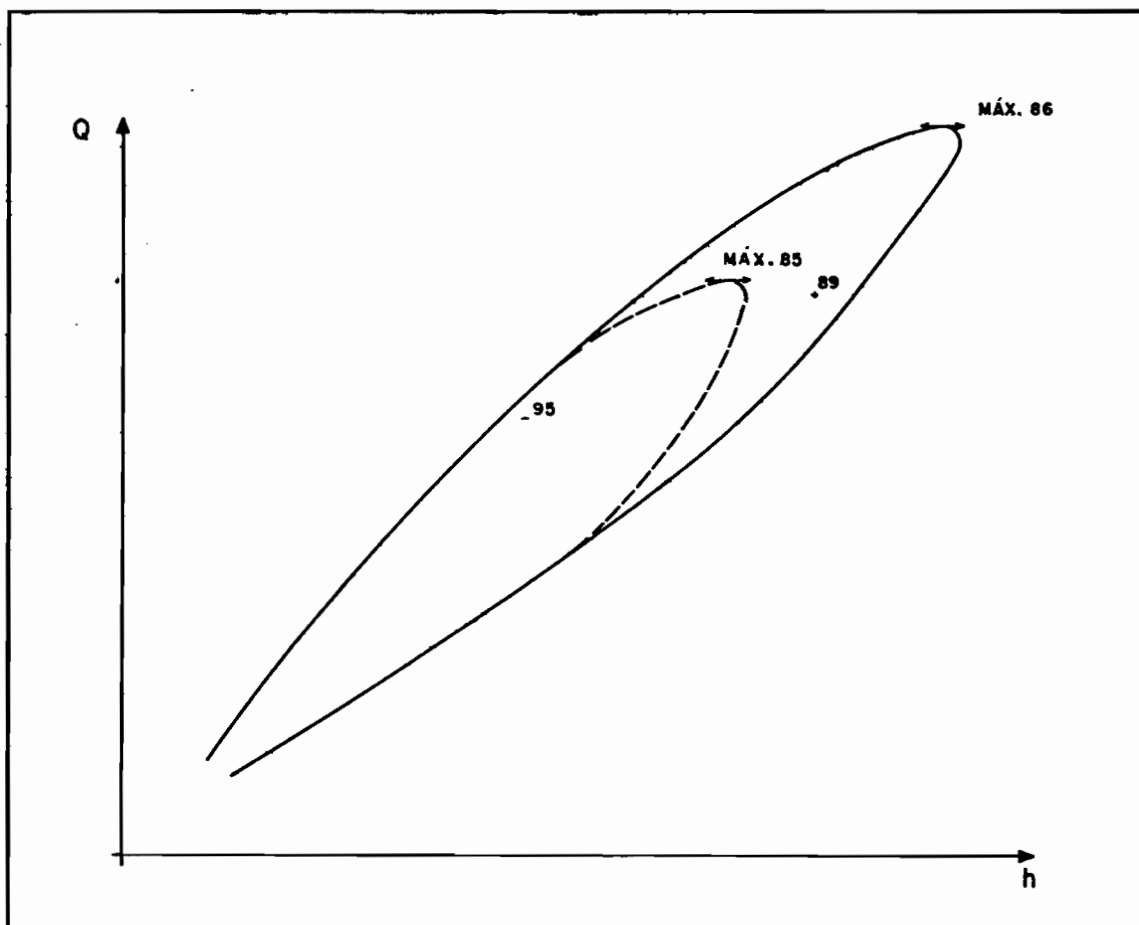




Ministério das Minas e Energia - MME
Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE

ESTUDO DA CURVA-CHAVE DO POSTO DE MANACAPURU NO RIO SOLIMÕES



ESTUDO DA CURVA-CHAVE DO POSTO FLUVIOMETRICO DE MANACAPURU

NO RIO SOLIMÕES

Documento apresentado no CURSO sobre CURVA-CHAVE
realizado no DNAEE/DCRH de 15 a 19 de dezembro 1986

Autor : Gilbert JACCON - Consultor ORSTOM/DNAEE

Desenho : Daniel de Souza VABO - DCRH

Dezembro 1986

1- CARACTERISTICAS DO POSTO DE MANACAPURU

A cidade de MANACAPURU (Amazonas) é situada na margem esquerda do rio Solimões, aproximadamente 80 km à montante da confluência do rio Negro.

A seção de réguas linimétricas foi instalada, cerca de 3 km à jusante do centro da cidade, no dia 28 de junho de 1972.

Código do posto : 14100000

Coordenadas do posto : 3° 19' S e 60° 35' W

Área da bacia hidrográfica : ≈ 2 150 000 km²

Altitude do zero da régua : desconhecida

A seção de medição de descarga fica situada à 6 km à jusante da seção de réguas. A largura total, entre as duas margens, atinge 3 180 m atualmente (aumentou de 70 m entre 1973 e 1986) e a profundidade média varia em torno de 21 m (para a cota 1000 cm na régua) no decorrer do ano, em função das fases de erosão (subida das águas) e de sedimentação (águas em depleção), assim como da progressão de dunas, cuja altura pode ultrapassar 5 metros.

As figuras 1 e 2 mostram a localização das 2 seções e a posição dos alvos e plataformas para teodolitos, utilizados para as medições. A figura 3 apresenta um ecograma levantado em maio de 1985, mostrando o perfil bastante irregular do fundo do rio.

2- CRONOLOGIA LINIMETRICA

A série de cotas diárias é completa desde o dia de instalação do posto (28 de junho de 1972).

Para verificar sua homogeneidade, utilizamos as cotas do posto linimétrico do porto de MANAUS (operado pela Portobras). Apesar de ficar nas margens do rio Negro a mais de 20 km à montante da confluência, o nível das águas em MANAUS é determinado, em primeiro lugar, pela vazão do rio Solimões.

A figura 4 apresenta um gráfico de correspondência entre as cotas dos dias 1, 11 e 21 de cada mês dos 2 postos para os anos 1974 e 1982 e vários mínimos e máximos anuais. Foi utilizada, para o posto de MANAUS, a cota do dia seguinte, admitindo-se um tempo de propagação de um dia.

O alinhamento dos pontos é perfeito e a leve dispersão observada corresponde as fases de subida e descida do rio durante o ciclo anual. A relação entre as cotas dos 2 postos é a seguinte :

$$h \text{ MANACAPURU} = h \text{ MANAUS} - 930 \quad (\text{cotas } h \text{ em cm})$$

Na figura 5 foi traçada a curva dupla-acumulativa dos valores máximos anuais entre 1973 e 1985 : os 13 pontos são perfeitamente alinhados, confirmando a boa homogeneidade da série de MANACAPURU.

A precisão absoluta das observações deve ser de 2 à 5 cm, dependendo muito da amplitude das ondas ("barreiro") no momento da leitura (e da aplicação do observador).

As cotas máximas e mínimas observadas no período são as seguintes :

data	máximo (cm)	data	mínimo (cm)
06 07 1973	1922	18 11 1973	1145
04 07 1974	1909	03 12 1974	1251
23 06 1975	1972	26 11 1975	1003
20 06 1976	1999	20 11 1976	884
24 06 1977	1909	12 11 1977	1125
27 06 1978	1875	08 12 1978	1101
22 06 1979	1870	21 10 1979	789
18 06 1980	1627	26 10 1980	845
22 06 1981	1745	21 10 1981	774
24 06 1982	1944	01 11 1982	876
05 06 1983	1713	19 10 1983	748
18 06 1984	1857	27 10 1984	991
01 07 1985	1660	26 11 1985	1030
12 07 1986	1857		

O ciclo hidrológico anual do rio Solimões é simples : 6 meses de subida, de dezembro até junho e 6 meses de descida, de julho até novembro. Mas, se a recessão é sempre regular, é frequente observar um ou dois máximos secundários nos meses de janeiro, fevereiro ou março, devidos às enchentes dos afluentes logo à montante (rio Purus, em particular).

3- MEDICOES DE DESCARGA LIQUIDA

Entre maio de 1973 e agosto de 1986 foram realizadas 102 medições de descarga líquida no posto de MANACAPURU.

A tabela 1 fornece a relação completa destas medições, numeradas cronologicamente a partir de 1, com as seguintes informações :

coluna 2 : data = dia da medição ou primeiro dia para as medições de 2 dias;

coluna 3 : cota em cm = média das cotas no início e no fim da medição;

coluna 4 : desnível (D) entre MANACAPURU e MANAUS, calculado pela relação :
 $D \text{ em cm} = \text{cota MANACAPURU} + 1100 - \text{cota MANAUS do dia seguinte}$

a altitude absoluta do zero da régua de MANACAPURU sendo desconhecida, o valor 1100 cm foi escolhido da maneira seguinte : considerando que a declividade do rio deve ser de 1 a 2 cm por km ou seja de 100 a 200cm em 100 km, o fator de correspondência das duas régua (930 cm) foi acrescido, de maneira arbitrária, de 170 cm ; fica claro que o desnível assim calculado não corresponde à real declividade do rio entre as 2 régua, mas é um simples índice desta;

coluna 5 : gradiente (G) linimétrico em cm por dia

o gradiente linimétrico, ou valor da tangente ao linigrama no dia da medição, foi calculado pela média ponderada das cotas dos 4 dias anteriores et das cotas dos 4 dias posteriores a medição, de

maneira a limitar os efeitos da imprecisão das leituras (ver o trabalho de G.JACCON e V.S.GUIMARAES, apresentado no V Simpósio da ABRH : CALIBRAGEM em ESTACOES FLUVIOMETRICAS da BACIA AMAZONICA - Aplicação do método do gradiente linimétrico - BLUMENAU Nov. 1983)

coluna 6 : método utilizado para a medição

5 pon. = método do barco não ancorado com 5 pontos por vertical;
 2 pon. = método do barco não ancorado com 2 pontos por vertical;
 1 pon. = método do barco não ancorado com 1 ponto por vertical;
 Integ. = método do barco não ancorado com integração vertical;
 Mov./6 = método do barco em movimento com 6 travessias;
 ANC. = medição detalhada com o barco ancorado.

coluna 7 : número do molinete utilizado para a medição.

coluna 8 : duração da medição.

coluna 9 : descarga em m³/s)

coluna 10 : área em m² (valores registradas no arquivo do DNAEE

coluna 11 : velocidade média em m/s)

A repartição cronológica das medições é a seguinte :

- . 5 em 1973, tendo sido as medições n° 2, 3 e 4 feitas pelo método do barco em movimento - cota máxima medida = 1859 cm;
- . 7 em 1974 (frequência bimensal), todas feitas pelo método "grandes rios", com 24 a 26 verticais e 5 pontos por vertical (120 a 130 tomadas de velocidade) - cota máxima medida = 1895 cm;
- . 13 em 1975 (frequência mensal), feitas pelo método "grandes rios com 5 pontos", exceto as medições n°17, 18 e 19 executadas pelo método do barco movimento - cota máxima medida = 1972 cm;
- . 13 em 1976 (frequência mensal) - cota máxima medida = 1999 cm;
- . 12 em 1977 (frequência mensal) - cota máxima medida = 1907 cm;
- . 12 em 1978 (frequência mensal) - cota máxima medida = 1868 cm;
todas feitas pelo método "grandes rios com 5 pontos por vertical"
- . 6 em 1979 (frequência bimensal), as três últimas com 2 pontos por vertical - cota máxima medida = 1793 cm;
- . 6 em 1980 (frequência bimensal), todas com 2 pontos por vertical - cota máxima medida = 1616 cm;
- . 5 em 1981, sendo duas com 2 pontos, uma com 1 ponto e duas com integração vertical - cota máxima medida = 1733 cm;
- . 4 em 1982, todas com 2 pontos - cota máxima medida = 1943 cm;
- . 4 em 1983, todas com 2 pontos - cota máxima medida = 1538 cm;
- . 8 em 1984, sendo as medições 90, 911 e 921 feitas pelo método "grandes rios" com 2 pontos (posicionamento do barco em 31 verticais previamente escolhidas); estas medições e a 881 também foram feitas pelo método do barco ancorado (22 a 5 verticais de 5 a 10 pontos ou seja 180 a 220 medidas de velocidade) - cota máxima medida = 1843 cm;
- . 4 em 1985, sendo a medição n°94 feita pelos 2 métodos - cota máxima medida = 1568 cm;
- . 3 em 1986, sendo a medição n°99 feita pelos 2 métodos - cota máxima medida = 1768 cm.

A repartição no intervalo de cotas é boa : a cota máxima observada (1999 cm) coincide com a máxima no dia 23 de junho de 1976 e a cota mínima medida (780 cm) fica a 32 cm somente acima do mínimo registrado (748 cm).

Uma grande parte dos pontos representativos das medições feitas pelo método "grandes rios, 2 ou 5 pontos" no período 1973-1983 são plotados na figura 6, junto com o sinal (+ ou -) do gradiente linimétrico. A análise desta figura (e de varias outras figuras, considerando as medições do mesmo ciclo hidrológico, as feitas com o mesmo molinete, etc...) nos conduziu às seguintes hipóteses, no que diz respeito ao tipo da relação cota-vazão em MANACAPURU :

1. a relação não é unívoca, fato evidenciado por uma nítida tendência das descargas medidas durante a subida do rio (+) ficarem de modo geral maiores que as descargas medidas durante a descida (-); a não-univocidade causada pela variação contínua da declividade superficial durante o ciclo hidrológico, é uma característica de quase todos os grandes rios com pouca declividade natural e se encontra em todos os postos fluviométricos do rios Solimões e Amazonas;

2. a presença de numerosas anomalias (sinais + e - trocados) e a variabilidade de um ano ao outro do intervalo ΔQ entre as vazões de subida e de descida do rio para a mesma cota na régua, são os sinais :

- seja de uma grande instabilidade do perfil transversal;
- seja de uma notável imprecisão das medições, devido às mudanças no método utilizado ou a falta de rigor na execução das medições;
- seja da simultaneidade das duas causas.

3. as análises mais detalhadas mostraram também que o gradiente linimétrico não é bem representativo das variações da declividade superficial do rio; isso provavelmente por causa da influência (remanso) do rios Madeira e Negro, quando o Solimões se encontra em níveis baixos a médios.

Foram excluídas as hipóteses de mudanças tanto na homogeneidade da série de cotas quanto no próprio regime hidráulico do rio (veja acima a correspondência entre as séries de MANACAPURU e MANAUS).

4- CRITICA DAS MEDICOES

As hipóteses feitas a partir do conjunto das medições devem ser verificadas. Para isso, é absolutamente necessário conhecer o grau de confiabilidade de cada medição. Seria de fato uma absurdez, elaborar uma teoria na base de valores nitidamente errados.

A crítica das medições permite selecionar as melhores e excluir as piores. Etapa indispensável e anterior ao traçado da curva-chave, a crítica deve ser objetiva e sistemática. Deve ser absolutamente evitada uma crítica parcial, limitada somente às medições consideradas anormais no gráfico.

No caso de MANACAPURU a crítica foi feita por meio de computador para todas as medições "grandes rios" ou seja 95 ao total. Não foram analisadas 5 medições para as quais não conseguimos recuperar o original completo. As 6 medições executadas pelo método "moving-boat" não foram criticadas pelo fato

de não ter nas planilhas as informações necessárias a respeito do equipamento utilizado; de qualquer forma, o simples exame das planilhas originais mostra que estas medições são pouco confiáveis (30 a 35 tomadas de velocidade somente ou seja uma em cada 100 metros, ângulos com a seção PIPF de 80°, etc...)

As tabelas 2 e 3 apresentam todos os resultados da crítica, na seguinte sequência :

Tabela 2

Ela reúne os valores dos testes.

coluna 2 : número de verticais;
 colunas 3 e 4 : distâncias mínima e máxima entre 2 verticais consecutivas;
 colunas 5, 6 e 7 : distância do barco à seção PIPF; são indicados os números de tomadas de velocidade feitas a mais de 10 e mais de 20 metros, assim como a distância máxima do barco à montante (-) ou à jusante (+) da seção;
 colunas 8 e 9 : desvio lateral (ou transversal) do barco; são indicados os valores do deslocamento médio de todos os pontos e do deslocamento máximo (em metros);
 colunas 10 e 11 : desvio longitudinal do barco;
 colunas 12 e 13 : número de pontos e verticais, eliminados para o cálculo da vazão corrigida ; a figura 7 dá a relação dos 4 testes de exclusão.

Os critérios utilizados para excluir uma tomada de velocidade (exclusão feita automaticamente pelo programa) foram escolhidos após uma longa série de testes. Foi constatado que o maior fator de imprecisão da medição pelo método "grandes rios" é o DESVIO LATERAL do barco. Aplicar a fórmula de Pitágoras para corrigir o valor da velocidade, supõe que o conjunto lastro-molinete fica sempre orientado na direção resultante da correnteza e do desvio do barco. Nós temos muitas dúvidas quanto à validade desta hipótese, como desconfiamos bastante da precisão do trabalho dos observadores de teodolitos, quando não há contatos por rádio com o barco.

A fim de concretizar melhor para o leitor as nossas dúvidas, foram escolhidos numa medição considerada por nós "muito duvidosa" (n°64) e traçados na figura 8, três perfis de velocidade :

- o perfil da vertical n°1 é normal - as correções devidas aos desvios laterais DX são negligenciáveis; a maior correção é feita no quinto ponto, devido ao recuo longitudinal do barco de 10,2m (correção de 24% !);

- o perfil da vertical n°18 é inaceitável e o perfil da vertical n°25 é simplesmente cômico !

A medição n°64 foi escolhida totalmente por acaso e os exemplos deste tipo são numerosos. De maneira geral, os erros grosseiros tinham sido corrigidos antes ou durante o cálculo da medição mas de maneira aleatória ou arbitrária (por exemplo, eliminando simplesmente o sinal e conservando o valor absoluta das velocidade negativas ...).

Como a crítica deve ser SISTEMÁTICA, decidimos eliminar os pontos errados ou duvidosos e recalcular as medições com os pontos confiáveis.

