

ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAI

Eduardo Felipe Cavalcanti Correa de Oliveira ¹

Resumo – O presente trabalho fez parte do estudo de regionalização de vazões, desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em convênio com a ANEEL (Agência Nacional de Águas e Energia Elétrica), na bacia hidrográfica do Rio Paraguai. Almejando-se uma análise precisa e objetiva a nível espacial e temporal, onde foi verificada a qualidade das séries históricas pluviométricas dos postos, a respectiva caracterização e o preenchimento das falhas quando estas ocorrerem.

Abstract - The present work integrate studies of discharges regionalization that was development to UFRGS (Rio Grande do Sul Federal University) in partner with ANEEL (Electric Energy and Water National Agency), in Paraguai River catchment area. Aims the analysis in space and temporal aspects, which was checked the quality of rain historic records of the station, your characterization and the performing of the fault when theses occurs.

Palavras-chave – chuvas, dados, falhas / **Key Words** – rain, records, fault

INTRODUÇÃO

A hidrologia, ciência que a cada dia mais trabalha com ferramentas estatísticas e computacionais, apresenta como uma das suas principais variáveis a chuva, elemento de suma importância para gerar escoamento nas bacias hidrográficas. No presente trabalho, foram estudados 83 postos pluviométricos com altitudes variadas, extensões das séries históricas mensais diversas variando de 5 á 30 anos, podendo estas apresentarem períodos de falhas, onde almejou-se caracterizar tais séries de forma a subsidiar o estudo de regionalização de vazões na bacia hidrográfica do rio Paraguai. Para a realização de um trabalho ágil e preciso no citado contexto, usou-se a ferramenta computacional EXCEL que possibilita:

- a) a verificação rápida das estatísticas clássicas: mínima, média, máxima e desvio padrão nas diversas unidades de tempo (mês, trimestre, semestre e ano);

- b) a obtenção de gráficos de natureza diversa a partir do banco de dados gerados, onde cada posto é um registro (vide gráficos 1 e 2 em anexo);
- c) a elaboração de uma tabela resumo de postos, que permite agrupá-los seqüencialmente em função do objetivo desejado, no caso: latitudes, longitudes e altitudes próximas, a fim de facilitar a definição dos postos a serem usados no preenchimento das falhas.

A REGIÃO

A área da bacia do Alto Paraguai, acima da confluência com o Rio Apa é de aproximadamente 496.000 km², dos quais 396.800 km² no Brasil e 99.200 km² no Paraguai e Bolívia. A parte brasileira divide-se em 207.249 km² no estado de Mato Grosso do Sul e 189.561 km² no estado de Mato Grosso. A referida bacia, classificada como 66 conforme critérios da ANEEL, limita-se:

- a norte com as chapadas dos Parecis e da Serra Azul;
- a sul com o rio Apa;
- a leste com as serras de São Lourenço e São Jerônimo;
- a oeste com a Bolívia e o Paraguai.

Caminhando no sentido Norte / Sul da bacia, tem-se como tributários mais importantes ao rio Paraguai:

- o rio Santana (margem direita);
- o rio dos Bugres (margem direita);
- o rio Cuiabá (margem esquerda);
- o rio Sepotuba (margem esquerda);
- o rio Cabacal (margem direita);
- o rio Jauru (margem direita);
- o rio São Lourenço (margem esquerda);
- o rio Corixão (margem esquerda);
- o rio Miranda (margem esquerda);
- o rio Taquari (margem esquerda);
- o rio Nabileque (margem esquerda);
- o rio Negro (margem esquerda);
- o rio Correntes (margem esquerda);
- o rio Apa (margem esquerda).

Da área em estudo, 64% corresponde a planaltos e 36% a planícies, caracterizando-se as planícies pôr:

- colúviais pré-pantanais que apresentam alargamento mediano e uma grande variedade botânica;
- aluviões nas margens dos rios, que normalmente se expandem, ocasionando uma coalescência de sedimentos aluviais.

Parte da bacia 66 está situada geologicamente sobre sedimentos cenozóicos de idade quaternária. Tais sedimentos são de origem flúvio-aluvionar, apresentando-se com natureza predominante arenosa e com teores de cimento carbonático.

A nível pedológico, prevalecem na área de interesse planossolos eutróficos e vertissolos. Os planossolos são solos minerais, hidromórficos, pouco profundos, que apresenta cores que denunciam a existência da redução e mosqueado, em decorrência da deficiente drenagem apresentada. São usados normalmente como pastagem natural, ficando outros usos, como em culturas de ciclo curto, sujeitos a uma rígida época de plantio e colheita, de forma a não coincidir com o período de chuvas e ascensão do lençol freático. Estes solos são encontrados na parte Noroeste, de Paiáguas, circundando o rio Paraguai até Corumbá, formando um semicírculo que acompanhando o citado curso d'água.

Os vertissolos são solos minerais medianamente desenvolvidos, pouco profundos, geralmente argilosos e mal drenados. Apresentam geralmente textura argilosa ou muito argilosa e são formados de sedimentos arenosos sílico-argilosos e areno conglomeráticos do quaternário.

O clima da região é do tipo quente, com período de inverno seco e geadas ocasionais em julho e agosto. A temperatura média anual está em torno de 25⁰C, no verão é de 32⁰C a 33⁰C, podendo chegar a 40⁰C e no inverno de 25⁰C e 29⁰C. A direção predominante dos ventos é noroeste para sudeste, o mês de maior velocidade média de vento é julho, na ordem de 116,7 km / dia, e a menor média de vento ocorre no mês de dezembro, em torno de 72,7 km/dia.

