196

Tabela 4 – Razões-L adimensionais amostrais médias da região

$\hat{\xi}$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\kappa}$	$\hat{h}$
0,905	0,183	-0,163	-0,512

Tabela 5 – Parâmetros estimados

V			H
0,04105	0,0358	0,0051	1,03

Tabela 6 – Resultados do teste de heterogeneidade H

aplicação assume como considerações iniciais a independência espacial e temporal das séries, bem como que a distribuição formadora do fenômeno é a distribuição Kappa. Considerações estas que, em geral, não são totalmente verdadeiras.

Porém, como visto no item anterior, não há dependência temporal nas séries e a dependência espacial, apesar de possível, deve ter sido bastante minimizada pela verificação feita. Além disso, veremos posteriormente que a distribuição de melhor *performance*, segundo o critério $|Z^{DIST}|$, é a Logística Generalizada, que como mencionado anteriormente, trata-se de um caso particular da distribuição Kappa, com parâmetro de forma $h = -1$. Sendo assim, a consideração inicial da Kappa, com parâmetro de forma estimado igual a $h = -0,512$, como distribuição verdadeira do fenômeno, passa a ser mais coerente com o teste.

Dessa forma, a região pode ser considerada como tendo um grau de heterogeneidade satisfatório para a aplicação da teoria da regionalização *index-flood*. Mesmo porque, sabe-se que em regiões levemente heterogêneas a regionalização é incentivada, pois fornece melhores resultados do que em sub-regiões mais homogêneas, porém com menor quantidade de dados.

Escolha da Distribuição de Probabilidade e Estimação dos Parâmetros

As distribuições de três parâmetros candidatas foram ajustadas pelo método dos momentos-L regionais. O resultado do teste de bondade de ajuste, baseado na curtose-L, definido anteriormente, é apresentado na Tabela 7.

Distribuição Teórica	$\lvert Z^{DIST} \rvert$
Logística Generalizada	0,06
Valor Extremo Generalizada	2,01
Log - Normal	2,56
Gama	3,65
Pareto Generalizada	6,54

Tabela 7 – Resultado do teste de bondade de ajuste $\lvert Z^{DIST} \rvert$

Os resultados intermediários obtidos constam na Tabela 8.

β_4	σ_4^*
-0,0068178	0,01848

Tabela 8 – Resultados intermediários do teste de bondade de ajuste $\lvert Z^{DIST} \rvert$

Segundo o critério $\lvert Z^{DIST} \rvert$, a única distribuição aprovada foi a Logística Generalizada.

$$F_X(x) = \frac{1}{1 + \left[\frac{1 - \kappa(x - \xi)}{\alpha}\right]^{\frac{1}{\kappa}}}, \qquad (1)$$

ou

$$x = \xi + \frac{\alpha\{1 - \left[\frac{(1 - F_X(x))}{F_X(x)}\right]^{\kappa}\}}{\kappa} \qquad (2)$$

Seus parâmetros estimados são apresentados na Tabela 9.

$\hat{\xi}$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\kappa}$
0,941	0,159	-0,213

Tabela 9 – Parâmetros estimados da distribuição Logística Generalizada

As outras distribuições não apresentaram bons desempenhos, resultando valores de $\lvert Z^{DIST} \rvert$ maiores que os limites sugeridos na estatística-L $\lvert Z^{DIST} \rvert$.

As precipitações regionais adimensionais podem ser agora calculadas através da equação 2, para diversos tempos de recorrência (Tabela 10).

$F_X(x)$	T(anos)	$\hat{X}_T$
0,0100	1,01	0,475
0,500	2,00	0,941
0,800	5,00	1,20
0,900	10,0	1,39
0,950	20,0	1,59
0,980	50,0	1,91
0,990	100	2,18
0,995	200	2,50
0,998	500	3,00
0,999	1000	3,45
0,9999	10,000	5,50

Tabela 10 – Estimativa das precipitações regionais adimensionais $\hat{X}_T$, através da distribuição Logística Generalizada, para diversos tempos de recorrência

Resultado da Regressão Múltipla

A regressão múltipla foi testada usando como variável dependente a média das precipitações máximas de cada posto, $\overline{X}_i$, e como variáveis independentes candidatas a altitude (a_i) e a distância mínima do mar (d_i) de cada posto.