Tabela 3

Ela reúne os resultados corrigidos e a classe de qualidade da medição.

colunas 2 a 6 : resultados do cálculo da medição após eliminação dos pontos errados; as colunas 3 e 5 dão os desvios relativos aos valores brutos (em %);

colunas 7 a 9 : resultados do cálculo da medição com o perfil-tipo; este cálculo utiliza as profundidades relativas aos 91 pontos do perfil-tipo levantado em 18 de novembro de 1984 e as velocidades correspondentes, obtidas por interpolação linear entre as velocidades médias das verticais levantadas em campo. Este procedimento permite eliminar do resultado final as dúvidas sobre a área molhada e fornece um resultado mais preciso quando o perfil transversal é complexo.

colunas 10 e 11 : velocidade média a 20% e razão com a velocidade média que resulta do cálculo com as correções;

coluna 12 : classe da medição, definida pelos seguintes critérios :

- . classe A : desvios DX e DY não superiores a 4,0 metros e nenhum defeito notável ==> EXCELENTE
- . classe B : DX e DY dentro da faixa 4,1 - 6,0 m, alinhamento do barco regular e mais de 50 tomadas de velocidade válidas ==> REGULAR
- . classe C : DX e DY dentro da faixa 6,1 - 8,0 m, alinhamento do barco regular e mais de 40 tomadas de velocidade válidas ==> FRACA
- . classe D : outras medições ==> RUIM

A repartição das 90 medições criticadas é a seguinte :

- 7 na classe A (8%) = n° 31, 34, 45, 72, 90, 94 e 99 (as três últimas feitas durante os Cursos sobre Medição da Descarga Líquida em Grandes Rios);
- 29 na classe B (32%) = n° 6, 14, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 32, 33, 35, 36, 37, 43, 44, 49, 50, 54, 63, 67, 68, 69, 82, 88, 89, 91, 93 e 992;
- 28 na classe C (31%);
- 26 na classe D (29%)

ou seja, 36 medições boas (EXCELENTE e REGULAR) e utilizáveis para a análise preliminar da relação cota-vazão.

Sem entrar em mais detalhes sobre a crítica, chamamos a atenção do leitor sobre a repartição cronológica das classes das medições : destacam-se as séries boas (n° 21 a 25, 28 a 37 ...) e as séries péssimas (n° 8 a 13, 58 a 62 ...)

As tabelas 2 e 3 são muito ricas em informações sobre os erros sistemáticos ou casuais que acontecem, inevitavelmente, no decorrer do trabalho de campo, do cálculo e do armazenamento final do resultado. Por exemplo, foi feito um erro de digitação no valor da vazão da medição 30, entrada no arquivo SIH com um valor de 121124 m³/s, no lugar de 131124 m³/s ...

5- ANÁLISE PRELIMINAR DA RELACAO COTA-VAZAO

A análise é feita na base das 36 medições de classe A e B.

Considerando as reservas feitas sobre o gradiente linimétrico por causa de remanso, utilizamos como indicador das variações da declividade a raiz quadrada do desnível. Este método admite que a velocidade média é proporcional a raiz quadrada do desnível ou seja :

$$Q/D^{0,5} = f(h)$$

Nas figuras 9 e 10 foram plotadas as 36 medições, usando-se para o cálculo os valores das colunas 2 e 7 da tabela 3, ou seja as vazões corrigidas e calculadas com o perfil-tipo.

Estas figuras mostram :

1. a existência de dois grupos de medições : o primeiro consta das medições 6 a 63 e o segundo das medições 67 a 99;
2. em cada grupo, e particularmente no segundo, a redução da dispersão pela raiz quadrada do desnível é muito eficiente;
3. só duas medições apresentam um desvio importante : a medição n°35 do grupo 1 e a medição n°82 do grupo 2;
4. a dispersão relativa dos pontos é maior com as vazões calculadas com o perfil-tipo; parece existir uma compensação natural entre a área e a velocidade média e, por consequência, não é justificada a utilização de um único perfil-tipo, pelo menos no caso de MANCAPURU.

E NORMAL A PRESENÇA DE DOIS GRUPOS ?

A priori a resposta é não : a cronologia linimétrica é homogênea e fica muito difícil admitir uma evolução tão nítida e rápida do regime hidráulico num rio deste tamanho.

Com o objetivo de responder a esta pergunta, analisamos graficamente os valores das áreas e das velocidades a 20% da profundidade, sendo esses dois parâmetros medidos de maneira INDEPENDENTE.

Na figura 11, foram plotadas as áreas das 36 medições - símbolos (+) para o grupo 1 e (.) para o grupo 2 - e traçadas as curvas "cota-área" dos perfis levantados em 12/1983, 11/1984 (usado como perfil-tipo) e 08/1986, através de uma batimetria detalhada. A distância entre as curvas extremas dá a amplitude de variação da área molhada : de 9% na cota 1900 até 15% na cota 1000. Como já foi indicado, as variações do perfil transversal são rápidas e acompanham o ciclo hidrológico (erosão durante a subida das águas, sedimentação durante a recessão).

A figura 11 pôs em evidência :

- o desvio sistemático, para menos, das áreas medidas em relação às áreas calculadas (levantamentos batimétricos);
- a dispersão muito grande dos pontos nos dois grupos, um pouco menor no grupo 2;
- a ausência de diferenciação dos dois grupos : seria muito difícil traçar uma curva para cada grupo.

Entre as causas desses fatos, podemos citar :

1. o acrécimo da largura que apesar de ser um fenômeno contínuo, parece ter apresentado algumas fases mais intensas : ≈ 30 m no início do ano 1978 (entre as medições 49 e 54) e ≈ 20 m em 1986; essas variações correspondem a um acréscimo da área de 500 a 800 m², sensível mas insuficiente para explicar sozinho a dispersão dos pontos;

2. a imprecisão das medições :

- seja por causa do pequeno número de verticais : o melhor exemplo é a medição 921, feita logo após a batimetria de novembro 1984 e que apresenta um valor de área (calculada com 25 verticais) inferior de 1500 m² ao perfil-tipo (-2,5%); a mesma medição feita pelo método ancorado com 22 verticais, mas calculada graficamente, tem uma área exata ...;
- seja por falta de aferição do ecobatímetro (caso frequente observado até no Curso de 1985) ou porque a correção não foi aplicada no momento de calcular a medição;
- seja enfim, por causa de uma triangulação imprecisa : a figura 12 apresenta as várias referências topográficas utilizadas (PI auxiliar "móvel"); como os valores dos ângulos e o comprimento da base nunca são anotados nas planilhas de campo, tivemos de utilizar os valores dos cálculos originais; mas alguns são discrepantes e duvidosos. Por que não foram construídas 2 plataformas, logo no início da operação do posto, como feito em abril de 1984 ?

Os dois grupos de medições são distintos na figura 14 : isso significa que a diferença seria ligada às velocidades ou seja aos fatores hidráulicos do escoamento. Contudo podemos observar que a separação é nítida somente para as medições de cota inferior a 1400. Acima deste valor, a dispersão é importante mas os dois grupos se confundem.

Pode ser visto também na figura 14 que a discrepância das medições 35 e 82 é um déficit de velocidade, portanto um problema de molinete. Não temos condições de saber se foi um defeito do aparelho ou um erro de equação. De qualquer forma, as 2 medições são duvidosas e não poderão ser utilizadas para o traçado da curva-chave.

Os elementos reunidos nesta análise da relação cota-vazão não permitem explicar a existência dos 2 grupos. Só podemos observar que o método de medição mudou : 25 verticais e 125 tomadas de velocidade em média no grupo 1, 30 verticais e 60 tomadas de velocidade em média no grupo 2. É certo que o valor da área é mais preciso com 30 verticais. Mas por que a velocidade média a 20% da profundidade seria maior com 30 verticais ?

Não temos resposta a esta pergunta que deverá voltar a ser estudada após o cálculo das descargas médias diárias e mensais, feito com a curva-chave de um dos dois grupos. Se o controle de homogeneidade da série de vazões mostrar uma descontinuidade no decorrer do ano de 1979, teremos de admitir a existência dos dois grupos e de duas curvas de calibragem. Se ao contrário a série for homogênea, poderemos confirmar a nossa impressão de que a presença dos 2 grupos é um fato casual, devido ao processo operacional.

6- TRACADO DA CURVA-CHAVE

A única curva traçada corresponde ao período recente, ou seja 1980-1986.

Consideramos as medições do grupo 2 como mais confiáveis pelo fato de constar das 3 medições feitas durante os cursos de MANACAPURU com diferentes métodos e também pela menor dispersão dos pontos já observada nas figuras 9, 11 e 13.

Como o número de medições de classe A e B é muito pequeno (somente 12 após a eliminação da B2), tivemos de completar a série :

- com a medição 98 feita em maio de 1986 e não criticada por falta dos dados de campo;
- com as medições 73, 75, 92, 95, 96, 97 e 911 da classe C.

Para facilitar o trabalho de plotagem e a interpretação dos cálculos parciais, as 20 medições são classificadas na sequência das cotas (tabelas 4, 5, 6 e 7).

6.1 Método da raiz quadrada do desnível

Os valores das descargas divididas pela raiz quadrada do desnível, são plotados na figura 15. A dispersão é pequena e o traçado da curva-chave não apresenta nenhuma dificuldade.

Os desvios relativos das descargas medidas e das descargas reduzidas pela raiz quadrada do desnível são calculados (colunas 9 e 10 da tabela 5) a fim de testar a eficiência do método : em média, o desvio passa de 5,6% a 1,9% ou seja uma redução da dispersão de 66%

A relação cota-vazão é definida :

a. pela curva traçada na figura 15, que permite elaborar a tabela de calibragem, assim resumida :

cota MA cm	descarga Qo m ³ /s	cota MA cm	descarga Qo m ³ /s	cota MA cm	descarga Qo m ³ /s
800	39 000	1200	69 300	1600	95 600
900	47 100	1300	76 000	1700	102 000
1000	55 200	1400	82 400	1800	108 000
1100	62 500	1500	88 900	1900	115 000

b. pelo fator de correção, definido pela relação :

$$Q = Q_0 (D)^{1/2} \quad \text{sendo } Q_0 \text{ a descarga lida na tabela}$$

D o desnível entre MANACAPURU e MANAUS

6.2 Método do desnível normal

O método da raiz quadrada do desnível é uma variante simplificada (e por consequência menos precisa) do método do desnível normal que é também chamada método BOYER.

6.21 Princípio básico

O método consiste em procurar a correção que deve ser aplicada ao valor da descarga Q_n , correspondente a uma cota h , quando a declividade do rio ou desnível entre duas réguas, é diferente do valor NORMAL D_n correspondente ao regime permanente, para o qual foi definida a relação $Q_n = f(h)$.

Na prática deve se procurar definir :

a. a curva-chave para o desnível normal D_n ou seja a relação :

$$Q_n = f(h, D_n) \quad \text{com } h = \text{cota a ser transformada em descarga}$$

$D_n = \text{constante previamente escolhida}$

b. a correção, a ser aplicada a Q_n para obter a vazão Q real, correspondente ao desnível D ; esta correção é definida pela relação :

$$Q/Q_n = a(D/D_n)^n \quad \text{ou seja } Q = K_c Q_n$$

com a e n coeficientes a serem calculados a partir das medições disponíveis,
 K_c fator de correção.

O valor teórico de n é 0,5 (formula de Manning). Na prática n tem um valor bastante diferente, ainda mais quando as altitudes absolutas das 2 réguas não são conhecidas, ou seja quando o desnível D é um simples índice da declividade.

Pode ser notado que o método da raiz quadrada do desnível define a priori os valores de D_n (igual a 1 metro) e de n (igual a 0,5).

6.22 Escolha do valor do desnível normal

D_n é segundo a teoria do método, o valor mais freqüente do desnível (valor modal) ; isto a fim de corrigir o menor número possível de valores no momento de calcular as descargas diárias. De outro lado é recomendado escolher um valor de D_n que corresponde a um número suficiente de medições para ter condições de traçar a curva-chave para o desnível normal.

Na base do histograma da figura 14 elaborado a partir das 36 medições de classe A et B, de desníveis calculados de 10 em 10 dias durante os anos 1974 et 1982 e da presença na lista das medições 921, 97 e 99 feitas com quase o mesmo desnível (veja tabela 5) e três cotas bem diferentes, decidimos reter o valor 140 cm para Dn.

6.23 Aplicação do método

O processo de aplicação do método é repetitivo :

- a- traçado da curva-chave correspondente a Dn - figura 16, 1º traçado;
- b- leitura, na curva, das descargas Qn - tabela 5, coluna 8;
- c- cálculo dos valores Q/Qn (Q = descarga medida) - tabela 5, coluna 9;
- d- gráfico dos valores Q/Qn versus D/Dn e traçado da curva de correção - figura 17;
- e- leitura na curva do fator de correção Kc para cada medição - tabela 5, coluna 10;
- f- cálculo das descargas corrigidas, Qc = Q/Kc - tabela 5, coluna 11;
- g- plotagem dos valores Qc no primeiro gráfico - figura 17.

Se o método der certo, a dispersão dos pontos é bem reduzida e o primeiro traçado da curva-chave pode ser melhorado. O processo prossegue, voltando ao item "a".

A cada iteração, os desvios relativos médios são calculados, a fim de testar a eficiência do processamento. Em geral a curva-chave definitiva é obtida na segunda ou terceira iteração. No caso presente a redução do desvio médio absoluta após a segunda iteração é de 72% : de 6,1% para 1,7%

As tabelas 5 e 6 e as figuras 16, 17 e 18 apresentam os cálculos e os gráficos das 2 iterações, que julgamos suficientes para definir a calibragem de MANACAPURU, calibragem provisória como foi dito.

6.24. Relação cota-vazão

A relação é definida :

a. pelo segundo traçado da figura 16, a partir do qual foi elaborada a tabela de calibragem, assim resumida :

cota MA cm	descarga Qn m ³ /s	cota MA cm	descarga Qn m ³ /s	cota MA cm	descarga Qn m ³ /s
800	48 500	1200	81 500	1600	112 500
900	57 500	1300	88 500	1700	120 000
1000	66 200	1400	96 200	1800	128 000
1100	74 000	1500	105 000	1900	135 500
				2000	143 000

b. pela correção a ser aplicada quando o desnível difere de 140 cm, correção definida pela relação :

$$Q/Q_n = (D/140)^{0,45} \quad (D \text{ em centímetros})$$

Uma regressão de potência entre os pares D/D_n e Q/Q_n da tabela 6 deu $a = 1,0013$ e $n = 0,4503$, com um coeficiente de determinação igual a $0,926$. Constata-se que a curva passa efetivamente pelo ponto de coordenadas (1,1) e que o valor de n está próximo de $0,5$.

Pode-se observar que nas figuras 17 e 18 a curva de correção é uma reta. A relação pode ser calculada graficamente ou por regressão linear. Os dois procedimentos conduzem à mesma equação :

$$Q/Q_n = 0,476 D/140 + 0,524$$

equivalente à relação anterior mas somente no intervalo $0,80 < D/D_n < 1,20$, no qual a curva de correção é quase retilínea e pode ser confundida com a tangente no ponto (1,1).

6.3 Método do gradiente linimétrico

A maior vantagem do método do gradiente linimétrico é de não impor a utilização de uma série de apoio para o cálculo do índice da declividade, utilizado para corrigir as descargas em regime permanente (gradiente nulo).

O desenvolvimento do método é quase o mesmo : traçados sucessivos da curva-chave em regime permanente, pesquisa do valor do fator de correção e testes de convergência através dos desvios médios relativos.

A tabela 7 e a figura 19 apresentam os resultados obtidos no final da primeira iteração.

É interessante observar que apesar da falta de medições com gradiente positivo e cotas inferiores a 1100 cm e das reservas feitas anteriormente, a eficiência do método é boa : se deixar de lado as medições 96 e 97, o desvio médio absoluto dos valores é reduzido de $6,9\%$ a $2,7\%$, ou seja de 61% , valor excelente para uma primeira iteração.

Mas observa-se na figura 19 que o valor de $2,7\%$ dificilmente poderá ser reduzido : não há razões de modificar o primeiro traçado, na base dos valores corrigidos obtidos no final da primeira iteração !

A posição anormal das medições 96 e 97 confirma que o remanso do rios Madeira e Negro interfere quando o Solimões está em níveis baixos a médios : nestes períodos o gradiente não é um índice representativo da declividade do rio. Lembramos que as duas medições foram consideradas normais anteriormente.

No caso de MANACAPURU o método do gradiente linimétrico é, sem dúvida, bem menos adequado que o método do desnível normal.

7- CONCLUSÃO

O problema da curva-chave do rio Solimões em MANACAPURU é extremamente complexo : não-univocidade, variabilidade do perfil e remanso são três fatores de difícil avaliação. Seria preciso, para chegar a um resultado satisfatório, ter em mãos uma série de medições precisas. Não é o caso e tivemos, antes de abordar a questão da curva-chave, de fazer uma severa crítica e uma seleção.

As medições utilizáveis (um terço) nos conduziram a levantar mais uma dificuldade : uma possível mudança de calibragem no decorrer do ano 1979.

Na base das poucas medições confiáveis, foi definida uma relação cota-vazão provisória que permitirá o cálculo das descargas médias diárias. Para isso deve ser elaborado um programa de cálculo das descargas pelo método do desnível normal, programa que não existe ainda na DCRH. A última etapa será a definição mais precisa, e válida para tudo o período, da relação cota-vazão.

As campanhas de medição organizadas desde 1984, tanto em MANACAPURU como em OBIDOS, mostraram que a metodologia utilizada ("grandes rios" com 2 pontos por vertical) é perfeitamente válida, SOB RESERVA DE SER OPERADA COM RIGOR. O principal perigo do método é a falta total de controle, se os cálculos dos deslocamentos e das velocidades não são feitos no barco durante a medição.

As três medições realizadas durante os Cursos de MANACAPURU foram excelentes. Por que as outras medições não atingem também o mesmo padrão ?