Grande parte da bacia do Alto Paraguai está assentada sobre a província do Paraná, que desenvolve-se para o norte até o paralelo de 17^o que corta o sul do estado de Mato Grosso. Esta província caracteriza-se pôr ser uma bacia sedimentar com aquíferos paleozóicos (formações Aquidauna, Ponta Grossa e Furnas) aflorantes e pouco explorados. As formações paleozóicas são constituídas pôr cláísticos finos, cujos sedimentação iniciou-se no Ortoviciano e desenvolveu-se até o Cretáceo Superior. Os poucos poços que captam água do aquífero Aquidauna apresentam vazões baixas entre 5 e 12 m³ / h, melhorando um pouco as vazões no aquífero Furnas, em torno de 60 m³ / hora.

O mais importante aquífero da província do Paraná é o Botucatu, que ocupa uma área de 213.000 km² no estado de Mato Grosso do Sul. A sua espessura é muito variável, podendo ultrapassar 600 m na porção confinada. As vazões são muito variáveis, em média, de 5 m³ / h na porção livre e de 200 m³ / h na parte confinada. Capeando o Botucatu, aparece um sistema de aquíferos basálticos, predominantemente fissural (cristalino), cujas vazões variam entre 60 m³ / h à 80 m³ / h. Recobrimo os basaltos pôr uma área de 180.000 km², ocorre o pacote arenoso do aquífero Bauru, com grande importância no escoamento de base dos rios e vazões com valores entre 2 e 80 m³ / h.

Analisados os aquíferos em termos de exploração atual tem-se:

- a) dificuldade no aproveitamento do aquífero Botucatu, que embora apresente vazões específicas superiores a 8 m³/s/h, ocorre confinado e a grandes profundidades, dificultando bastante o aproveitamento;
- b) os aquíferos Serra Geral e Bauru como os mais importante sob a ótica sócio-econômica, participando com 72% dos 220 x 10⁶ m³ de água disponibilizada pela Sanesul (Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul), através de cerca de 500 poços tubulares para abastecimento público;
- c) grande ocorrência de aquíferos fissurados e coberturas de solo laterítico e aluviões pouco permeáveis, o que leva a um baixo potencial hidrogeológico no estado do Mato Grosso.

O ESTUDO DAS SÉRIES HISTÓRICAS

O estudo das séries históricas foi sistematizado nas seguintes etapas:

Etapa 1: verificação da extensão da série histórica pluviométrica mensal de cada posto, sendo excluídos os postos com menos de 5 anos de informação;

Etapa 2: determinação do período de falhas, meses sem informação ou valores irrealis, em cada um dos postos selecionados;

Etapa 3: obtenção do gráfico que relaciona o posto com o período de informações sem falhas;

Etapa 4: para cada um dos postos pluviométricos, precisou-se, a partir da etapa 3, o respectivo período de falha da série histórica mensal. Buscou-se então dentre os postos pluviométricos disponibilizados 4 (quatro) que apresentaram informações no referido período, para efetuar o preenchimento do período com falhas. Foram usados como critérios na escolha , a proximidade com o posto em análise e a mesma ou altitude próxima;

Etapa 5: preenchimento de falhas em cada um dos postos usando a Metodologia da Curva da Dupla Massa;

Etapa 6: definição de um período comum, no caso 1970 á 1997, para o conjunto de postos analisados;

Etapa 7: obtenção das estatísticas: mínima, média e máxima para cada um dos postos pluviométricos a nível mensal, trimestral, semestral e anual;

Etapa 8: estimativa dos valores mínimo, médio e máximo mensais e anuais da região para o período 1970 á 1997.

A CURVA DUPLA MASSA

No preenchimento da série, analisou-se a consistência dentro de uma visão regional, com comprovação do grau de homogeneidade dos dados de referido posto em relação a observações verificadas em postos vizinhos e de altitudes iguais ou próximas. Foi utilizado o Método da Dupla Massa (Vide Gráfico 3), desenvolvido pelo Geological Survey, que apresenta as 9 etapas a seguir:

Etapa 1: definição do posto pluviométrico a ser analisado e respectivo período de falhas;

Etapa 2: verificação na bacia hidrográfica, entre os postos com mesma altitude ou próxima, daqueles que apresentam período de informações coincidentes com o período de falhas do posto analisado;

Etapa 3: seleção de 4 postos entre os escolhidos na *Etapa 2* e cálculo das médias mensais de tais postos;

Etapa 4: para o período de falhas do posto em análise, adota-se os valores calculados na *Etapa 3*;

Etapa 5: acumulam-se para o posto analisado e para a média dos 4 postos selecionados os valores mensais;

Etapa 6: plota-se num gráfico cartesiano os valores acumulados correspondentes a consistir (nas ordenadas) e da média dentre os 4 postos selecionados (nas abcissas);

Etapa 7: verificou-se a proporcionalidade entre o posto a consistir (analisado) e a média dentre os 4 postos selecionados, devendo os pontos alinhar-se conforme uma reta, considerando-se correlações (R^2) > 0,95;

Etapa 8: alinhados conforme uma reta, verificou-se a existência ou não de inconsistência. No caso de não existir inconsistência, está concluído o preenchimento das falhas, em caso contrário deve-se efetuar a *Etapa 9*;

Etapa 9: a inconsistência dos dados pode decorrer de:

- a) mudança na declividade, conduzindo a duas ou mais retas - implica na presença de erros sistemáticos, variações nas condições de observações e alterações climáticas locais;
- b) alinhamento dos pontos em retas paralelas – ocorre quando existem erros de transcrição de um ou mais dados ou presença de anos extremos nas séries plotadas;

- c) distribuição errática dos pontos – provém da comparação de postos com diferentes regimes pluviométricos.