Foram utilizados apenas 37 postos dos 41 da região, pois quatro deles não tinham suas altitudes disponíveis nas fichas descritivas.

Conforme descrito em Pires (1995), para cada variável independente foi testada uma regressão simples, sob as formas linear, exponencial e potencial, através de correlações entre as precipitações médias das séries de máximos e as grandezas físicas – altitude (a_i) e distância mínima do mar (d_i). Calculou-se, também, a regressão múltipla, incluindo as duas variáveis independentes. Os coeficientes de determinação não-tendenciosos (R^2) para as correlações individuais e múltiplas são apresentados na Tabela 11.

Coeficiente	a_i	d_i	Múltipla
Linear	0,171	0,020	0,182
Exponencial	0,161	0,002	0,170
Potencial	0,171	0,002	0,182

Tabela 11 – Coeficientes de determinação não-tendenciosos (37 postos)

Devido ao fraquíssimo grau de correlação encontrado nos testes, fizeram-se novas tentativas utilizando apenas os postos com série maior ou igual a 15 anos, onde se supõe ser a variável dependente menos variável. Com isso, foram utilizados 17 postos pluviométricos (Tabela 12).

Coeficiente	a_j	d_j	Múltipla
Linear	0,234	0,074	0,245
Exponencial	0,215	0,013	0,230
Potencial	0,239	0,015	0,256

Tabela 12 – Coeficientes de determinação não-tendenciosos (17 postos)

Apesar de uma leve elevação do R^2, os valores finais estão longe de indicar uma correlação entre as variáveis testadas. Sendo assim, o procedimento adotado foi o traçado de uma rede de isoietas, para as médias $\overline{X}_i$, para os postos com série maior ou igual a 15 anos. Na Tabela 13, identificam-se os postos usados no traçado da rede.

A repetição do número do posto deve-se ao fato de eles possuírem as mesmas coordenadas. Nesses casos, a média ponderada pelo tamanho da série, entre seus valores médios $\overline{X}_i$, foi calculada como representativa do ponto, no traçado das isoietas, mesmo que algum posto não tivesse série maior que 15 anos.

Nome do Posto	Número do Posto	Código do Posto	Número de Anos (n_i)	($\overline{X}_i$) mm
Vargem (ralo coletor) P3-278	1	02244097	30	98,7
Bananal	2	02244133	22	69,7
Barragem de Lages P3-287	3	02243211	34	93,1
Ipê P3-286	4	02243207	17	94,3
Rialto	5	02244043	27	70,1
Barra Mansa	6	02244042	36	77,0
Barra Mansa P1-344	6	02244106	19	68,7
Itatiaia	7	02244031	23	87,3
Itatiaia P1-270	7	02244105	9	81,9
Glicério	8	02244044	20	73,0
Volta Redonda P1-343	9	02244101	24	69,8
Volta Redonda	10	02244041	39	76,7
Vargem Alegre P1-353	11	02243213	18	70,9
Barra do Piraí	12	02243002	61	78,7
Barra do Piraí	12	02243198	12	61,9
Barra do Piraí P1-276	12	02243225	7	79,3
Nossa Senhora do Amparo	13	02244045	17	82,6
Pedra Selada	14	02244046	32	97,2
Fumaça	15	02244037	35	102,9
Ribeirão São Joaquim	16	02244034	42	90,0
Resende	17	02244032	12	95,5
Resende – 83738	17	02244092	49	89,4

Tabela 13 – Identificação dos postos da rede isoietal

T (anos)	$\hat{X}_T$ (mm)
1,01	42,4
2,00	84,0
5,00	107
10,0	124
20,0	142
50,0	170
100	195
200	223
500	268
1.000	308
10.000	491

Tabela 14 – Estimativa das precipitações no posto pluviométrico de Resende – 83738

Resultados Finais e Conclusões

Um resultado das estimativas das precipitações máximas para vários períodos de retorno a partir da distribuição Logística Generalizada pode ser ilustrado (Tabela 14), para o posto pluviométrico de Resende 83738 (02244092), que apresenta maior série com 49 anos e média das máximas igual a 89,6mm.