A solução do problema da curva-chave de MANACAPURU - e de outros postos em geral - depende exclusivamente da qualidade do trabalho das equipes de campo, tanto no setor das medições de descarga líquida como nos levantamentos topográficos.

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 1 : RELAÇÃO DAS MEDIDAS

No	Data	Cota			Método	Número Molinete	Tempo	Arquivo		
		cm	D cm	G cm/d				Q m ³ /s	SIH/DCRH A m ²	V m/s
1	11/05/73	1745	171	+4,4	5 pon.	IH 4040	3 dias	132593	84593	1,567
2	12/05/73	1754	165	+4,6	Mov./6	07002	2h 05'	141481	81848	1,729
3	08/08/73	1859	159	-2,8	Mov./6	07002	2h 00'	173382	90713	1,911
4	17/09/73	1641	243	-6,4	Mov./6	07002	2h 00'	117664	80609	1,460
5	19/11/73	1147	131	+1,5	5 pon.	IH 374	2h 00'	68966	62580	1,102
6	21/01/74	1398	156	+1,4	5 pon.	IH 374	4h 15'	93768	72627	1,291
7	19/03/74	1594	148	+5,4	5 pon.	IH 374	3h 45'	105264	76229	1,382
8	13/05/74	1822	174	+1,7	5 pon.	IH 374	2h 45'	134368	84319	1,594
9	08/06/74	1874	174	+1,9	5 pon.	IH 374	2h 45'	140113	87798	1,596
10	14/07/74	1895	161	-1,7	5 pon.	IH 4031	-	130675	89204	1,465
11	13/09/74	1628	145	-9,4	5 pon.	IH 4031	3h 15'	108367	82218	1,318
12	19/11/74	1289	166	-1,8	5 pon.	IH 4031	3h 30'	81932	69101	1,186
13	16/01/75	1359	166	+2,4	5 pon.	IH 4031	4h 10'	101435	76148	1,332
14	26/02/75	1547	171	+2,2	5 pon.	IH 4013	3h 45'	106841	77250	1,383
15	15/03/75	1616	165	+6,5	5 pon.	IH 4013	3h 40'	114437	81007	1,413
16	26/04/75	1796	168	+3,8	5 pon.	IH 4013	3h 25'	125347	84825	1,478
17	25/05/75	1902	167	+5,3	Mov./6	06001	2h 05'	142711	91278	1,563
18	24/06/75	1972	161	-0,4	Mov./6	06001	2h 06'	146365	90790	1,612
19	19/07/75	1959	164	-3,2	Mov./6	06001	2h 00'	143733	92126	1,560
20	28/08/75	1829	160	-6,2	5 pon.	IH 4013	4h 15'	123756	90000	1,375
21	15/09/75	1698	137	-7,5	5 pon.	IH 4013	4h 15'	106601	83170	1,282
22	02/10/75	1532	131	-8,9	5 pon.	IH 4013	3h 55'	90830	77279	1,175
23	23/10/75	1244	135	-14,7	5 pon.	IH 4013	3h 30'	69364	66702	1,040
24	20/11/75	1011	160	-5,0	5 pon.	IH 4013	4h 05'	63893	63408	1,008
25	23/12/75	1095	168	-1,0	5 pon.	IH 4013	3h 15'	71768	64048	1,121

D = desnível (cota MANACAPURU - cota MANAUS do dia seguinte + 1100)

G = gradiente linimétrico em cm por dia (média ponderada de 9 dias)

RID SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 1 : RELACAO DAS MEDICOES
(continuação)

No	Data	Cota cm	D cm	G cm/d	Método	Número Molinete	Tempo	Arquivo Q m ³ /s	SIH/DCRH A m ²	V m/s
26	17/01/76	1269	132	+8,6	5 pon.	IH 4013	4h 05'	78869	68384	1,153
27	13/02/76	1480	135	+4,1	5 pon.	IH 4013	4h 15'	96662	75035	1,288
28	24/03/76	1620	132	+9,2	5 pon.	IH 4040	3h 10'	108830	79302	1,372
29	20/04/76	1821	135	+5,4	5 pon.	IH 4040	4h 30'	119065	80737	1,475
30	21/05/76	1947	128	+2,6	5 pon.	IH 4040	3h 30'	121124	90650	1,336
31	23/06/76	1999	141	-0,5	5 pon.	IH 4040	3h 55'	133263	90416	1,474
32	22/07/76	1944	141	-3,4	5 pon.	IH 4040	4h 05'	131543	89610	1,468
33	27/07/76	1923	141	-4,3	5 pon.	IH 4040	3h 15'	128817	89048	1,447
34	13/08/76	1826	147	-7,2	5 pon.	IH 4040	3h 25'	120572	86141	1,400
35	10/09/76	1540	152	-12,5	5 pon.	IH 4048	4h 00'	81300	76025	1,069
36	09/10/76	1120	173	-17,3	5 pon.	IH 4040	3h 40'	74448	65957	1,129
37	08/11/76	938	180	-0,2	5 pon.	IH 4040	5h 20'	66627	59224	1,125
38	03/12/76	970	196	+9,2	5 pon.	IH 4040	3h 25'	70937	60567	1,171
39	21/01/77	1246	170	+3,1	5 pon.	IH 4040	4h 00'	90060	69379	1,298
40	22/02/77	1156	136	+5,7	5 pon.	?	?	80990	64443	1,257
41	08/03/77	1298	156	+11,3	5 pon.	IH 4012	4h 15'	88262	71680	1,231
42	30/04/77	1741	148	+5,5	5 pon.	IH 4053	4h 10'	132699	86148	1,540
43	28/05/77	1857	166	+6,7	5 pon.	IH 4011	4h 05'	133148	86268	1,543
44	28/06/77	1907	162	-0,1	5 pon.	IH 4011	3h 45'	140950	92721	1,520
45	28/07/77	1840	146	-4,5	5 pon.	IH 4011	3h 55'	124325	88804	1,400
46	23/08/77	1654	145	-8,1	5 pon.	IH 4011	4h 15'	108018	82301	1,312
47	21/09/77	1283	138	-18,0	5 pon.	IH 4011	4h 00'	80564	72710	1,108
48	29/10/77	1171	169	+2,8	5 pon.	IH 4011	3h 00'	79470	67889	1,171
49	26/11/77	1276	193	+1,5	5 pon.	IH 4011	3h 20'	92760	70951	1,307
50	28/12/77	1375	203	+3,2	5 pon.	IH 4011	3h 30'	100003	74848	1,336

D = desnível (cota MANACAPURU - cota MANAUS do dia seguinte + 1100)

G = gradiente linimétrico em cm por dia (média ponderada de 9 dias)

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 1 : RELAÇÃO DAS MEDIDAS
(continuação)

No	Data	Cota cm	D cm	G cm/d	Método	Número Molinete	Tempo	Arquivo		
								Q m ³ /s	A m ²	V m/s
51	24/01/78	1438	178	-4,4	5 pon.	IH 4013	4h 15'	92479	75360	1,227
52	07/02/78	1368	152	-0,7	5 pon.	IH 4011	3h 50'	74532	70211	1,062
53	03/03/78	1476	161	+2,0	5 pon.	IH 4011	4h 15'	96289	77821	1,237
54	21/04/78	1648	139	+4,6	5 pon.	IH 40013	4h 15'	106463	79826	1,333
55	06/05/78	1734	145	+3,8	5 pon.	IH 4053	4h 35'	118880	85785	1,385
56	30/06/78	1868	163	-1,9	5 pon.	IH 4053	3h 10'	137884	89219	1,545
57	24/07/78	1821	156	-3,5	5 pon.	IH 4009	3h 10'	126478	87212	1,450
58	18/08/78	1669	167	-8,9	5 pon.	IH 4009	4h 25'	118790	85878	1,383
59	20/09/78	1272	126	-15,8	5 pon.	IH 4009	4h 10'	77343	70046	1,104
60	30/10/78	1152	186	-1,1	5 pon.	IH 40013	4h 20'	86424	67764	1,275
61	21/11/78	1114	194	0	5 pon.	IH 4010	3h 50'	84764	67932	1,248
62	22/12/78	1199	176	+10,3	5 pon.	IH 4010	4h 05'	81904	69132	1,184
63	30/01/79	1373	166	+4,4	5 pon.	IH 4053	3h 10'	98759	74378	1,327
64	12/03/79	1299	131	+5,8	5 pon.	Dtt31231	3h 15'	82439	68138	1,209
65	14/05/79	1786	143	+5,4	5 pon.	IH 4053	3h 20'	127997	86944	1,472
66	20/07/79	1793	143	-4,4	2 pon.	IH 4053	2h 50'	117860	86292	1,366
67	14/09/79	1131	123	-10,4	2 pon.	IH 4053	2h 45'	72922	66827	1,091
68	13/11/79	862	131	-10,5	2 pon.	IH 4053	2h 10'	50822	47779	1,063
69	20/01/80	1146	169	+4,1	2 pon.	IH 4053	2h 20'	84567	65110	1,298
70	05/03/80	1130	146	-4,4	2 pon.	IH 4053	2h 35'	87886	71684	1,226
71	02/05/80	1465	155	+5,6	2 pon.	IH 4053	2h 40'	119316	82280	1,450
72	06/07/80	1616	121	-0,7	2 pon.	IH 4049	2h 40'	106499	83415	1,276
73	11/09/80	985	101	-13,2	2 pon.	IH 4049	2h 30'	58152	62104	0,936
74	12/11/80	1034	174	+7,5	2 pon.	IH 4053	1h 55'	82321	64747	1,271
75	22/05/81	1705	167	+2,6	2 pon.	Dtt31484	5h 25'	121923	82332	1,480

D = desnível (cota MANACAPURU - cota MANAUS do dia seguinte + 1100)
 G = gradiente linimétrico em cm por dia (média ponderada de 9 dias)

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 1 : RELAÇÃO DAS MEDICÕES
(continuação)

No	Data	Cota cm	D cm	G cm/d	Método	Número Molinete	Tempo	Arquivo		
								B m ³ /s	A m ²	V m/s
76	09/07/81	1733	163	-1,0	Integ.	Ott31560	1h 55'	120095	81818	1,467
77	18/09/81	1057	74	-18,0	1 pon.	IH 91	2h 35'	64345	65543	0,981
78	12/11/81	780	156	+3,1	Integ.	Ott31560	2h 15'	57050	52749	1,081
79	02/12/81	800	149	+2,4	2 pon.	IH 6930	3h 45'	51275	52842	0,970
80	29/04/82	1763	142	+7,0	?	?	?	117317	85851	1,367
81	27/06/82	1943	148	-0,5	2 pon.	Ott31561	3h 10'	137055	93925	1,459
82	15/08/82	1713	162	-7,4	2 pon.	Ott31561	2h 10'	118256	87094	1,358
83	29/12/82	1265	196	+7,3	2 pon.	IH 91	2h 35'	83542	63752	1,310
84	18/04/83	1514	171	+4,6	2 pon.	? 76921	2h 45'	116090	78099	1,486
85	21/07/83	1538	156	-9,2	2 pon.	IH 4053	3h 15'	104139	80666	1,291
86	10/10/83	804	115	-8,1	2 pon.	IH 4039	6h 00'	54357	56650	0,959
87	06/12/83	970	176	+2,0	2 pon.	IH 40083	4h 10'	76121	61830	1,231
88	18/01/84	1297	167	+3,8	2 pon.	IH 4039	8h 35'	98968	72654	1,361
89	13/04/84	1670	171	+1,8	2 pon.	IH 40511	4h 40'	127167	82607	1,539
90	07/06/84	1843	158	+2,3	2 pon.	Ott69291	6h 25'	138980	88070	1,578
91	11/07/84	1832	150	-2,1	2 pon.	IH 40511	5h 20'	135930	89369	1,521
92	27/10/84	991	130	-5,2	2 pon.	IH 40511	4h 05'	66500	61425	1,082
93	13/02/85	1384	130	-6,1	2 pon.	IH 40181	6h 30'	90540	70620	1,282
94	30/05/85	1568	148	+2,7	2 pon.	Ott68391	5h 50'	116220	81940	1,418
95	15/08/85	1515	123	-5,3	2 pon.	IH 40511	4h 30'	100750	78220	1,288
96	12/11/85	1094	171	-4,4	2 pon.	IH 40511	2h 30'	79590	65680	1,212
97	11/02/86	1277	139	+8,6	2 pon.	IH 40511	2h 55'	88390	71210	1,241
98	16/05/86	1754	164	+2,8	2 pon.	?	?	135300	85900	1,575
99	12/08/86	1768	139	-6,0	2 pon.	?	8h 00'	126230	90990	1,387

D = desnível (cota MANACAPURU - cota MANAUS do dia seguinte + 1100)
 G = gradiente linimétrico em cm por dia (média ponderada de 9 dias)

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 1 : RELAÇÃO DAS MEDIDAS
(continuação)

MEDIÇÕES FORA DA PROGRAMAÇÃO

No	Data	Cota			Método	Número Molinete	Tempo	Arquivo SIH/DCRH		
		cm	D cm	G cm/d				Q m ³ /s	A m ²	V m/s
881	22/03/84	1620	162	+4,1	ANC.	Ott38283	2 dias	125000	81000	1,543
90	06/06/84	1842	159	+2,3	ANC.	Ott38283	2 dias	135000	89800	1,503
911	14/09/84	1380	115	-10,1	2 pon.	Ott38288	5h 05'	86010	74840	1,149
	12/09/84	1393	109	-8,9	ANC.	Ott38283	2 dias	84860	75640	1,123
921	19/11/84	1046	134	-2,1	2 pon.	Ott38288	6h 00'	67190	62850	1,069
	16/11/84	1048	144	-0,5	ANC.	Ott38288	2 dias	67330	64185	1,049
94	29/05/85	1567	148	+2,7	ANC.	Ott32293	2 dias	118700	85880	1,382
99	12/08/86	1766	138	-6,0	ANC.	Ott32292	2 dias	125000	92100	1,357

D = desnível (cota MANACAPURU - cota MANAUS do dia seguinte + 1100)

G = gradiente linimétrico em cm por dia (média ponderada de 9 dias)

RIO SOLIMDES EM MANACAPURU

TABELA 2 : CRITICA DAS MEDICOES

No	Vert.	D. entre V.		Dist. à seção			Desv. lat.		Desv. lon.		Eliminado pon. Vert	
		míni	máxi	>10m	>20m	máxi	méd.	máxi	méd.	máxi		
1	55	critica não feita - original incompleto										
2	30*	(
3	26*	imprecisa visto a velocidade alta e muito irregular do barco (ângulos superiores a 80°)										
4	24*	(
5	24	52	216	16	1	31,4	7,9	31,9	5,8	-46,8	14	1
6	25	48	297	4	1	-32,6	5,5	20,7	5,7	25,7	14	2
7	24	41	270	4	1	-47,9	6,6	38,6	2,9	-15,9	1	0
8	24	30	245	3	0	-13,3	10,0	68,1	2,9	-23,6	9	0
9	25	34	293	3	0	-14,2	7,2	-44,6	2,9	-17,6	2	0
10	25	10	390	1	0	-10,1	7,7	-31,7	2,9	16,8	1	0
11	25	29	280	13	8	-51,9	7,6	30,4	3,6	-22,3	11	2
12	25	58	291	6	0	14,3	7,3	-34,7	4,6	-23,2	9	1
13	25	48	246	22	9	-44,1	8,2	-53,2	9,0	-40,9	27	3
14	25	41	220	25	14	-62,9	4,7	29,4	3,1	-28,7	15	3
15	19	25	721	5	0	14,0	6,3	28,3	1,9	-13,3	1	0
16	25	22	260	0	0	-9,9	8,0	-36,0	3,2	-16,8	5	0
17	30*	(
18	36*	imprecisa visto a velocidade alta e muito irregular do barco (ângulos superiores a 75°)										
19	34*	(
20	22	20	298	4	3	22,2	7,1	34,2	2,6	-16,0	7	0
21	27	7	438	6	1	-35,2	5,5	-52,9	2,9	16,8	3	0
22	25	40	212	6	1	-34,7	5,8	28,2	3,3	-26,8	4	0
23	25	46	310	1	0	11,8	4,4	23,9	2,9	-10,6	1	0
24	26	2	238	0	0	-9,2	5,2	36,6	3,9	-10,5	5	0
25	25	35	255	2	0	-13,6	5,7	-47,2	3,3	-15,4	9	0

Desv. lon.: DY > 0 = barco andando, DY < 0 = barco recuando

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 2 : CRÍTICA DAS MEDICÕES
(continuação)

No	Num. Vert.	D. entre V.		Dist. à seção			Desv. lat.		Desv. lon.		Eliminado	
		mini	máxi	>10m	>20m	máxi	méd.	máxi	méd.	máxi	pon.	Vert
26	25	52	244	18	7	-54,8	7,3	-30,3	5,4	-38,5	15	3
27	27	16	217	28	19	62,1	4,4	36,7	3,8	-34,1	25	3
28	24	48	242	1	0	11,2	5,5	45,4	3,1	-17,9	4	0
29	26	13	248	11	1	-26,9	6,5	-66,9	3,4	-20,1	3	0
30	26	12	271	6	1	20,0	7,2	49,6	4,4	21,9	7	1
31	26	73	196	0	0	-9,6	4,2	41,2	2,0	-15,5	2	0
32	27	48	245	23	1	21,5	5,0	35,5	3,0	-18,4	5	0
33	26	56	206	7	0	-17,8	6,5	-45,8	4,2	-24,2	8	0
34	26	48	216	16	0	17,7	3,5	-26,2	2,8	-14,5	2	0
35	25	5	342	3	0	13,5	4,9	-38,4	3,0	14,4	3	0
36	26	8	303	13	1	21,6	5,6	27,3	3,7	15,8	2	0
37	25	30	236	32	12	29,5	5,2	-30,9	3,6	-17,1	14	3
38	25	3	221	11	1	24,1	6,7	159,2	3,5	35,4	8	0
39	26	55	263	9	4	-44,7	7,2	79,1	4,8	-27,1	10	1
40	() não verificadas - original incompleto										
41	()										
42	25	15	278	12	9	-56,6	9,5	64,6	3,6	27,7	18	2
43	26	40	221	9	1	-34,9	5,7	69,5	4,2	-32,3	6	0
44	26	41	205	1	0	10,6	6,0	37,4	2,9	19,4	4	0
45	26	39	240	0	0	6,4	3,7	29,8	2,4	-10,7	0	0
46	24	26	402	25	21	-84,3	4,0	-69,1	4,8	-56,1	23	4
47	25	60	228	22	11	-51,7	4,3	34,1	3,2	18,9	13	1
48	25	6	179	46	14	-85,4	8,4	109,1	5,7	-22,3	28	3
49	25	29	197	0	0	-9,6	5,5	65,5	2,9	-18,2	2	0
50	25	48	217	15	1	-25,2	5,2	69,6	4,0	18,7	4	1