No caso da mudança na declividade, pode-se corrigir os valores mais antigos para a situação atual ou corrigir os valores mais recentes para a condição antiga. Na escolha de cada uma das opções, se for detectado erro no período mais recente, a correção deverá ser realizada no sentido de preservar a tendência antiga. Em caso de período mais antigo, a correção deverá ser efetuada no sentido de preservar a mais recente. Os valores inconsistentes são corrigidos através da expressão 1:

$$P_a + (M_a / M_o) \times (P_o - P_a) \quad (1)$$

Onde:

- P_c (precipitação acumulada ajustada a tendência desejada);
- P_a (valor da ordenada correspondente à interseção das duas tendências);
- M_a (coeficiente angular da tendência desejada);
- M_o (coeficiente angular da tendência corrigida);
- P_o (valor acumulado a ser consistido).

OS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

Analisada distribuição dos postos da bacia 66 no referente à: altitude, latitude e longitude, verifica-se que:

- a) 41 % dos postos estão em altitudes menores ou igual a 50 m e apenas 9 % em cotas superiores a 400 m, o que pode indicar baixa incidência de chuvas orográficas nos valores quantificados;
- b) 50 % dos postos estão entre as latitudes 17° 00' 00" e 20° 00' 00" sul (parte central da bacia) e apenas 9% entre as latitudes 14° 00' 00" e 15° 00' 00" sul (parte norte da bacia);
- c) 52 % dos postos estão entre as longitudes 56° 00' 00" e 58° 00' 00" oeste (parte centro-oeste da bacia) e apenas 6% entre as longitudes 53° 00' 00" e 54° 00' 00" oeste (parte leste da bacia).

Analisados os postos da bacia 67 no referente à: altitude, latitude e longitude, verifica-se que:

- a) 34 % dos postos estão em cotas menores ou igual a 50 m e apenas 11 % em cotas superiores a 350 m, indicando baixa incidência de chuvas orográficas nos valores quantificados;

- b) 56 % dos postos estão entre as latitudes 21° 00' 00" e 22° 00' 00" sul (parte central da bacia) e apenas 11% entre as latitudes 22° 00' 00" e 23° 00' 00" sul (parte sul da bacia);
- c) ocorreu uma distribuição bem homogênea dos postos na bacia, levando-se em conta o comportamento a nível de longitude de leste para oeste, onde 56% dos postos estão entre as coordenadas 56° 00' 00" e 57° 00' 00" oeste e os 44% restantes entre as coordenadas 57° 00' 00" e 58° 00' 00".

Efetuada a análise individual dos postos inseridos na bacia 66, definidos como parâmetros para uma boa qualidade: a localização em área com boa densidade de postos; o tamanho da série e um baixo grau de dispersão em relação as estatísticas (mínima, média e máxima) obtidas para a bacia no relativo ao mês, trimestre, semestre e ano, tem-se que:

- a) o *Posto Porto Alegre* (Código: 1756003) foi o terceiro mais usado no preenchimento das falhas dos demais postos, estando também localizado numa área com boa densidade de postos, o que permite considera-lo um posto de ótima qualidade;
- b) o *Posto Porto Estrela* (Código: 1557000), o mais usado no preenchimento das falhas dos demais postos, está entre os 10 com maiores séries pluviométricas consistidas (28 anos), o que permite considera-lo um posto de ótima qualidade;
- c) o *Posto Campo Alto* (Código: 1956004), o quarto mais usado no preenchimento das falhas dos demais postos, apresentou a maior série pluviométrica consistida (38 anos), o que permite considera-lo um posto de ótima qualidade;
- d) os *Postos: São José do Mato Grande* (Código: 1857002) e *Paraíso* (Código: 1956001), localizados numa área com boa densidade de postos, estão entre os 10 com maiores séries pluviométrica consistidas, não tido sido muitos usados no preenchimento das falhas dos demais postos devido a grande quantidade de anos com falhas. Sendo assim, tais postos podem ser considerados de boa qualidade;
- e) o *Posto Entre Rios* (Código: 1956003), embora não tenha sido muito usado no preenchimento dos demais postos, foi o que apresentou os valores mais coincidentes com as estatísticas aplicadas a bacia: mínima, média e máxima do mês, trimestre e semestre, o que permite considerá-lo um posto de boa qualidade;
- f) os *Postos: Fazenda Seco* (Código: 1556006), *Porto Esperança* (Código: 1957006), *União* (Código: 1755001), *Ponte Estrada MT-738* (Código: 2056003) e *Rochedo* (Código: 2054002) apresentaram series pluviométricas anuais consistidas superiores a 20 anos, porém localizam-se fora da área com maior densidade dos postos, tendo pôr isso não estando entre os 10 mais usados no preenchimento das falhas, o que permite considera-lo como postos de média qualidade;

g) os *Postos: Rondonópolis* (Código: 1654002), *Orion* (Código: 1658001), *Acampamento Itiquira* (Código: 1754003), *Formosa* (Código: 1755002), *Coxim* (Código: 1854005), *São Gabriel do Oeste* (Código: 1954007), *Fazenda Rio Negro* (Código: 1956002), *Mutum* (Código: 1957008) e *Baía Negra* (Código: 2058001) apresentaram series pluviométricas anuais consistidas inferiores a 20 anos, não sendo recomendados para futuros estudos.

As citadas conclusões são de suma importância no planejamento da instalação de novos postos pluviométrico. Pelo retrato apresentado, recomenda-se colocar postos nas altitudes mais elevadas das bacias e na área sudeste da bacia 66, a fim de tornar a distribuição mais homogênea a nível de altitude e localização da presente rede pluviométrica.