Observando-se os resultados, verifica-se que estes são coerentes, pois mesmo para 10.000 anos de tempo de retorno, obtêm-se valores fisicamente possíveis. Conclui-se, portanto, que a distribuição Logística Generalizada resulta valores com a robustez desejada.

É interessante notar, também, que a maior precipitação máxima anual observada nesse posto foi de 226,6mm diários, ocorrida no ano hidrológico de 1975. Isso equivale a uma freqüência acumulada de excedência de 1/50. Num estudo pontual, o tempo de recorrência estimado para essa freqüência será de 50 anos, usando o método de Kimbal. Essa estimativa parece baixa, dado que o maior valor entre as 750 observações regionais atingiu 264,8mm diários, no posto de Barra Mansa P1-344. Recalculando o tempo de recorrência para o valor de 226,6mm do posto de Resende 83738, porém agora considerando toda a região, o mesmo método de Kimbal fornece um tempo de recorrência estimado de aproximadamente 188 anos. Nota-se, portanto, que a estimativa regional parece ser mais coerente e mais robusta.

A distribuição Logística Generalizada fornece para o tempo de recorrência de 188 anos um valor de 221mm diários. Esse resultado encontra-se coerente com o obtido pelo método de Kimbal utilizado regionalmente, confirmando o bom desempenho da distribuição selecionada.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. 1983. *Inventário das estações pluviométricas.*

___. ELETROBRÁS. 1985. *Metodologia para regionalização de vazões.* Rio de Janeiro.

HOSKING, J.R.M. 1986. The theory of probability weighted moments. In: *IBM Research Report*, New York, IBM Research Division, RC 12210.

___. 1988. The 4-parameter Kappa distribution. In: *IBM Research Report*, New York, IBM Research Division, RC 13412.

___. 1990. L-moments: analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics. In: *Journal Royal Statistical Society*, New York, B - 52, n° 1, p. 105-124.

___. 1991. Fortran routines for use with the method of L-moments, version 2. In: *IBM Research Report*, New York, IBM Research Division, RC 17097.

___. & WALLIS, J.R. 1990. Regional flood frequency analysis using L-moments. In: *IBM Research Report*, New York, IBM Research Division, RC 15658.

___. & ___. 1991. Some statistics useful in regional frequency analysis. In: *IBM Research Report*, New York, IBM Research Division, RC 17096.

KELMAN, J. 1987. Cheias e aproveitamentos hidroelétricos. In: *Revista Brasileira de Engenharia – RBE*, Rio de Janeiro: ABRH.

___. & DAMÁZIO, J.M. 1983. Delimitação de região hidrologicamente homogênea. In: *Revista Brasileira de Engenharia – RBE*. V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, Blumenau: ABRH, *anais* 3. p. 3-15.

MIELKE, P.W. 1973. Another family of distributions for describing and analyzing precipitation data. In: *Journal Applied Meteorological*, vol. 12, n° 2, p. 275- 280.

PILON, P.J., ADAMOWSKI, K., ALILA, Y. 1991. Regional analysis of annual maxima precipitation using L-moments. In: *Atmospheric Research Journal*, Amsterdam: Elsevier Science Publishers, vol. 27, p. 81-92.

PIRES, C.L.F. 1995. Metodologia científica – modelo de regionalização hidrológica usando momentos-L. *A Água em Revista*, Belo Horizonte, ano III, n° 5, p. 52-59, ago.

WALLIS, J.R. 1989. Regional frequency studies using L-moments. In: *IBM Research Report*, New York: IBM Research Division, RC 14597.