Desv. lon.: DY > 0 = barco andando, DY < 0 = barco recuando

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 2 : CRÍTICA DAS MEDICÕES
(continuação)

No	Num. Vert.	D. entre V.		Dist. à seção			Desv. lat.		Desv. lon.		Eliminado	
		míni	máxi	>10m	>25m	máxi	méd.	máxi	méd.	máxi	pon.	Vert
51	25	33	247	28	6	-32,1	10,9	-123,4	4,6	-19,1	15	1
52	25	7	239	73	47	98,2	35,0	330,4	9,1	-183,6	72	13
53	24	75	223	58	38	-87,3	5,9	-39,3	4,6	31,7	40	7
54	25	5	309	6	1	21,6	4,5	58,0	3,5	-20,6	3	0
55	25	5	392	29	23	121,8	15,9	-122,3	5,9	-41,7	37	7
56	26	31	213	41	34	71,5	11,8	-138,6	4,2	-25,6	39	8
57	26	13	249	44	32	-165,6	9,2	-161,6	7,0	158,0	36	7
58	26	23	278	23	9	50,8	7,3	84,1	5,0	-48,5	16	1
59	26	43	316	14	3	24,3	7,5	-44,6	4,5	21,5	19	2
60	25	6	322	91	56	193,8	17,4	88,6	7,9	15,2	61	12
61	26	19	250	16	3	29,8	9,4	99,6	4,6	-19,7	10	1
62	25	17	317	41	15	-63,8	8,5	-59,9	7,9	-50,8	35	5
63	25	42	261	1	0	13,3	5,9	40,5	2,6	-11,0	3	0
64	26	6	521	88	61	151,6	15,1	-70,7	6,8	-28,9	74	14
65	26	18	206	63	36	75,7	5,6	-32,7	4,9	-24,2	37	8
66	30	14	218	36	17	82,2	8,1	63,5	6,2	33,0	25	10
67	30	36	209	5	0	11,9	6,8	-27,4	5,1	-21,2	6	0
68	30	23	176	7	4	35,2	4,1	19,3	3,0	-9,2	7	2
69	30	54	174	9	3	30,4	6,3	24,2	4,0	14,7	6	1
70	30	22	193	6	1	21,3	10,7	127,3	4,3	-13,7	17	1
71	30	24	283	1	0	10,1	12,7	96,7	2,6	-14,6	18	0
72	30	44	152	1	0	13,8	4,8	-30,6	3,4	-16,0	2	0
73	30	34	147	9	1	-70,4	6,6	31,9	5,9	25,5	18	2
74	30	6	175	2	2	22,3	13,1	53,1	5,4	-23,3	22	1
75	32	14	255	9	2	-21,9	7,5	25,7	4,8	19,0	12	0

Desv. lon.: DY > 0 = barco andando, DY < 0 = barco recuando

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 2 : CRÍTICA DAS MEDICÕES
(continuação)

Num. No Vert.	D. entre V.		Dist. à seção			Desv. lat.		Desv. lon.		Eliminado		
	mini	máxi	>10m	>25m	máxi	méd.	máxi	méd.	máxi	pon.	Vert	
76	29	37	198	10	4	26,8	11,5	47,7	28,1	52,3	18	18
77	33	38	331	10	4	-127,3	5,1	10,2	7,1	21,3	8	8
78	37	29	241	9	5	-64,2	5,6	14,6	6,4	19,6	9	9
79	30	42	474	20	9	44,7	12,6	-70,1	6,2	25,8	26	4
80	não feita - original em falta											
81	29	75	255	22	10	49,4	7,2	25,4	5,8	-23,1	23	5
82	32	20	186	11	1	32,6	5,3	27,8	4,0	15,7	6	0
83	30	21	224	15	2	23,2	7,5	-75,0	3,6	20,4	9	2
84	30	20	249	5	2	27,3	9,7	-83,7	5,3	45,5	13	1
85	30	23	218	9	5	-68,7	18,6	98,8	6,5	31,4	28	7
86	32	9	235	19	1	21,0	6,8	-36,7	5,2	-14,8	13	1
87	25	19	359	13	3	28,1	8,8	91,7	7,4	36,2	16	1
88	31	57	147	9	0	-15,3	5,8	22,3	4,8	25,2	5	1
89	30	31	242	9	0	15,4	6,3	-27,3	4,0	20,6	3	0
90	26	29	304	0	0	-3,6	2,7	9,3	0,9	-4,3	0	0
91	31	30	190	1	0	11,7	6,3	18,2	2,9	11,1	7	0
92	24	68	302	1	0	12,3	8,8	-34,0	3,5	11,9	7	1
93	31	65	131	7	0	14,0	5,8	-21,2	3,8	20,2	5	0
94	31	9	188	0	0	1,5	2,7	-10,3	0,8	2,5	0	0
95	31	55	130	1	0	14,1	7,2	20,3	2,1	6,5	4	0
96	31	43	143	5	0	12,5	8,0	25,2	2,8	-9,0	12	0
97	31	52	154	0	0	-9,3	8,3	30,7	3,6	-15,7	11	0
98	não feita - original ainda não disponível											
99	30	16	197	0	0	5,0	3,6	-12,8	1,7	-6,6	0	0
911	26	13	237	8	1	20,1	5,4	24,5	6,8	17,6	11	1
921	25	24	188	1	0	13,5	4,7	-34,6	3,2	12,7	5	0

Desv. lon.: DY > 0 = barco andando, DY < 0 = barco recuando

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 3 : VALORES CORRIGIDOS

No	Cálculo com correções					Perfil-Tipo			Méd. V/ V20%	V/ V20	Clas se
	Q m ³ /s	Δ %	A m ²	Δ %	Vm/s	Q m ³ /s	A m ²	Vm/s			
1	cálculo impossível = original incompleto										
2)										
	(
3) cálculo não feito = barco em movimento										
	(
4)										
5	68200	-1,1	62020	-0,9	1,100	71860	66120	1,087	1,132	1,03	C
6	92850	-1,0	73600	1,3	1,262	91870	73810	1,245	1,344	1,06	B
7	101580	-3,5	75050	-1,5	1,353	106390	80540	1,321	1,451	1,10	C
8	126160	-6,1	82630	-2,0	1,527	130550	87570	1,491	1,577	1,03	D
9	136880	-2,3	87320	-0,5	1,568	138930	90200	1,540	1,745	1,11	C
10	125340	-4,1	87220	-2,2	1,437	127990	89770	1,426	1,606	1,12	C
11	105660	-2,5	82230	0	1,285	103580	81590	1,270	1,428	1,11	C
12	85360	4,2	72750	4,1	1,173	81700	71070	1,150	1,273	1,09	C
13	96150	-5,2	75170	-1,3	1,279	92210	73220	1,259	1,422	1,11	D
14	105610	-1,2	76690	-0,7	1,377	107630	79080	1,361	1,579	1,15	B
15	106680	-6,8	73070	-9,8	1,460	110950	81220	1,366	1,469	1,01	C
16	120590	-3,8	83500	-1,6	1,444	124310	86580	1,431	1,661	1,15	C
17)										
	(
18) cálculo não feito = barco em movimento										
	(
19)										
20	122960	-0,6	87770	2,5	1,401	119860	87840	1,365	1,512	1,08	C
21	105140	-1,4	83580	0,5	1,258	103990	83760	1,241	1,381	1,10	B
22	89220	-1,8	76230	-8,3	1,170	90000	78590	1,145	1,279	1,09	B
23	69740	0,5	65830	-1,3	1,059	71090	69660	1,021	1,167	1,10	B
24	63250	-1,0	62440	-1,5	1,013	61350	62440	0,982	1,109	1,09	B
25	71680	-0,1	63500	-0,9	1,129	72450	65020	1,114	1,219	1,08	B

Δ % = desvio relativo ao valor do arquivo SIH/DCRH

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 3 : VALORES CORRIGIDOS
(continuação)

No	Cálculo com correções					Perfil-Tipo			Méd. V/ V20%	V/ V20	Clas se
	Q m3/s	Δ %	A m2	Δ %	Vm/s	Q m3/s	A m2	Vm/s			
26	75750	-4,0	64750	-5,9	1,170	77560	70470	1,101	1,251	1,07	C
27	93430	-3,3	74010	-1,4	1,262	95820	77010	1,244	1,421	1,13	C
28	106600	-2,0	77830	-1,9	1,370	108590	81240	1,337	1,486	1,08	B
29	117380	-1,4	80460	-0,3	1,459	126230	87960	1,436	1,583	1,08	B
30	133120	9,9	90460	-0,2	1,472	133030	91990	1,446	1,662	1,13	C
31	133360	0,1	89550	-1,0	1,489	135640	93610	1,449	1,620	1,09	A
32	131290	-0,2	89070	-0,6	1,474	132340	91890	1,440	1,575	1,07	B
33	131040	1,7	90560	1,7	1,447	130530	91230	1,431	1,662	1,15	B
34	121210	0,5	86090	-0,1	1,408	121880	87760	1,389	1,553	1,10	A
35	79800	-1,8	75620	-0,5	1,055	81990	78850	1,040	1,194	1,13	B
36	74440	0	65920	-0,1	1,129	73160	65830	1,111	1,276	1,13	B
37	64870	-2,6	57320	-3,2	1,132	65600	60220	1,089	1,229	1,09	B
38	71240	0,4	60600	0,1	1,176	70590	61240	1,153	1,297	1,10	C
39	92630	2,9	71400	2,9	1,297	90010	69740	1,291	1,406	1,08	C
40) (não verificadas = original incompleto										
41) (
42	132190	-0,4	85530	-0,7	1,546	128280	85050	1,508	1,757	1,14	D
43	134100	0,7	86270	0	1,554	137540	89120	1,543	1,762	1,13	B
44	139560	-1,0	92210	-0,6	1,514	135940	90740	1,498	1,701	1,12	B
45	124150	-0,1	88980	0,2	1,395	121650	88190	1,379	1,561	1,12	A
46	102630	-5,0	80690	-2,0	1,272	102890	82420	1,248	1,414	1,11	C
47	77180	-4,2	71260	-2,0	1,083	75490	71030	1,069	1,231	1,14	C
48	78900	-0,7	67600	-0,4	1,167	77280	67410	1,146	1,351	1,16	D
49	91080	-1,8	70300	-0,9	1,295	89510	70670	1,267	1,416	1,16	B
50	99670	-0,3	74340	-2,1	1,341	97030	74200	1,308	1,428	1,07	B

Δ % = desvio relativo ao valor do arquivo SIH/DCRH

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 3 : VALORES CORRIGIDOS
(continuação)

No	Cálculo com correções					Perfil-Tipo			Méd. V/ V20%	V/ V20	Clas se
	Q m ³ /s	Δ %	A m ²	Δ %	Vm/s	Q m ³ /s	A m ²	Vm/s			
51	86810	-6,1	74190	-1,6	1,170	86860	76150	1,141	1,232	1,05	D
52	67190	-9,9	71110	-1,8	0,945	67340	74020	0,910	1,275	1,35	D
53	89130	-7,4	76440	-1,8	1,166	88440	77330	1,144	1,190	1,02	D
54	106270	-0,2	78730	-1,4	1,350	109200	82280	1,327	1,494	1,11	B
55	126120	6,1	88360	3,0	1,427	119810	85530	1,404	1,600	1,12	D
56	141820	2,9	88830	-0,4	1,596	141930	89640	1,583	1,782	1,12	D
57	124590	-1,5	86510	-0,8	1,440	124770	88180	1,415	1,549	1,08	D
58	121230	2,1	86230	0,4	1,406	115950	83340	1,391	1,587	1,13	C
59	78680	1,7	68420	-2,3	1,150	77350	70710	1,094	1,184	1,03	C
60	80590	-6,8	63570	-6,2	1,268	82350	67010	1,229	1,456	1,12	D
61	84860	0,1	67480	-0,7	1,257	80850	65810	1,228	1,355	1,08	D
62	81360	-0,7	67350	-2,6	1,208	79970	68480	1,168	1,385	1,15	D
63	99530	0,8	74350	0	1,339	97920	74130	1,321	1,451	1,08	B
64	77270	-6,3	62180	-8,7	1,243	84600	71540	1,183	1,265	1,02	D
65	124450	-2,8	85580	-1,6	1,454	124770	87020	1,434	1,674	1,17	D
66	126800	7,6	86750	0,5	1,462	126350	87730	1,440	1,599	1,09	D
67	72590	-0,5	65820	-1,5	1,103	72720	66900	1,087	1,173	1,07	B
68	50800	0	48150	0,8	1,055	60520	58310	1,038	1,084	1,03	B
69	86930	2,8	65250	0,6	1,332	88020	67430	1,305	1,407	1,06	B
70	81590	-7,2	71460	-0,3	1,142	73140	66930	1,093	1,224	1,07	D
71	116340	-2,5	82070	-0,3	1,418	107620	77480	1,389	1,537	1,08	D
72	106220	-0,3	83390	-1,1	1,274	103370	82190	1,258	1,418	1,11	A
73	56430	-3,0	58530	-5,8	0,964	57270	62320	0,919	1,012	1,05	C
74	83360	1,3	64610	-0,2	1,290	80210	63940	1,254	1,403	1,09	D
75	124470	2,1	82130	-0,2	1,516	125460	84820	1,479	1,597	1,05	C

Δ % = desvio relativo ao valor do arquivo SIH/DCRH

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

TABELA 3 : VALORES CORRIGIDOS
(continuação)

No	Cálculo com correções					Perfil-Tipo			Méd. V/ V20%	V/ V20	Clas se
	Q m3/s	Δ %	A m2	Δ %	Vm/s	Q m3/s	A m2	Vm/s			
76	121600	1,3	78100	-4,5	1,558	119900	85700	1,399	-	-	D
77	65900	2,4	63300	-3,4	1,040	64100	64600	0,993	-	-	D
78	57200	0,3	53000	0,5	1,080	57900	54900	1,055	-	-	D
79	52120	1,6	51960	-1,7	1,003	54970	56510	0,973	1,072	1,07	D
80	não verificada = original em falta										
81	127700	-6,8	94860	1,0	1,346	seção a montante			1,510	1,12	C
82	116950	-1,1	87160	0,1	1,342	113600	85410	1,330	1,528	1,14	B
83	81960	-1,9	63940	0,3	1,282	89840	71310	1,260	1,375	1,09	C
84	103740	-10,6	78310	0,3	1,325	103780	79140	1,311	1,502	1,13	D
85	94200	-9,5	80030	-0,8	1,177	93570	79920	1,171	1,402	1,19	D
86	52750	-3,0	56470	-0,3	0,934	51770	56650	0,914	0,970	1,04	C
87	59150	-22,3	63160	2,2	0,937	56860	62090	0,916	1,232	1,32	D
88	99280	0,3	72620	0	1,367	96850	72300	1,340	1,431	1,05	B
89	128730	1,2	82690	0,1	1,557	127540	84040	1,518	1,551	1,00	B
90	138980	0	88070	0	1,578	139930	89480	1,564	1,666	1,06	A
91	135810	-0,1	89240	-0,1	1,522	134150	89130	1,505	1,609	1,06	B
92	66440	-0,1	60880	-0,9	1,091	67610	62710	1,078	1,145	1,05	C
93	90090	-0,5	70600	0	1,276	94770	75040	1,263	1,331	1,07	B
94	116220	0	81940	0	1,418	114480	80850	1,416	1,511	1,07	A
95	99570	-1,2	78250	0	1,272	100150	79210	1,264	1,360	1,07	C
96	78290	-1,6	65680	0	1,192	78540	65970	1,191	1,266	1,06	C
97	86890	-1,7	71230	0	1,220	86600	71710	1,208	1,324	1,09	C
98	não verificada										
99	126230	0	90990	0	1,387	121040	87110	1,389	1,524	1,10	A
911	85780	-0,3	75060	-0,3	1,143	85700	74930	1,144	1,263	1,11	C
921	68730	1,4	62930	-0,3	1,092	69660	64430	1,081	1,191	1,09	B

Δ % = desvio relativo ao valor do arquivo SIH/DCRH

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

CALIBRAGEM - Período 1979-1986

Tabela 4 : Método da raiz quadrada do desnível

No	Cl	Data	Cota cm	Q m ³ /s	D m	Qc* m ³ /s	Qo** m ³ /s	*** ΔQ %	*** ΔQc %
68	B	13/11/79	862	50800	1,31	44385	44400	- 0,8	0
73	C	11/09/80	985	56400	1,01	56120	54000	-10,0	+ 3,9
92	C	27/10/84	991	66400	1,30	58230	54700	+ 4,9	+ 6,5
921	B	17/11/84	1049	68700	1,41	57860	58600	+ 1,0	- 1,3
96	C	12/11/85	1094	78300	1,71	59880	61700	+ 9,1	- 2,9
67	B	14/09/79	1131	72600	1,23	65460	64800	- 3,2	+ 1,0
69	B	20/01/80	1146	86900	1,69	66850	65600	+13,9	+ 1,9
97	C	11/02/86	1277	86900	1,39	73710	74400	- 0,6	- 0,9
88	B	18/01/84	1297	99300	1,67	76840	75800	+11,1	+ 1,4
93	B	13/02/85	1384	90100	1,30	79020	81400	- 6,6	- 2,9
911	C	12/09/84	1393	85800	1,08	82560	81800	-12,0	+ 0,9
95	C	15/08/85	1515	99600	1,23	89810	89800	- 7,6	0
94	A	30/05/85	1568	116200	1,48	95520	93000	+ 3,4	+ 2,1
72	A	06/07/80	1616	106300	1,21	96640	96600	- 8,8	0
89	B	13/04/84	1670	128700	1,71	94420	100000	+ 6,4	- 5,6
75	C	22/05/81	1705	124500	1,67	96340	102400	+ 0,4	- 5,9
98		16/05/86	1754	135300	1,64	105650	105900	+ 5,5	- 0,2
99	A	13/08/86	1767	126200	1,39	107040	106800	- 2,6	+ 0,2
91	B	11/07/84	1832	135800	1,50	110880	110600	+ 0,6	+ 0,3
90	A	07/06/84	1843	139000	1,58	110580	111200	+ 2,4	- 0,6

* Qc = Q dividido pela raiz quadrada de D

** Qo = descarga lida na curva

*** desvio relativo a uma curva média sem
correção pelo desnível

Total : 110,8 38,5

Média : 5,6 1,9

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

CALIBRAGEM - Período 1979-1986

Tabela 5 : Método do desnível normal (Dn = 140) : primeiro traçado.