RESULTADOS

Analisados as séries históricas de longa duração e os respectivos valores: mínimo, médio e máximo, cujas estatísticas são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, conheceu-se o comportamento pluviométrico da região nas diversas unidades de tempo analisadas: mês, trimestre e semestre.

Conhecido o percentual de distribuição de chuvas ao longo do ano hidrológico para os postos com as maiores séries consistidas, conforme mostra a Tabela 3 a seguir, caracterizar a bacia 67 pôr:

- a) menor irregularidade pluviométrica (menores variâncias a nível mensal no ano hidrológico) no trimestre de julho a setembro, o qual está inserido no semestre seco;
- b) maior irregularidade pluviométrica (maiores variâncias a nível mensal no ano hidrológico) no trimestre de janeiro a março, o qual está inserido no semestre chuvoso;
- c) aproximadamente 42 % da precipitação anual ocorrendo no período chuvoso de janeiro a março, tendo o mês de janeiro 17 % do total anual;
- d) apenas 5 % da precipitação anual ocorrendo no período seco de junho a agosto, tendo o mês de julho 1 % do total anual;
- e) período chuvoso (valores mensais acima da média) de outubro à março;
- f) período seco (valores mensais abaixo da média) de abril à setembro.

Tabela 3 - Distribuição percentual das chuvas ao longo do ano hidrológico - BHD 66												
Posto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
P2	19,33	15,04	12,97	7,94	3,26	1,77	0,79	1,50	4,01	6,96	11,79	14,64
P3	18,07	15,71	12,02	8,57	3,66	1,06	0,58	1,66	4,21	7,29	11,29	15,88
P4	17,21	14,45	11,84	6,95	3,98	2,41	0,85	1,05	4,43	7,69	13,90	15,24
P5	18,60	12,76	13,47	7,87	5,08	1,96	0,98	1,66	4,32	7,36	12,81	13,13
P6	17,63	13,73	11,79	6,19	3,79	2,09	1,13	1,91	4,84	8,91	11,45	16,54
P7	17,40	13,11	10,11	6,99	3,85	3,48	1,97	2,54	4,43	7,21	12,86	16,05
P8	17,08	15,05	13,32	7,34	3,72	1,57	0,88	1,72	4,21	7,56	11,57	15,98
P9	18,11	14,29	10,85	6,89	4,66	2,01	1,18	1,31	4,25	7,53	12,74	16,18
P10	17,80	12,07	11,72	7,37	5,23	2,77	1,49	2,72	4,53	7,79	11,29	14,22
P11	15,43	12,16	11,30	7,60	6,11	3,04	1,67	2,08	5,23	8,49	12,62	14,27
P12	15,99	13,51	11,08	7,58	5,43	2,78	1,65	2,05	5,44	8,22	10,34	15,93
Desvio	1,12	1,16	1,13	0,61	0,89	0,68	0,45	0,51	0,44	0,56	0,98	1,03
Média	17,40	13,84	12,02	7,42	4,38	2,25	1,15	1,78	4,51	7,74	12,11	15,31
Var.	1,26	1,35	1,29	0,38	0,79	0,46	0,20	0,26	0,19	0,32	0,96	1,05

Var. é a variância.

Onde: P1 (Fazenda Seco), P2 (Porto Estrela). P3 (Barra dos Bugres). P4 (União), P5 (São José do Mato Grande), P6 (Rio Negro), P7 (Paraíso), P8 (Campo Alto), P9 (Porto Esperança), P10 (Ponte Estrada MT-738) e P11 (Rochedo).

Observadas as intensidades pluviométricas mensais, possibilita-se afirmar que:

- a) no mês mais seco (julho): 65 % dos postos da bacia 66 apresentaram intensidade pluviométrica entre 11 mm e 20 mm e apenas 4% valores inferiores a 5 mm. Já na bacia 67, 55 % dos postos apresentaram intensidade pluviométrica inferior a 20 mm e 33 % valores superiores a 26 mm;
- b) no mês mais chuvoso (janeiro): 65 % dos postos da bacia 66 apresentaram intensidade pluviométrica entre 251 mm e 450 mm e apenas 4% valores abaixo de 150 mm. Na bacia 67, a intensidade pluviométrica máxima foi de 250 mm.

Analisada a pluviometria a nível trimestral, tem-se:

- a) no trimestre seco, 50 % dos postos com intensidade pluviométrica inferior a 60 mm e apenas 7 % com valores superiores a 100 mm na bacia 66;
- b) no trimestre seco: 50 % dos postos apresentaram intensidade pluviométrica inferior a 60 mm e apenas 7 % valores superiores a 100 mm na bacia 67;
- c) no trimestre chuvoso, 60 % dos postos com intensidade pluviométrica entre 501 mm e 700 mm e apenas 5 % com valores superiores a 800 mm na bacia 66;

d) no trimestre chuvoso, 60 % dos postos apresentaram intensidade pluviométrica entre 501 mm e 700 mm e apenas 5 % com valores superiores a 800 mm na bacia 67.

Efetuada a análise a nível semestral, verificou-se que:

- a) no semestre seco, 65 % dos postos apresentaram intensidade pluviométrica entre 251 mm e 350 mm e apenas 2,5 % valores inferiores a 200 mm na bacia 66;
- b) no semestre seco, 67 % dos postos apresentaram intensidade pluviométrica entre 301 mm e 400 mm e 22 % valores inferiores a 250 mm na bacia 67;
- c) no semestre chuvoso, 60 % dos postos apresentaram intensidade pluviométrica entre 501 mm e 700 mm e apenas 5 % valores superiores a 800 mm na bacia 66;
- d) no semestre chuvoso, 56 % dos postos apresentaram intensidade pluviométrica entre 701 mm e 800 mm e 33 % valores superiores a 800 mm na bacia 67.

O comportamento ao longo de todo ano hidrológico na bacia 66 caracteriza-se por:

- a) pluviometria mínima anual inferior a 800 mm em 41 % dos postos analisados;
- b) pluviometria média anual entre 1.000 mm e 1.400 mm em 56 % dos postos analisados;
- c) pluviometria máxima anual entre 1.700 mm e 2.1000 mm em 68% dos postos analisados.

O comportamento ao longo de todo ano hidrológico na bacia 67 caracteriza-se pôr:

- a) pluviometria mínima anual inferior a 400 mm em 56 % dos postos analisados;
- b) pluviometria média anual dos postos entre 1.001 mm e 1.200 mm em 67 % dos postos estudados;
- c) pluviometria máxima anual dos postos entre 1.700 mm e 2.1000 mm em 78% dos postos estudados.

As bacias 66 e 67 estudadas podem ser caracterizadas em termos de média a nível trimestral, semestral e anual pêlos valores apresentados nas Tabelas 4 e 5 a seguir.

Tabela 4 – Caracterização pluviométrica – BHD: 66

Média das médias anuais das séries históricas (mm)	1.3331
Média das mínimas anuais das séries históricas (mm)	802
Média das máximas anuais das séries históricas (mm)	1.781
Média dos trimestres secos das séries históricas (mm)	66
Média dos trimestres chuvosos das séries históricas (mm)	740
Média dos semestres secos das séries históricas (mm)	299
Média dos semestres chuvosos das séries históricas (mm)	1046

Tabela 5 – Caracterização pluviométrica – BHD: 67

Média das médias anuais das séries históricas (mm)	1.082
Média das mínimas anuais das séries históricas (mm)	331
Média das máximas anuais das séries históricas (mm)	1.519
Média dos trimestres secos das séries históricas (mm)	90
Média dos trimestres chuvosos das séries históricas (mm)	437
Média dos semestres secos das séries históricas (mm)	327
Média dos semestres chuvosos das séries históricas (mm)	755

CONCLUSÕES

Do estudo apresentado neste documento, pode-se concluir que:

- a) as bacias 66 (Alto Paraguai) e 67 (Baixo Paraguai) estão com as densidades de postos pluviométricos satisfazendo as recomendações da OMM (Organização Mundial de Meteorologia), valores estes precisados respectivamente em 1 posto para cada 6.412 Km² na bacia 66 e 1 posto para cada 1.622 Km² na bacia 67, embora existam áreas carentes de postos;
- b) é necessário implantar postos em algumas áreas da bacia 66 como: o trecho do baixo e médio do Rio Cuiabá, o trecho do alto do Rio São Lourenço, o trecho do alto e médio do Rio Negro e o trecho do baixo do Rio Aquidauna.
- c) deve-se implantar alguns postos nas cotas mais altas das bacias 66 e 67;

Como recomendações gerais pode-se:

- d) é importante instalar pluviógrafos ao longo das bacias 66 e 67, a fim de efetuar-se futuros estudos de intensidade, duração e frequência da pluviometria;
- e) deve-se implantar estações pluviométricas automáticas em locais estratégicos da bacia;
- f) deve-se implantar postos nas áreas com baixa densidade de postos e nas cotas mais altas das bacias.

AGRADECIMENTO

O autor deseja agradecer aos Profissionais Lawson S.F. Beltrame e Andrea Germano, pela confiança atribuída no desenvolvimento do referido estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Secretaria de Coordenação dos Assuntos do Meio Ambiente. Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai-PCBAP. Brasília,DF: PNMA, 1997.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia – Ciência e Aplicação. 2. ed. Editora da Universidade / UFRGS. Porto Alegre, 1993.

ANEXOS

Tabela 1 – Postos pluviométricos com preenchimento de falhas – Período: 1970 á 1997 – BHD: 67

CÓDIGO	NOME	COORDENADAS	VALORES (mm)							H (m)
			SEM		TRI		MIN	MÉD	MAX	
			S	C	S	C	ANO	ANO	ANO	
2056006	MIRANDA	20 14 00 S e 56 23 00 W	271	734	73	456	288	1004	1838	50
2156002	FAZENDA FIGUEIRA	21 30 46 S e 56 42 05 W	365	862	102	496	391	1228	2174	384
2157003	SANTA OTÍLIA	21 10 10 S e 57 01 01 W	369	822	91	499	403	1191	1874	250
2157004	PORTO MURTINHO	21 43 47 S e 57 53 07 W	311	698	85	409	208	1009	1837	97
2157005	MARABÁ	21 43 00 S e 57 26 26 W	317	734	81	435	394	1051	2099	50
2157006	BARRANCO BRANCO	21 00 00 S e 57 00 00 W	323	755	90	348	357	1078	2397	50
2256001	BELA VISTA	22 06 36 S e 56 31 32 W	373	754	110	445	391	1127	1835	350
2257000	CARACOL	22 00 47 S e 57 01 51 W	326	712	105	409	288	1039	1881	100
2257001	SANTA ROSA	20 34 00 S e 56 42 00 W	288	726	71	438	257	1007	1676	300

Onde: SEM é Semestre;

TRI é trimestre;

MIN é o mínimo;

MED é o médio;

MAX é o máximo;

S é o seco;

C é o chuvoso;

H é a altitude.