No	Cl	Data	Cota cm	Q m ³ /s	Dcm	D/Dn	Qn m ³ /s	Q/Qn	* Kc	Qc m ³ /s	ΔQ %	ΔQc %
68	B	11/79	862	50800	131	0,936	51200	0,992	0,972	52300	- 0,8	+ 2,1
73	C	09/80	985	56400	101	0,721	62700	0,900	0,875	64500	-10,0	+ 2,9
92	C	10/84	991	66400	130	0,929	63300	1,049	0,970	68500	+ 4,9	+ 8,2
921	B	11/84	1049	68700	141	1,007	68000	1,010	1,005	68400	+ 1,0	+ 0,6
96	C	11/85	1094	78300	171	1,221	71800	1,091	1,100	71200	+ 9,1	- 0,8
67	B	9/79	1131	72600	123	0,879	75000	0,968	0,945	76800	- 3,2	+ 2,4
69	B	1/80	1146	86900	169	1,207	76300	1,139	1,095	80800	+13,9	+ 5,9
97	C	2/86	1277	86900	139	0,993	87400	0,994	0,997	87200	- 0,6	- 0,2
88	B	1/84	1297	99300	167	1,193	89400	1,111	1,085	91500	+11,1	+ 2,3
93	B	2/85	1384	90100	130	0,929	96500	0,933	0,970	92900	- 6,6	- 3,7
911	C	9/84	1393	85800	108	0,771	97500	0,880	0,900	95300	-12,0	- 2,3
95	C	8/85	1515	99600	123	0,879	107800	0,924	0,945	105400	- 7,6	- 2,2
94	A	5/85	1568	116200	148	1,057	112400	1,034	1,028	113000	+ 3,4	+ 0,5
72	A	7/80	1616	106300	121	0,867	116500	0,912	0,940	113100	- 8,8	- 2,9
89	B	4/84	1670	128700	171	1,221	121000	1,064	1,100	117000	+ 6,4	- 3,3
75	C	5/81	1705	124500	167	1,193	124000	1,004	1,085	114800	+ 0,4	- 7,4
98		5/86	1754	135300	164	1,171	128200	1,055	1,076	125700	+ 5,5	- 2,0
99	A	8/86	1767	126200	139	0,993	129600	0,974	0,998	126500	- 2,6	- 2,4
91	B	7/84	1832	135800	150	1,071	135000	1,006	1,032	131600	+ 0,6	- 2,5
90	A	6/84	1843	139000	158	1,129	135800	1,024	1,060	131100	+ 2,4	- 3,5

* Kc = coeficiente de correção

Total : 110,8 58,0

Média : 5,6 2,9

Tabela 6 : Método do desnível normal ($D_n = 140$) : segundo traçado.

No	Cl	Data	Cota cm	Q m ³ /s	Dcm	D/D _n	Q _n m ³ /s	Q/Q _n	* K _c	Q _c m ³ /s	ΔQ %	ΔQ _c %
68	B	11/79	862	50800	131	0,936	53000	0,958	0,970	52400	- 4,2	- 1,1
73	C	09/80	985	56400	101	0,721	64600	0,873	0,868	65000	-12,7	+ 0,6
92	C	10/84	991	66400	130	0,929	65400	1,015	0,965	68800	+ 1,5	+ 5,2
921	B	11/84	1049	68700	141	1,007	70000	0,981	1,003	68500	- 1,9	- 2,1
96	C	11/85	1094	78300	171	1,221	73600	1,064	1,105	70900	+ 6,4	- 3,7
67	B	9/79	1131	72600	123	0,879	76400	0,950	0,942	77100	- 5,0	+ 0,9
69	B	1/80	1146	86900	169	1,207	77400	1,123	1,098	79100	+12,3	+ 2,2
97	C	2/86	1277	86900	139	0,993	87400	0,994	0,995	87300	- 0,6	- 0,1
88	B	1/84	1297	99300	167	1,193	88400	1,123	1,092	90900	+12,3	- 2,8
93	B	2/85	1384	90100	130	0,929	94800	0,950	0,965	93400	- 5,0	- 1,5
911	C	9/84	1393	85800	108	0,771	96000	0,894	0,892	96200	-10,6	+ 0,8
95	C	8/85	1515	99600	123	0,879	105500	0,944	0,942	105700	- 5,6	+ 0,2
94	A	5/85	1568	116200	148	1,057	110000	1,056	1,026	113300	+ 5,6	+ 3,0
72	A	7/80	1616	106300	121	0,867	113600	0,936	0,936	113600	- 6,4	0
89	B	4/84	1670	128700	171	1,221	117900	1,092	1,105	116500	+ 9,2	- 1,2
75	C	5/81	1705	124500	167	1,193	120400	1,034	1,092	114000	+ 3,4	- 5,3
98		5/86	1754	135300	164	1,171	123900	1,092	1,082	125000	+ 9,1	+ 0,9
99	A	8/86	1767	126200	139	0,993	125200	1,008	0,995	126800	+ 0,8	+ 1,3
91	B	7/84	1832	135800	150	1,071	130500	1,041	1,035	131200	+ 4,1	+ 0,5
90	A	6/84	1843	139000	158	1,129	131000	1,061	1,061	131000	+ 6,1	0

* K_c = coeficiente de correção

Total : 122,6 33,5

Média : 6,1 1,7

Tabela 7 : Método do gradiente linimétrico (primeira iteração)

No	Cl	Data	Cota cm	Q m ³ /s	δ cm/dia	Q ₀ m ³ /s	y^{2-1} *	Q _c m ³ /s	ΔQ %	ΔQ _c %
68	B	11/79	862	50800	- 10,5	59000	-0,259	59690	-13,9	+ 1,2
73	C	09/80	985	56400	- 13,2	68500	-0,322	69770	-17,7	+ 1,9
92	C	10/84	991	66400	- 5,2	69200	-0,079	71460	- 4,0	+ 3,3
921	B	11/84	1049	68700	- 1,7	73300	-0,122	70300	- 6,3	- 4,1
96	C	11/85	1094	78300	- 4,4	77200	+0,029	83260	+ 1,4	+ 7,8
67	B	9/79	1131	72600	- 10,4	80000	-0,176	85150	- 9,3	+ 6,4
69	B	1/80	1146	86900	+ 4,1	81400	+0,140	82570	+ 6,8	+ 1,4
97	C	2/86	1277	86900	+ 8,6	91000	-0,088	78500	- 4,5	-13,7
88	B	1/84	1297	99300	+ 3,8	92600	+0,150	94700	+ 7,2	+ 2,3
93	B	2/85	1384	90100	- 6,1	98800	-0,168	98320	- 8,8	- 0,5
911	C	9/84	1393	85800	- 8,9	99500	-0,256	98000	-13,8	- 1,5
95	C	8/85	1515	99600	- 5,3	108400	-0,156	107350	- 8,1	- 1,0
94	A	5/85	1568	116200	+ 2,7	112600	+0,065	112300	+ 3,2	- 0,3
72	A	7/80	1616	106300	- 0,7	116500	-0,167	107300	- 8,8	- 7,9
89	B	4/84	1670	128700	+ 1,8	121300	+0,126	125760	+ 6,1	+ 3,6
75	C	5/81	1705	124500	+ 2,6	124400	+0,002	120460	+ 0,1	- 3,2
98		5/86	1754	135300	+ 2,8	129000	+0,100	130400	+ 4,7	+ 1,1
99	A	8/86	1767	126200	- 6,0	130500	-0,065	137500	- 3,3	+ 5,4
91	B	7/84	1832	135800	- 2,1	137200	-0,020	139700	- 1,0	+ 1,8
90	A	6/84	1843	139000	+ 2,3	138200	+0,012	135000	+ 0,6	- 2,3

* $y = Q/Q_0$

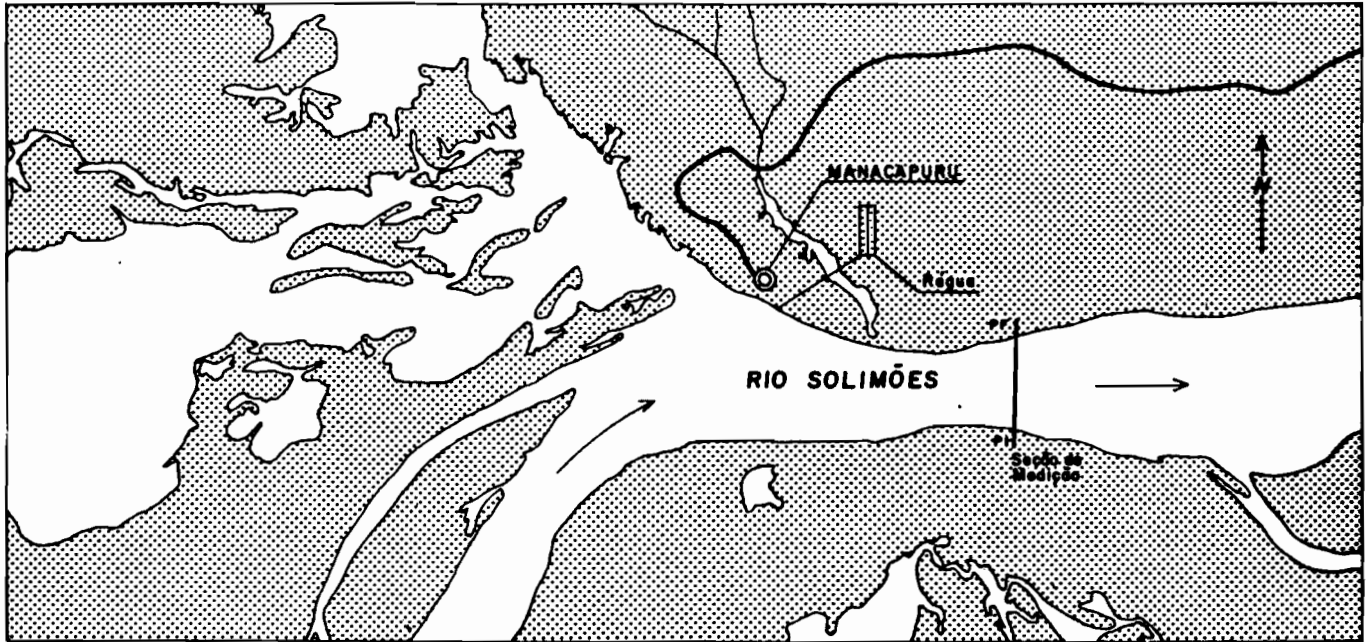
Total : 129,5 70,7

Média : 6,5 3,5

Média excluindo as medições 96 e 97 : 6,9 2,7

POSTO FLUVIOMÉTRICO DO RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

Croqui de Localização da Seção de Medição (Figura - 1)



Disposição dos Alvos na Seção de Medição (Figura - 2)

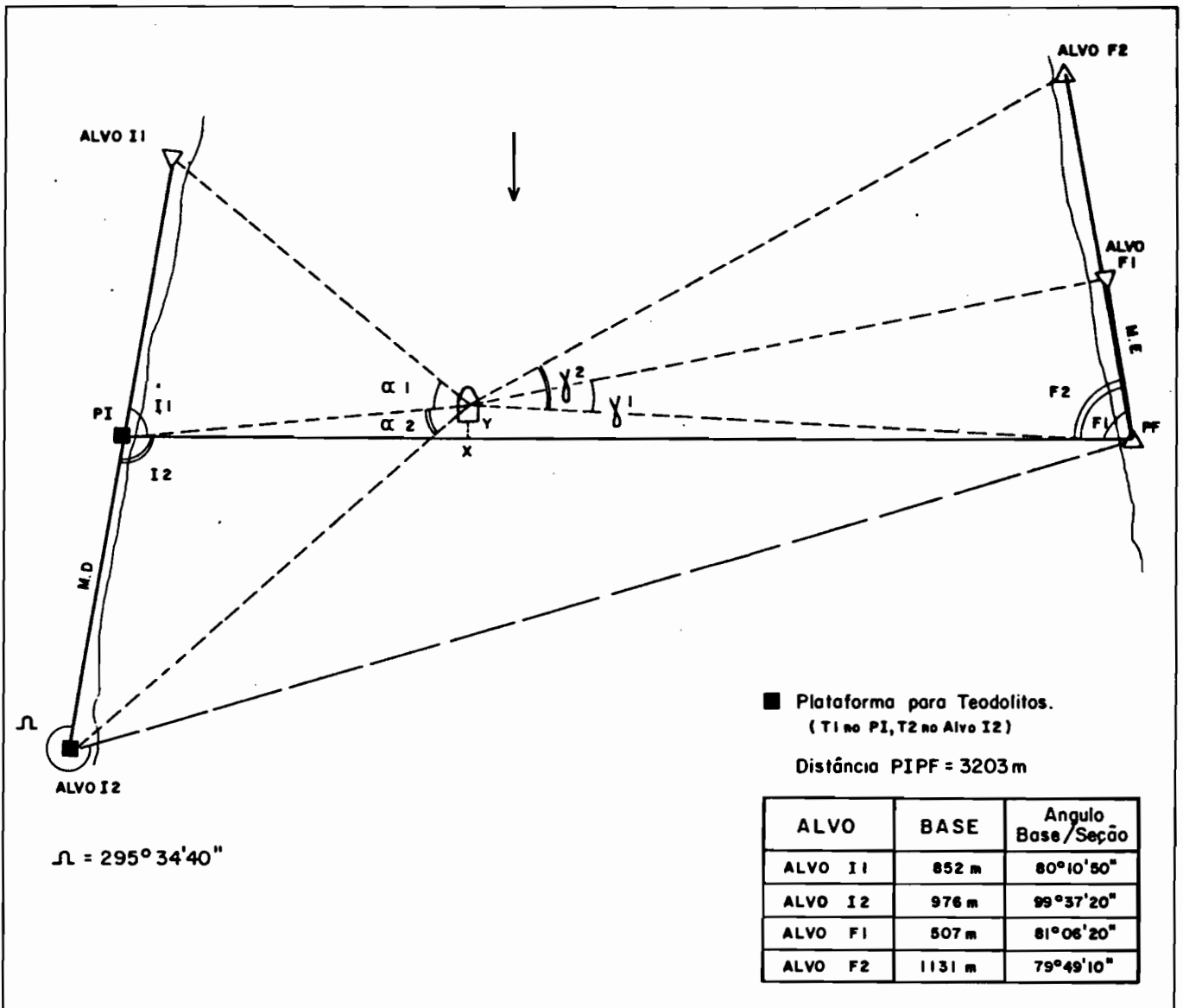


FIGURA 3

MANACAPURU - PERFIL DA SEÇÃO DE MEDIÇÃO

ECOGRAMA LEVANTADO EM 30 de MAIO de 1985

COTA : 15 68 (FATOR de REDUÇÃO : 0,33)

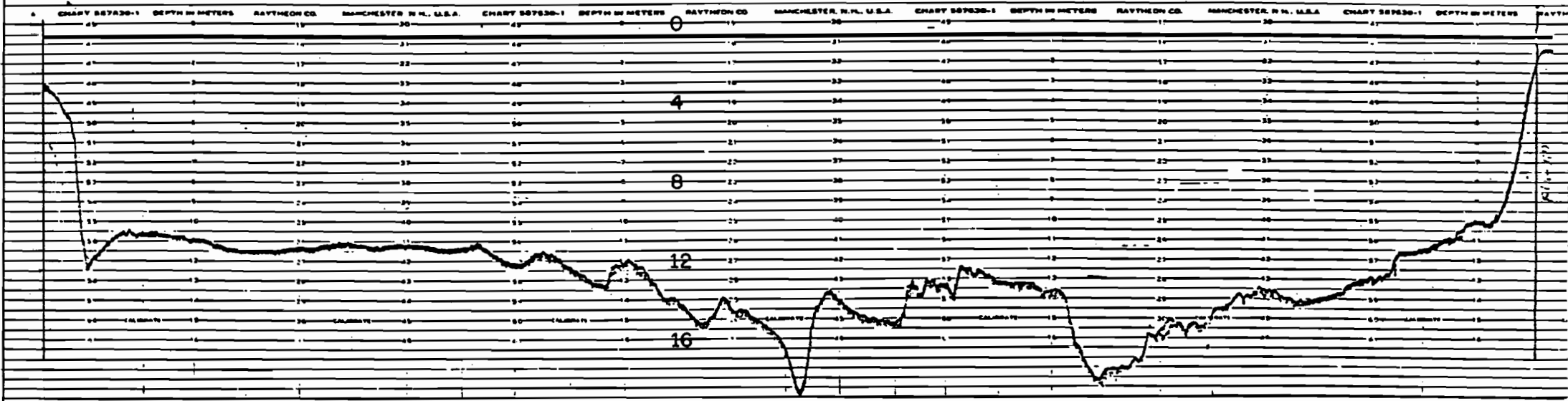


FIGURA 4 CORRESPONDÊNCIA ENTRE A COTA EM MANACAPURU (MU) E A COTA DO DIA SEGUINTE EM MANAUS (MS)