Tabela 2 – Postos pluviométricos com preenchimento de falhas – Período: 1970 á 1997 – BHD: 67

CÓDIGO	POSTO	COORDENADAS	VALORES (mm)							
			SEM		TRI		MÍN	MÉD	MÁX	H
			S	C	S	C	ANO	ANO	ANO	(m)
1754003	ACAMP. ITIQUIRA	17 05 00 S e 54 47 00 W	287	1120	56	629	938	1408	1972	150
1558004	ALTO JUARU	15 19 00 S e 58 07 00 W	310	1235	45	654	1007	1545	2099	235
1557001	BARRA DOS BUGRE	15 03 00 S e 57 11 00 W	297	1300	53	724	1109	1596	2022	129
1557003	BARRANQUINHO	15 39 00 S e 57 29 00 W	287	1173	61	652	814	1461	1973	187
1657003	CACERES	16 04 00 S e 57 41 00 W	252	1052	57	600	808	1304	1836	100
1853002	CACHOEIRA DA PÓLVORA	18 06 00 S e 56 58 00 W	304	1054	60	611	926	1358	1877	480
1456001	CAMARGO CORREIA	14 12 00 S e 56 24 00 W	295	1299	49	725	938	1594	2086	200
1853005	COLONIA FIGUEIRÃO	18 40 00 S e 53 58 00 W	305	1306	74	750	1359	1621	2020	300
1558000	COLONIA RIO BRANCO	15 29 00 S e 58 09 00 W	314	1192	58	656	936	1505	2151	150
1656000	COLONIA SANTA ISABEL	16 40 29 S e 56 02 00 W	724	1116	62	643	938	1389	2540	50
1854005	COXIM	18 30 00 S e 54 56 00 W	312	1129	65	649	928	1141	1973	200
1657002	DESCALVADOS	16 43 00 S e 57 45 00 W	298	1133	67	622	906	1334	2099	300
1658000	DESTACAMENTO CORIXÁ	16 23 40 S e 58 20 20 W	277	1062	57	560	719	1359	1972	168
1554001	EXTERNATO SÃO JOSÉ	15 51 00 S e 54 23 00 W	327	1291	57	727	906	1618	2099	400
1855000	FAZENDA SÃO GONÇALO	18 21 00 S e 55 51 00 W	308	1078	73	624	928	1386	1969	100
1556006	FAZENDA SECO	15 42 00 S e 53 32 00 W	268	1099	52	606	922	1367	1748	100
1853001	FIGUEIRÃO	18 44 00 S e 53 41 00 W	343	1260	76	745	905	1603	2217	300
1657004	FLECHAS	16 02 11 S e 57 15 15 W	293	1104	59	614	902	1397	1877	262
1755002	FORMOSA	17 00 00 S e 55 12 00 W	258	1080	51	617	786	1338	2061	50
1854003	JAURO	18 30 00 S e 54 13 00 W	353	1187	78	693	1189	1540	1792	200
1658001	ORION	19 59 00 S e 58 20 00 W	245	975	55	551	721	1220	1696	100
1854001	PEDRO GOMES	18 04 00 S e 54 32 00 W	312	1176	61	679	848	1488	2099	280
1558001	PONTE CABACAL	15 28 02 S e 57 53 53 W	286	1174	60	631	1052	1461	1791	188
1756003	PORTO ALEGRE	17 38 00 S e 56 58 00 W	239	985	45	535	646	1224	1648	50
1757001	PORTO CONCEIÇÃO	17 09 00 S e 57 23 00 W	240	941	48	531	646	1181	2061	50
1558003	PORTO ESPIRIDÍÃO	15 51 00 S e 58 27 00 W	279	890	75	523	709	1169	1815	250
1557000	PORTO ESTRELA	15 20 00 S e 57 14 00 W	235	987	47	550	646	1212	1789	100
1757007	PORTO ÍNDIO	17 37 00 S e 57 42 00 W	250	942	54	519	646	1192	2061	50
1754002	POSTO CORRENTES	19 37 00 S e 54 50 00 W	310	1259	57	705	848	1569	2099	300
1756002	RETIRO SEGURO	17 57 00 S e 56 38 00 W	249	994	48	556	749	1244	1713	50
1854002	RIO VERDE DO MT	18 55 00 S e 54 52 00 W	157	830	91	515	1027	1509	2099	187
1654002	RONDONÓPOLIS	16 28 00 S e 54 38 00 W	263	1109	44	622	862	1372	1810	100
1456000	ROSÁRIO OESTE	14 55 00 S e 55 23 00 W	271	1229	41	671	938	1500	1927	174
1755000	S. ANTONIO DO PARAÍSO	17 36 00 S e 55 11 00 W	275	1026	61	600	898	1300	1712	50
1755004	SÃO JERÔNIMO	17 10 10 S e 55 59 59 W	257	1040	57	589	894	1299	1742	50
1656004	SÃO JOÃO	16 56 00 S e 56 38 00 W	239	979	56	537	833	1295	1736	50
1557004	SÃO JOSÉ DO SEPOTUBA	15 57 00 S e 57 39 00 W	251	1146	47	632	937	1397	2307	100
1456010	TAPIRAPUA	14 50 00 S e 57 55 00 W	295	1300	54	734	906	1595	2099	250
1757002	UBERABA	17 14 00 S e 57 47 00 W	239	987	59	545	640	1227	2061	50
1755001	UNIÃO	17 42 00 S e 55 47 00 W	239	933	51	543	646	1172	1529	50
1857001	AMOLAR	18 02 00 S e 57 30 00 W	311	1034	81	537	792	1353	2637	100
1954005	BANDEIRANTE	19 52 00 S e 54 22 00 W	401	1109	95	664	927	1509	1966	639
1956005	BODOQUENA	19 51 00 S e 56 58 00 W	288	1071	72	659	870	1359	1914	190
2156000	BONITO	21 06 26 S e 56 31 11 W	429	1137	112	672	1006	1566	2099	242
1954004	CAMAPUA	19 32 00 S e 54 04 00 W	328	1092	69	614	927	1420	1895	484
CÓDIGO	POSTO	COORDENADAS	SEM		TRI		MÍN	MÉD	MÁX	H
			S	C	S	C	ANO	ANO	ANO	(m)
1956004	CAMPO ALTO	19 05 00 S e 56 06 00 W	235	1013	44	568	646	1247	2061	50