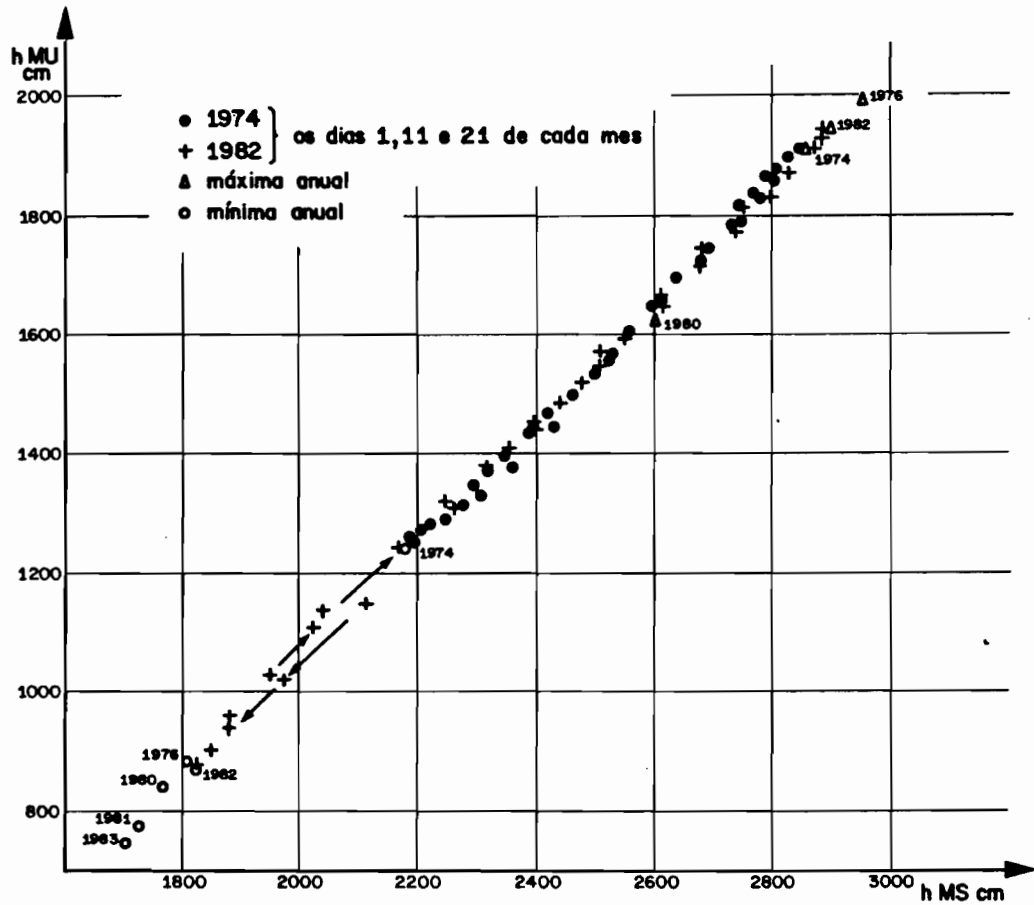


FIGURA 5 COMPARAÇÃO DAS COTAS MÁXIMAS ANUAIS EM MANACAPURU (MU) E MANAUS (MS) : CURVA DUPLA ACUMULATIVA

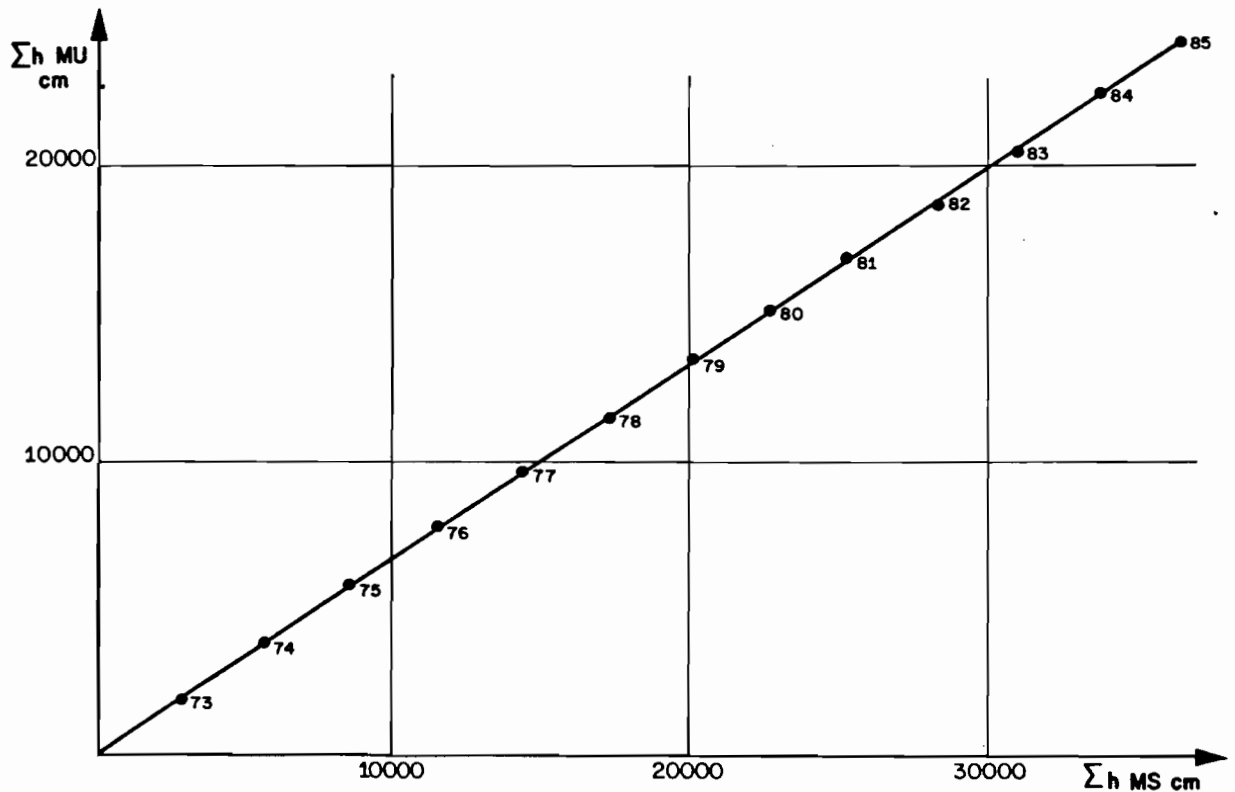


FIGURA 6 RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU

PLOTAGEM DAS MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA DO PERÍODO 1973 - 1983.

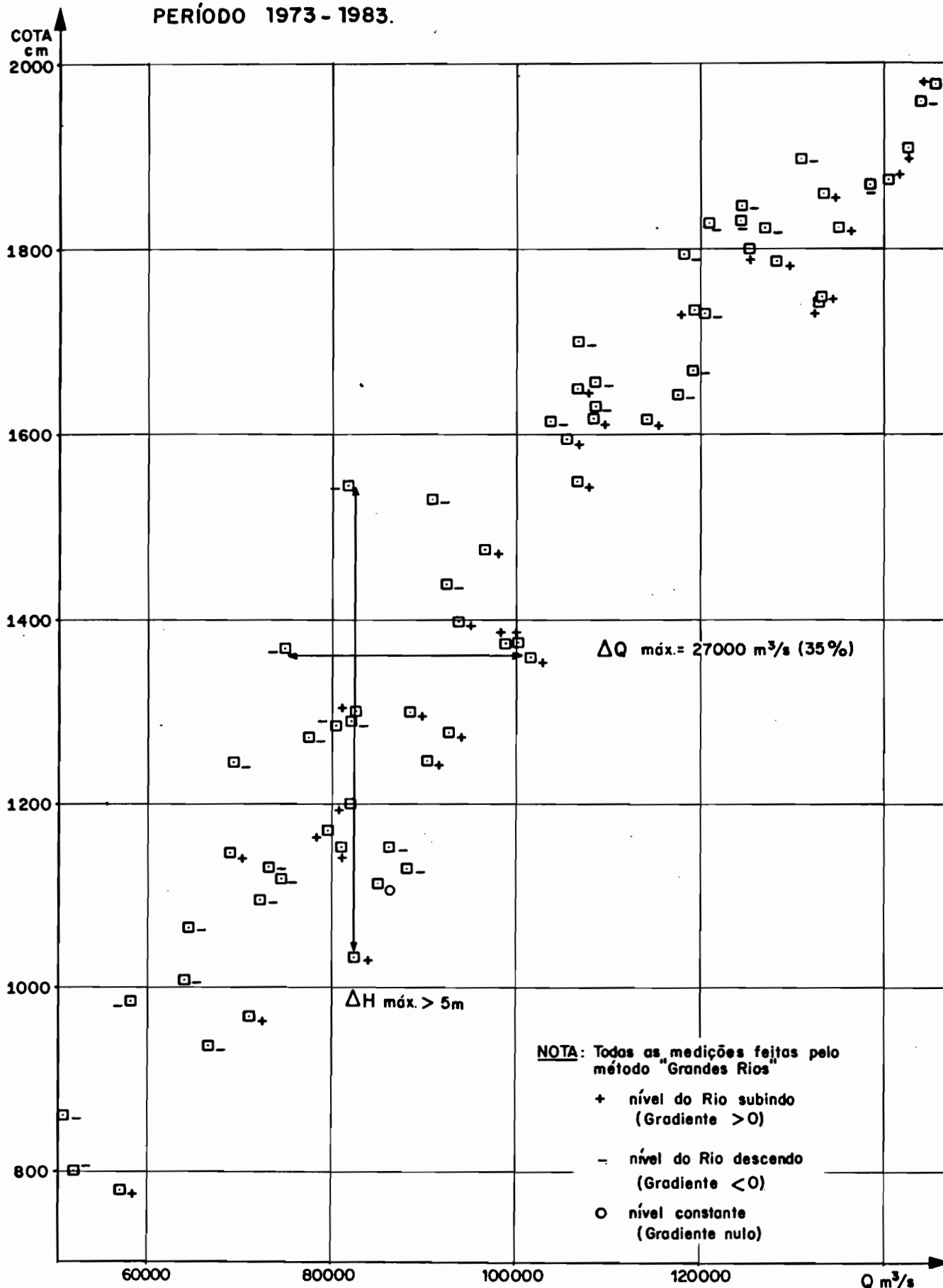
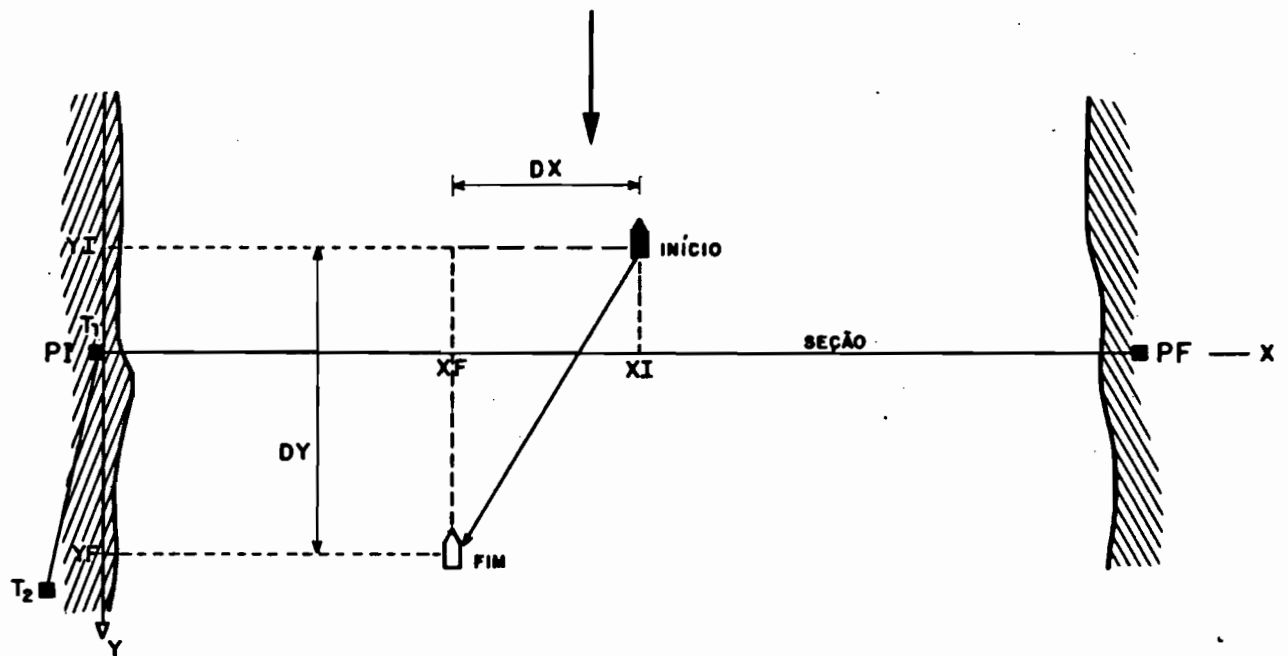


FIGURA 7 CRÍTICA DAS MEDIÇÕES PELO MÉTODO DO BARCO NÃO ANCORADO



LEGENDA:



deslocamento do barco durante a tomada de velocidade

DX deslocamento transversal : $\begin{cases} > 0 & \text{se } XF > XI \\ < 0 & \text{se } XF < XI \end{cases}$

DY deslocamento longitudinal : $\begin{cases} > 0 & \text{se } YF > YI \\ < 0 & \text{se } YF < YI \end{cases}$

TESTES PARA EXCLUSÃO:

1º teste $ABS \left(\frac{YI + YF}{2} \right) > 20 \text{ m}$

2º teste $ABS \left(\frac{DX}{\dagger} \right) > \frac{Vm}{2}$

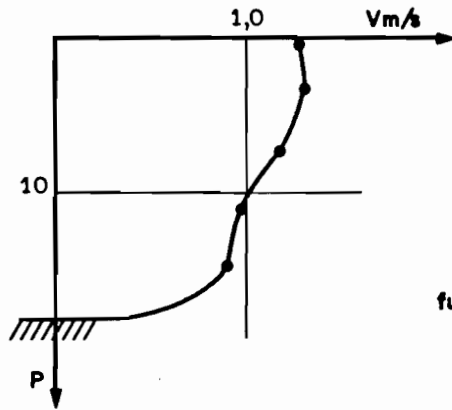
3º teste $ABS \left(\frac{DY}{\dagger} \right) > \frac{Vm}{3}$

4º teste $ABS \left(\frac{DX}{\dagger} \right) > \frac{Vm}{5}$ } simultaneamente
 $ABS \left(\frac{DY}{\dagger} \right) > \frac{Vm}{5}$

Com: V_m = velocidade medida
 \dagger = duração da tomada de velocidade
 ABS = valor absoluto

FIGURA 8 RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU
 PERFIS DE VELOCIDADE - medição Nº 64

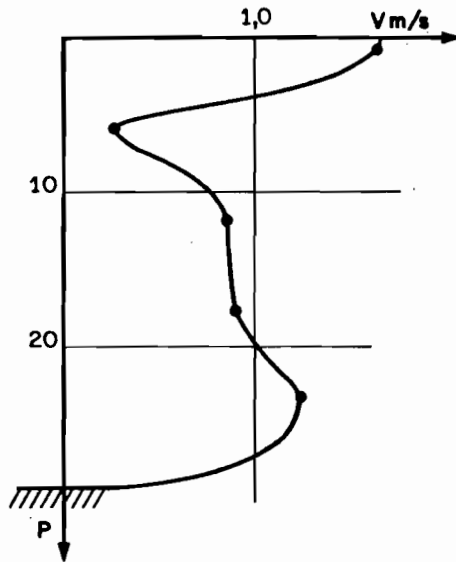
VERTICAL 1



P	V	DX	DY
0,7	1,280	+2,2	+6,8
3,7	1,299	-1,8	-5,5
7,4	1,194	+1,2	+3,8
11,0	0,967	0	-0,1
14,7	0,898	-3,3	-10,2

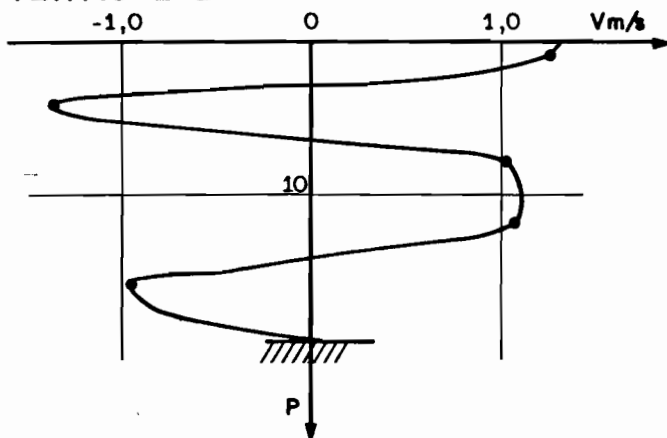
fundo 18,3

VERTICAL 18



P	V	DX	DY
0,7	1,658	+5,4	-9,7
5,8	0,311	+51,9	-6,6
11,7	0,858	-31,2	-7,6
17,5	0,888	-37,9	-7,9
23,3	1,243	-25,1	+1,5

VERTICAL 25



P	V	DX	DY
0,7	1,250	-6,9	+0,7
4,0	-1,360	+62,5	+19,9
7,9	1,048	-22,5	-5,2
11,9	1,070	+11,0	+0,8
15,8	-0,955	+57,8	+6,2

FIGURA 9 RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU - RELAÇÃO Q/\sqrt{D} (h)