1857000	CASTELO	18 38 00 S e 57 36 00 W	246	936	47	543	390	686	1251	100
2055001	CIPOLÂNDIA	20 06 00 S e 55 25 00 W	395	1112	104	639	843	1506	1973	150
1957002	CORUMBÁ - ETA	19 00 00 S e 57 39 00 W	261	1010	70	591	646	1272	1776	100
1956003	ENTRE RIOS	19 36 00 S e 56 28 00 W	288	1001	57	638	734	1389	1973	50
2055003	FAZENDA LAJEADO	20 13 00 S e 55 29 00 W	360	1098	81	605	843	1459	2099	400
1956002	FAZENDA RIO NEGRO	19 34 00 S e 56 12 00 W	297	1076	73	624	928	1373	1698	106
1957004	FORTE COIMBRA	19 55 00 S e 57 47 00 W	265	1011	61	511	630	1177	1604	50
1955000	IGUAÇU	19 59 00 S e 55 52 00 W	282	1004	57	558	821	1287	1837	50
2156001	JARDIM	21 27 06 S e 56 06 08 W	414	989	108	579	848	1403	2099	350
2056005	MIRANDA	20 14 00 S e 56 23 00 W	278	772	76	476	288	1050	1838	50
2155001	NIOAQUE	21 09 00 S e 55 48 00 W	356	997	90	587	880	1246	2099	350
2055002	PALMEIRAS	20 27 00 S e 55 30 00 W	299	889	68	428	646	1188	1730	50
1956001	PARAÍSO	19 09 00 S e 56 42 00 W	182	583	59	353	161	765	1367	50
1957005	PIRAPUTANGA	19 32 00 S e 57 08 20 W	317	1015	78	565	756	1332	1809	50
2056003	PONTE ESTRADA MT-738	20 44 02 S e 56 07 00 W	326	901	85	516	646	1228	2061	50
1956006	PORTO CARREIRO	19 57 00 S e 56 53 00 W	316	1117	71	661	928	1433	1973	150
1957003	PORTO DA MANGA	19 12 00 S e 57 14 00 W	236	790	48	446	403	1027	1615	50
1957006	PORTO ESPERANÇA	19 37 00 S e 57 27 00 W	272	824	77	482	646	1096	1682	83
1856000	PORTO ROLON	18 36 00 S e 56 50 00 W	245	806	53	500	535	1023	1780	50
1954003	RIO NEGRO	19 28 00 S e 54 57 00 W	355	964	109	602	982	1221	1448	228
1954002	ROCHEDO	19 57 00 S e 54 52 00 W	371	1078	94	612	875	1449	1973	250
1954007	S.GABRIEL DO OESTE	15 57 00 S e 57 39 00 W	378	1126	94	656	989	1504	2133	400
2054009	SANTA ELISA	20 28 00 S e 54 49 00 W	358	1125	81	642	723	1483	2099	400
1857003	SÃO FRANCISCO	18 23 00 S e 57 21 00 W	309	1061	74	606	832	1370	2508	50