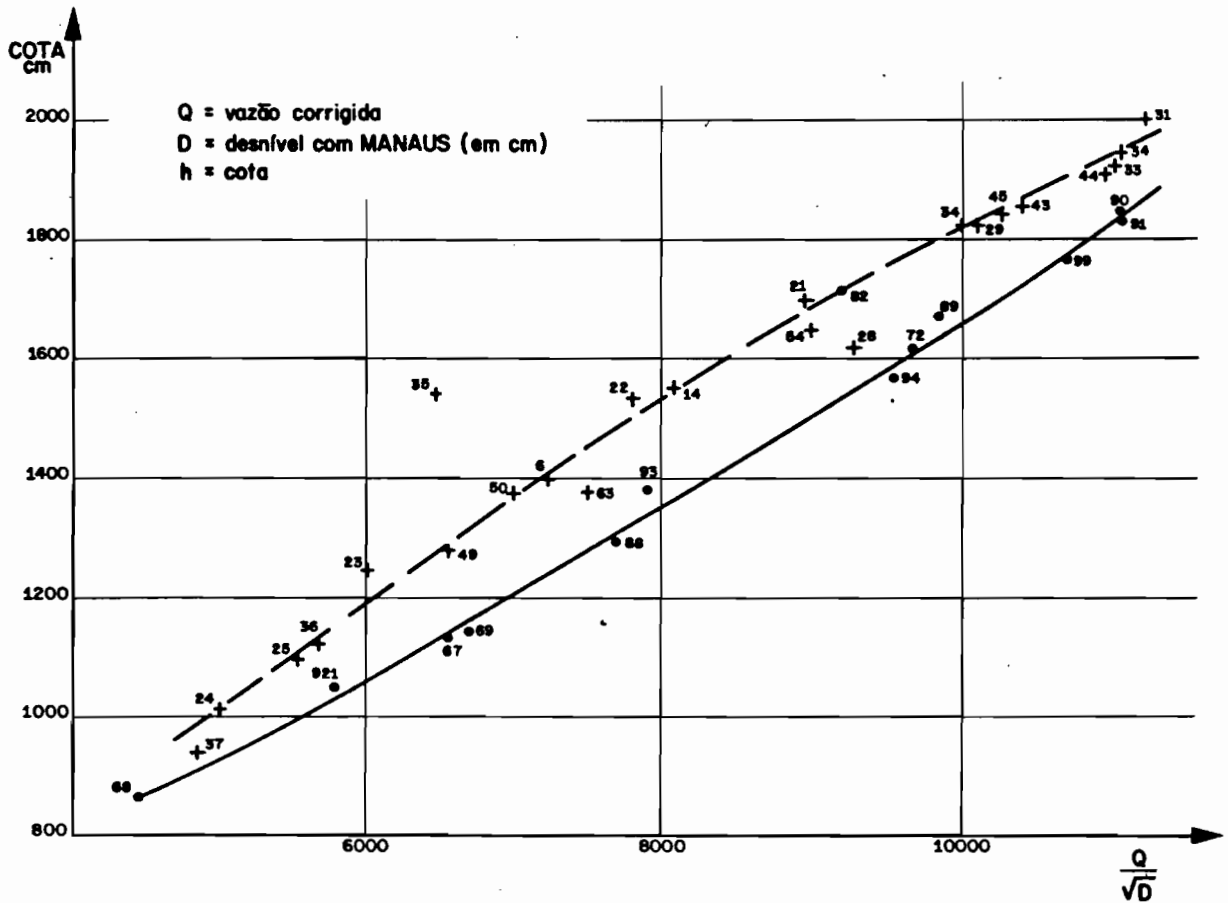


FIGURA 10 RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU - RELAÇÃO Q_{pt}/\sqrt{D} (h)

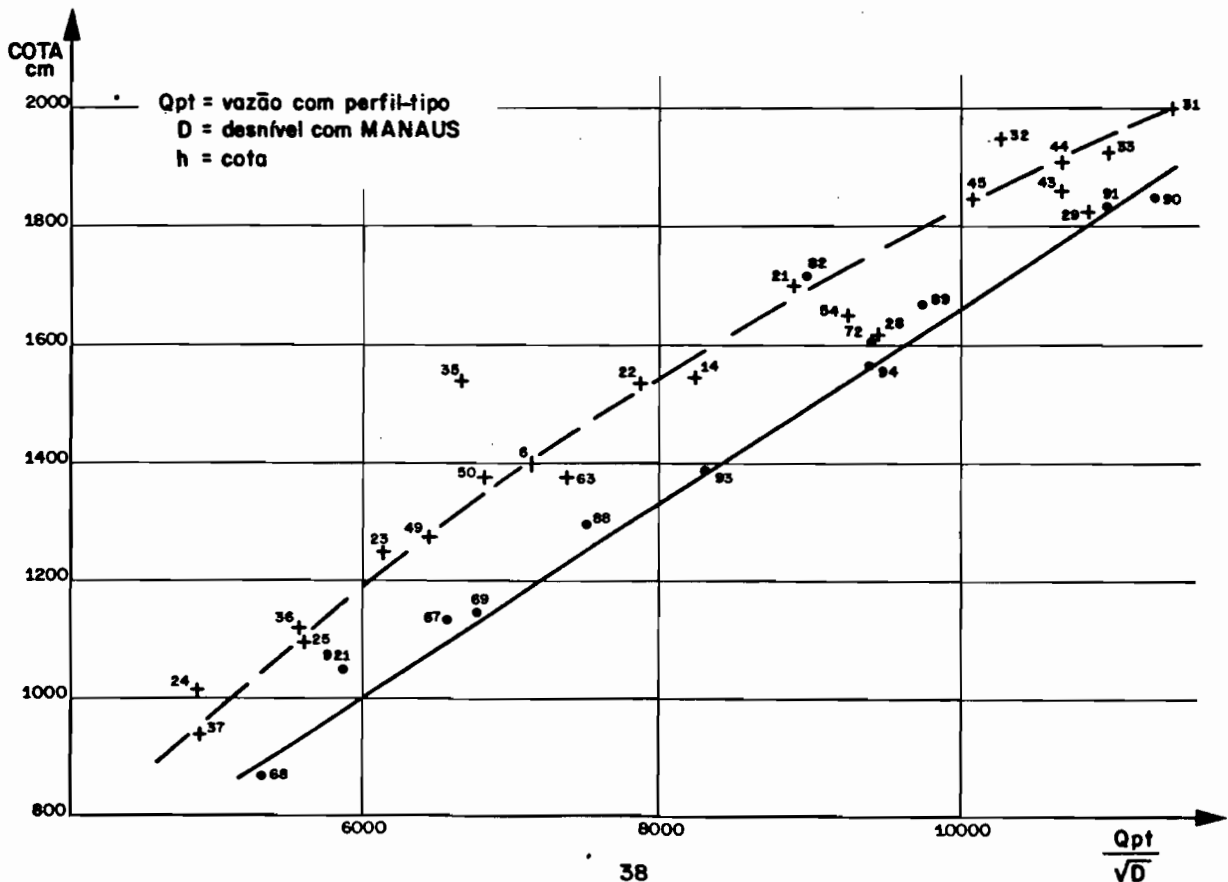


FIGURA 11 RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU - RELAÇÃO COTA/ÁREA

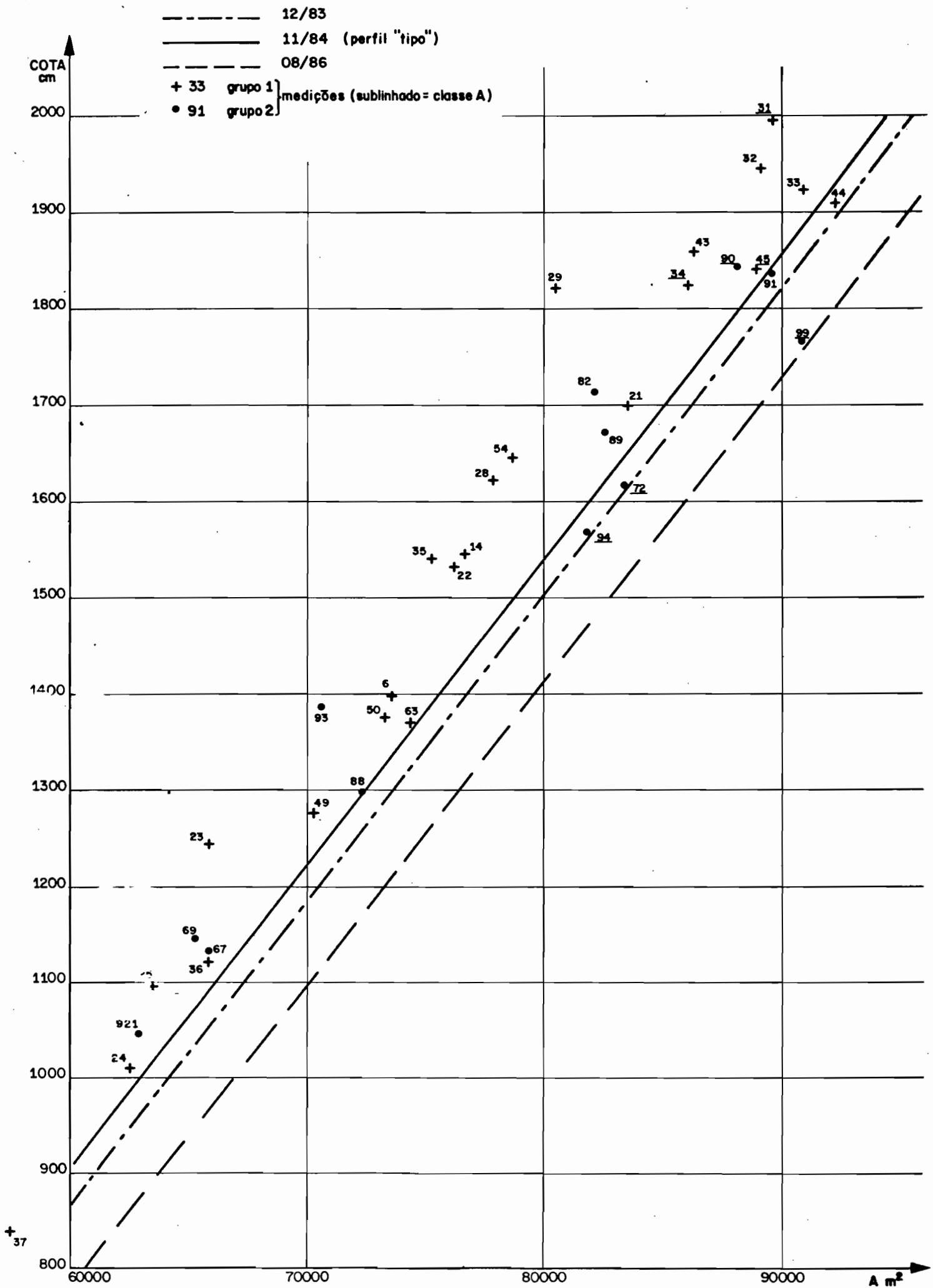
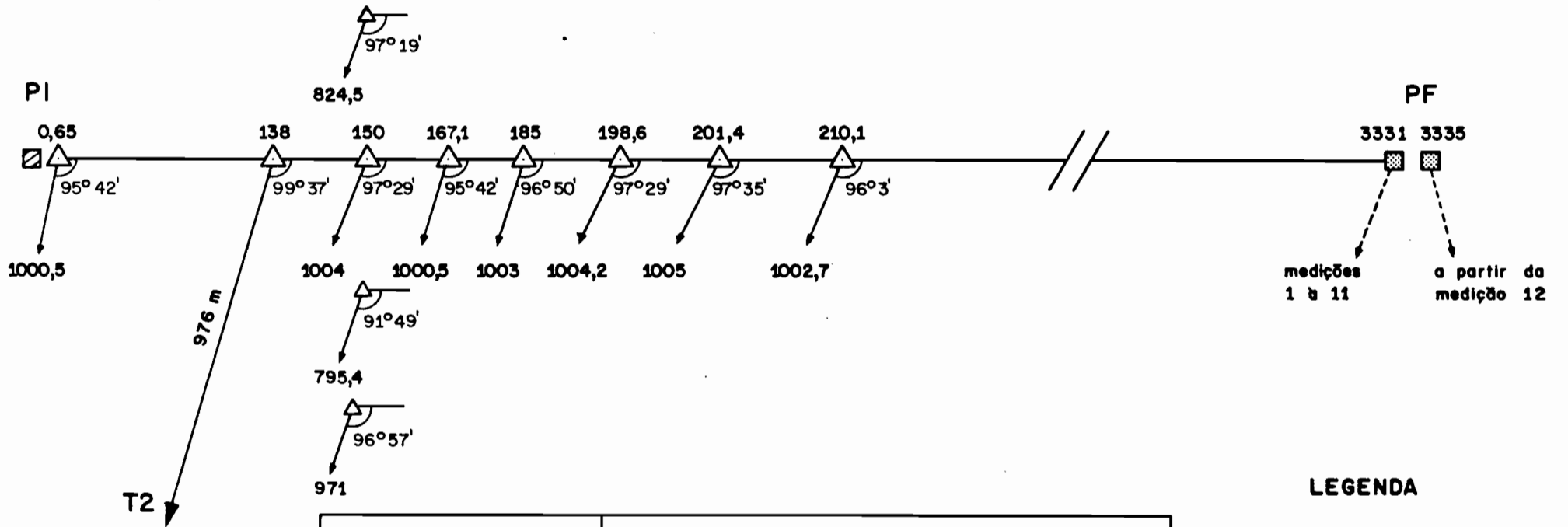


FIGURA 12
RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU - POSIÇÃO DO TEODOLITO T1 (PI AUXILIAR)



DISTÂNCIA do T1 ao PI	Nº DAS MEDIÇÕES
0,65 m	Nº 10
138 m	Nº 90 à 99
150 m (4 situações)	Nº 66 à 75, 79, 82 à 88
167,1 m	Nº 9
185 m	Nº 54
198,6 m	Nº 11 à 16, 21 à 53, 55 à 65
201,4 m	Nº 7 e 8
210,1 m	Nº 5 e 6

LEGENDA

- ▣ PI ▣ PF
- △ teodolito T1
- ∠ ângulo A
- ↓ comprimento da base 1000,5

FIGURA 13

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU - RELAÇÃO \bar{v}_{20}/\sqrt{D} (h)

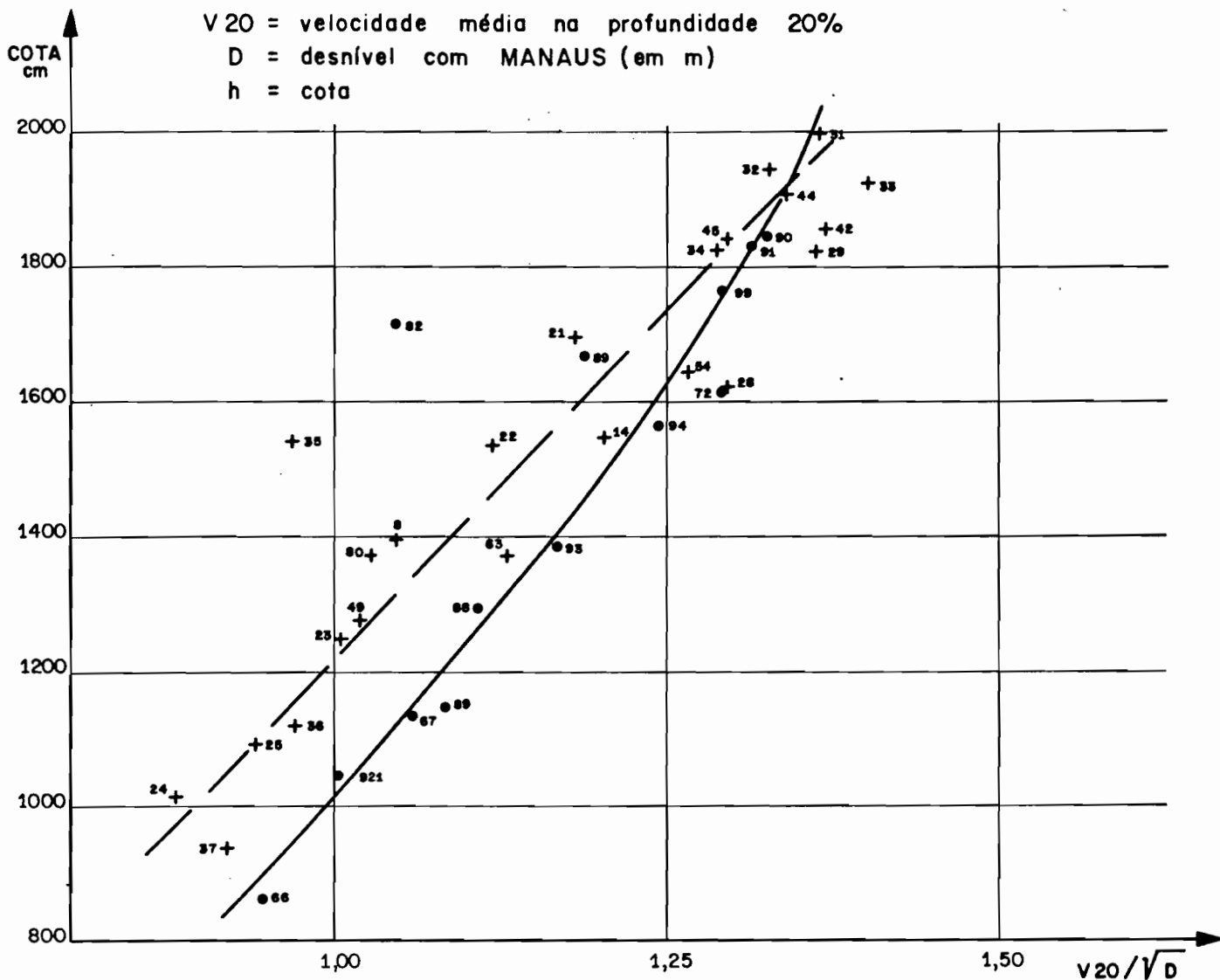


FIGURA 14. HISTOGRAMA DOS DESNÍVEIS DAS 36 MEDIÇÕES DE CLASSE "A" e "B"

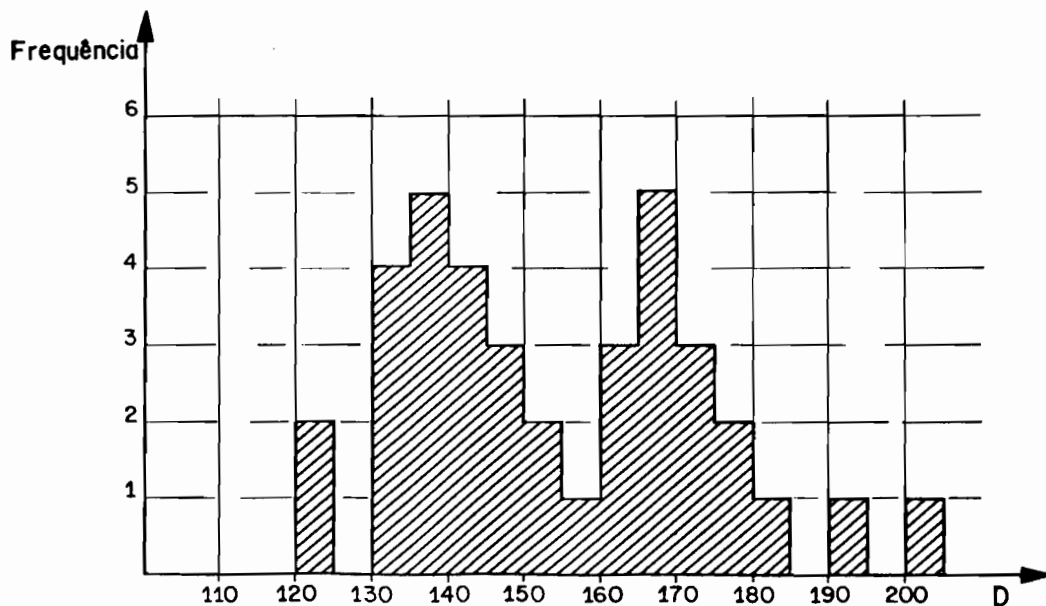


FIGURA 15

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU - CURVA-CHAVE 1979-1986
MÉTODO DA RAIZ QUADRADA DO DESNÍVEL

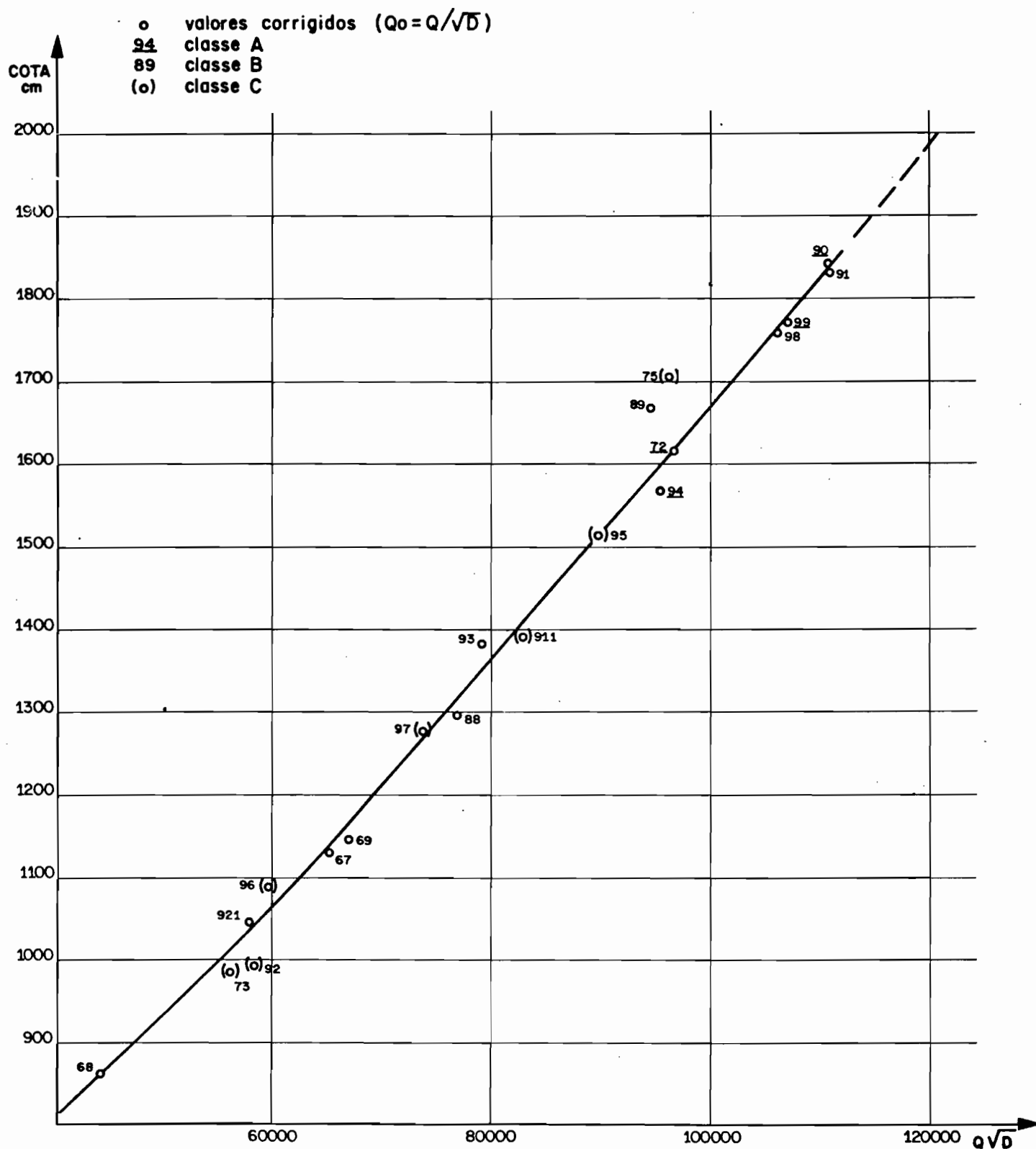
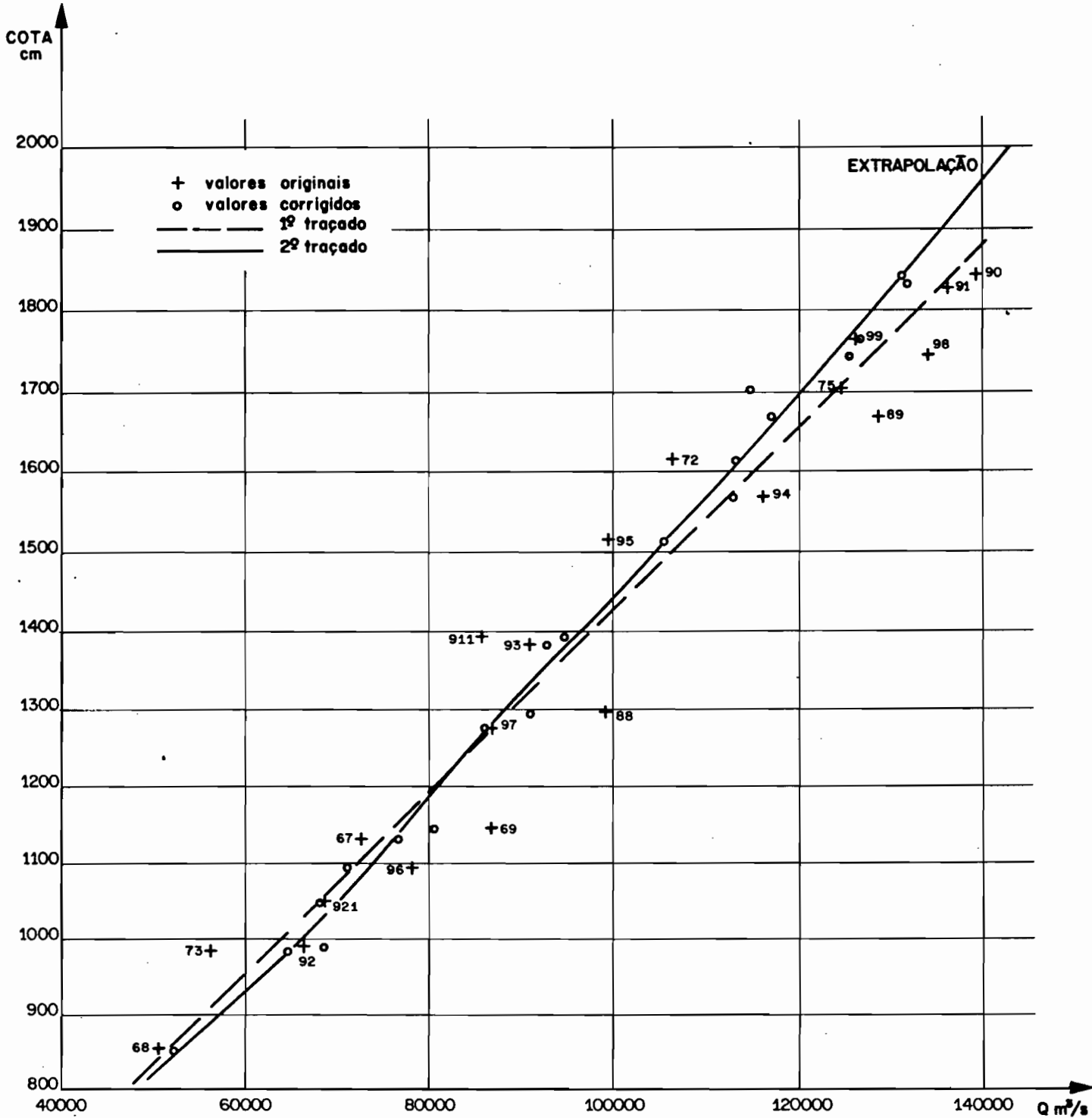


FIGURA 16

RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU - CURVA-CHAVE 1980-1986

MÉTODO DO DESNÍVEL NORMAL



RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU - MÉTODO DO DESNÍVEL NORMAL
 RELAÇÃO ENTRE Q/Q_n E D/D_n

FIGURA 17 1º traçado

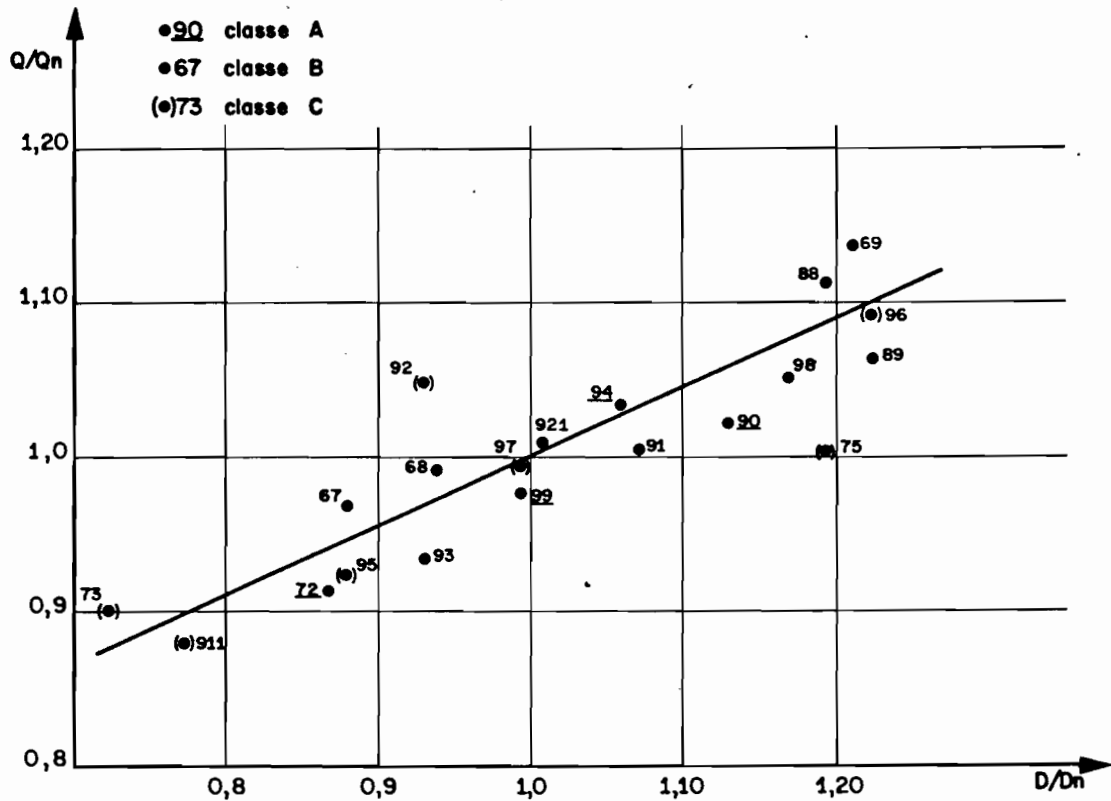


FIGURA 18 2º traçado

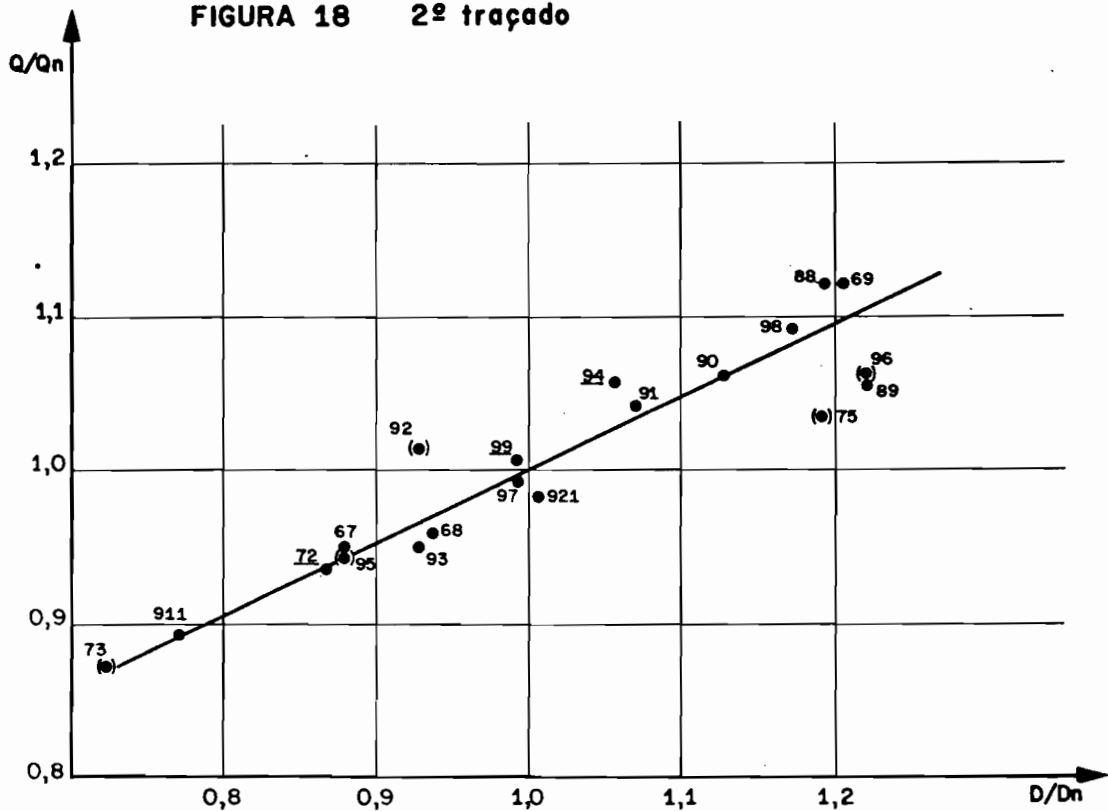
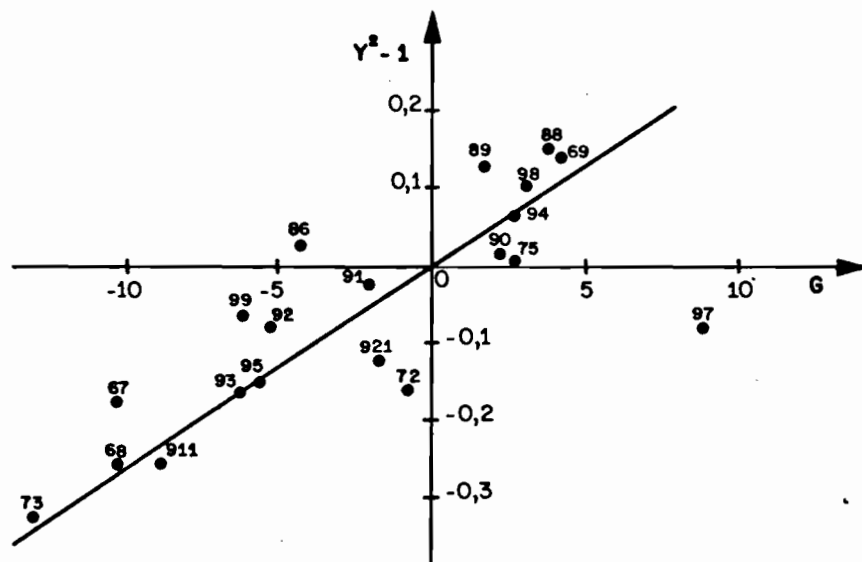


FIGURA 19
RIO SOLIMÕES EM MANACAPURU - CURVA-CHAVE 1979-1986
MÉTODO DO GRADIENTE LINIMÉTRICO

CORREÇÃO DA VAZÃO



CURVA EM REGIME "PERMANENTE" (G=∅)