Gráfico 1 – Pluviometrias mensais: mínima, média e máxima

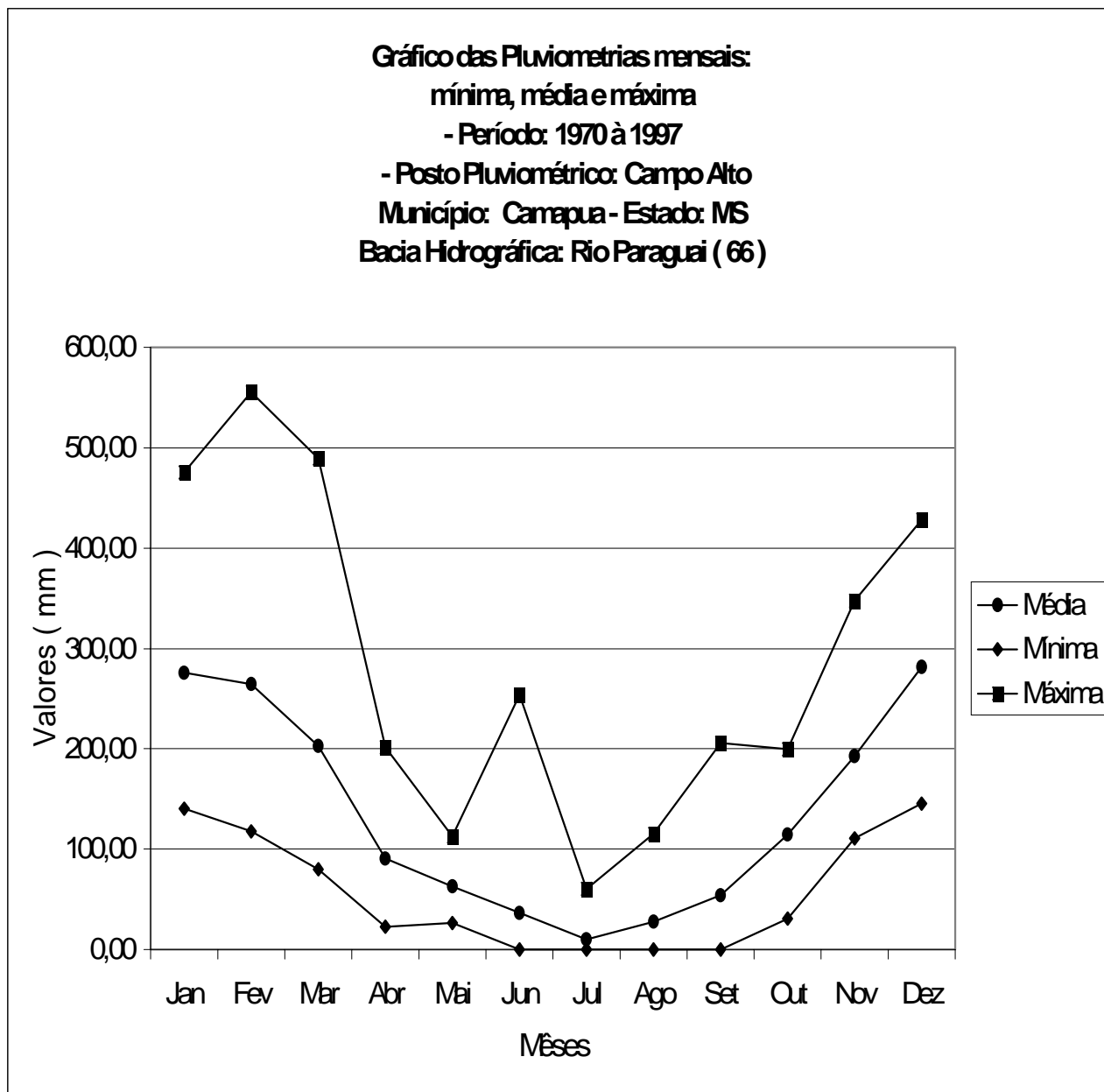


Gráfico 2 – Ietograma – Médias históricas mensais

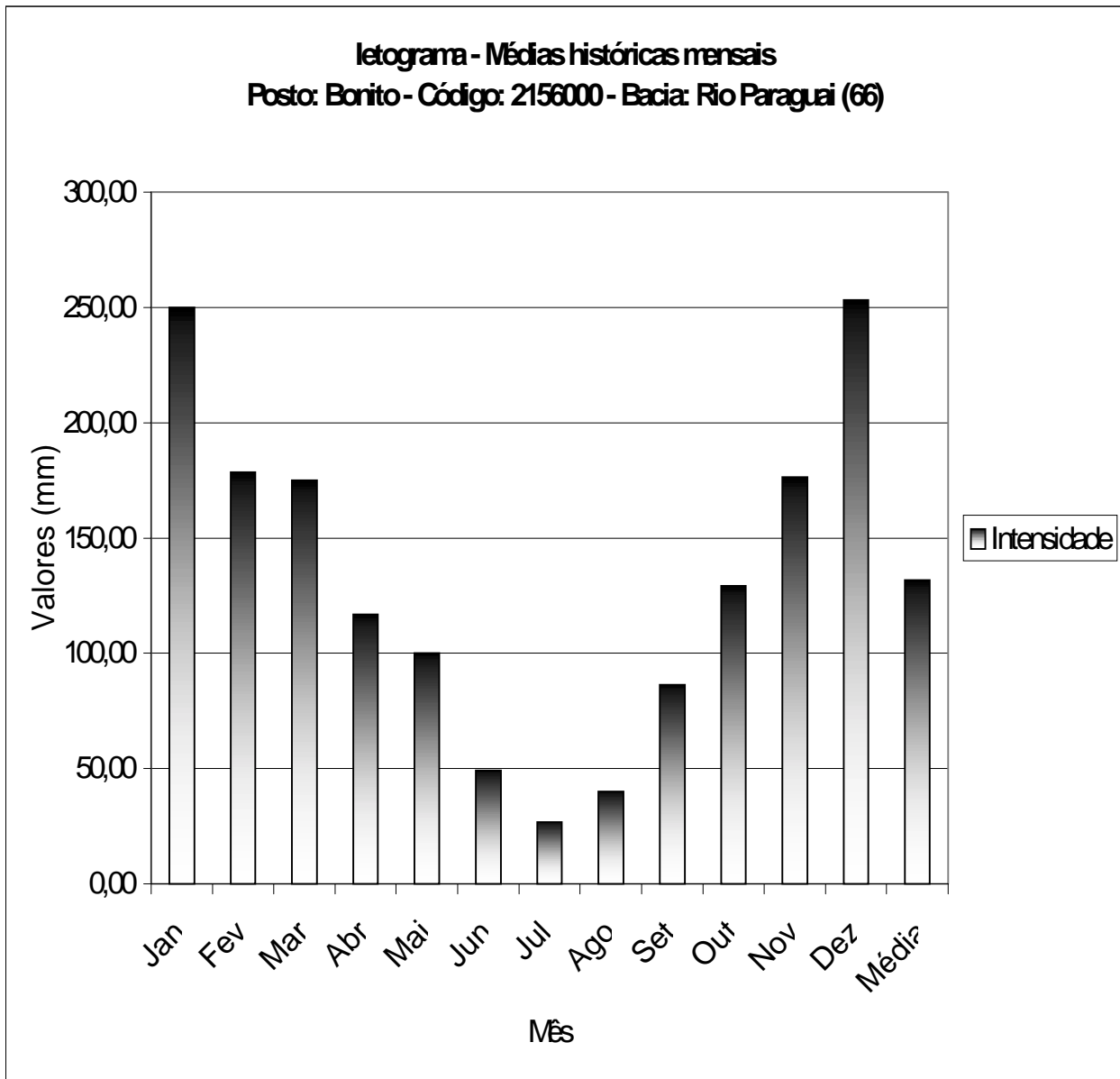


Gráfico 3 – Curva Dupla Massa

