

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS



PIERRE CHEVALLIER

PROJETO POTIRIBU

DADOS BÁSICOS DE FLUVIOMETRIA E PLUVIOMETRIA

RECURSOS HÍDRICOS 26

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Helgio Trindade

Pró -reitores:

Administração: Luiz Carlos R. Bortolini

Extensão: Ana Maria de M. Guimarães

Graduação: Merion Campos Bordas

Pós-graduação e Pesquisa : Claudio Scherer

Planejamento: Wrana Maria Panizzi

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

Diretor: Lawson Beltrame

Vice-Diretor: Raul Dorfman

Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento

Comissão Coordenadora

Carlos E. M. Tucci (coordenador)

Luis E. Almeida

Luis O. Monteggia

Marc P. Bordas

Raul Dorfmann

NÚMEROS ANTERIORES DA PUBLICAÇÃO RECURSOS HÍDRICOS

- 1 - Optimal Weekly Releases from Multireservoir System por Antonio E. Lanna, 1981.
- 2 - Removal of Organic compounds by Oxidation-Coagulation with Potassium Ferrate por Sergio J. De Luca., 1982
- 3 - Modelo Matemático Precipitação-Vazão IPH II, por Carlos Tucci, Julio Sanchez e Mario Simões Lopes, 1982
- 4 - Operação Estratégica de reservatórios para suprimento hídrico e controle de cheias por Antonio E. Lanna, 1982.
- 5 - Sistema de Processamento de dados em microcomputadores para estudos de regionalização por Geraldo Silveira, Antonio Lanna e A. Maurer, 1983.
- 6 - Avaliação do efeito da urbanização no escoamento através de modelo hidrológico, José C. Motta Jr. e Carlos E.M. Tucci, 1983.
- 7 - Identification of Aquifer Parameters using Transient Observation and the discrete Kernel Approach por Nelson Caicedo, 1983.
- 8 - Regionalização de hidrogramas unitários para bacias urbanas do Sul do Brasil por Julio Sanchez e Mario Simões Lopes, 1984
- 9 - L'action de la houle sur les sables dans la zona du déferlement: exemple pour la côte aquitaine, por Luiz Emílio de Almeida, 1984
- 10 - Problemas de utilização e controle dos recursos hídricos do Brasil por Marc P. Bordas e Antonio E. Lanna, 1984.
- 11 - Carvão Ativado: Uma nova tecnologia no tratamento da drenagem ácida de minas de carvão por H. X. Corseuil e Sergio De Luca, 1985.
- 12 - Modelo Matemático de correntologia do rio Guaíba por Alejandro Casallas, 1985.
- 13 - Modelo Numérico de onda cinemática para a fase de avanço da irrigação superficial em uma faixa de terra inclinada, por J. C. Strauch e Nelson Caicedo, 1985.
- 14 - Análise de Consistência de Dados Hidrológicos por Carlos E. M. Tucci e Ruy L. da Silveira, 1985.
- 15 - Modelos Matemáticos aplicados a drenagem subsuperficial das várzeas do Rio Grande do Sul por José Louzada, Nelson Caicedo e Flavio Cauduro, 1986
- 16 - Planning of Irrigation Systems under conditions of Scarce data por Raul Dorfman, 1986.

Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Recursos Hídricos nº26

PROJETO POTIRIBU

DADOS BÁSICOS DE FLUVIOMETRIA E PLUVIOMETRIA

1989-1992

por

Pierre Chevallier

com a colaboração de

Nilza M. de R. Castro

Marc P. Bordas

Agustin Sanchez y Vacas

Domingos A. Lopez

André L.L. de Silveira

Cesar D. de C. Gonçalves

Adelmira Sena

Luiz G. Raupp

Pesquisa desenvolvida em cooperação com

**o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
e o Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento em Cooperação (ORSTOM)**

junho/1993



SUMÁRIO

1. Introdução	5
2. Características gerais das bacias	7
3. Postos fluviométricos	9
3.1. Generalidades	9
3.1.1. Características técnicas dos linígrafos	9
3.1.2. Processamento dos dados	9
3.1.3. Dados disponíveis	9
3.2. Anfícatro	10
3.2.1. Histórico	11
3.2.2. Calibragem	12
3.2.3. Vazões	14
3.3. Donato	14
3.3.1. Histórico	14
3.3.2. Calibragem	16
3.3.2.1. Do início até o dia 09-03-1991	16
3.3.2.2. A partir do dia 10-03-1991	17
3.3.3. Níveis e vazões	20
3.4. Turcato	21
3.4.1. Histórico	21
3.4.2. Calibragem	23
3.4.3. Vazões	26
3.5. Rincão	28
3.5.1. Histórico	28
3.5.2. Calibragem	29
3.5.3. Níveis	29
3.6. Rincão	30
3.6.1. Histórico	30
3.6.2. Calibragem	32
3.6.3. Níveis	32
3.7. Andorinhas	33
3.7.1. Histórico	33
3.7.2. Calibragem	34
3.7.3. Vazões	36
4. Postos pluviométricos e pluviográficos	39
4.1. Generalidades	39
4.1.1. Características técnicas dos aparelhos	39
4.1.2. Processamento dos dados	40
4.1.3. Dados disponíveis	40
4.1.4. Pluviometria média	43
4.2. Histórico dos postos	44
4.3. Pluviometria diária	44
Referências bibliográficas	49

1. INTRODUÇÃO

Em 1989 o Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul iniciou uma pesquisa com o ORSTOM (Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento em Cooperação), no quadro do acordo bilateral CNPq/ORSTOM. Essa pesquisa almeja conhecer os impactos sobre o comportamento hidrossedimentológico dos solos e dos rios do planalto basáltico do sul do Brasil, e mais especialmente, os efeitos dos cultivos de verão (soja/milho) e de inverno (trigo/aveia) sobre os recursos hídricos da região noroeste do Rio Grande do Sul. Diversas ferramentas estão sendo usadas na abordagem do problema, tais como a simulação de chuva, a cartografia por sensoriamento remoto a partir de satélites, a análise geomorfológica através de modelos numéricos de terreno e a modelação matemática chuva-vazão-descarga sólida.

Este estudo, conhecido como *Projeto Potiribu*, abrange toda a região do planalto basáltico e está sendo desenvolvido numa bacia hidrográfica considerada representativa (bacia do Rio Potiribu a montante da PCH Andorinhas) cuja identificação resultou da análise sistemática da erosão potencial no derrame de basalto (Borges e Bordas, 1988).

Um primeiro relatório (Chevallier, 1991) descreveu o regime das precipitações na região estudada, usando os dados disponíveis em diversas instituições. Neste novo trabalho apresenta-se os dados básicos de fluviometria e pluviometria que foram coletados pela rede de monitoramento especialmente implantada e operada pelo Projeto Potiribu entre agosto de 1989 e dezembro de 1992.

Todos os dados são arquivados em suportes magnéticos e são acessíveis, ou de maneira direta, usando os softwares HYDROM (Cochonneau, 1991) e PLUVIOM (Boyer et al., 1992), ou de maneira indireta, extraindo os dados com a ajuda dos mesmos softwares sob um formato *texto* aproveitável em seguida por qualquer ferramenta informática apropriada.

Os dados deste relatório retratam o que está armazenado nos arquivos do banco de dados; eles são apresentados de modo a informar o usuário potencial sobre o que ele pode encontrar nesses arquivos, e como esse material pode ser utilizado.

O maior cuidado foi tomado na elaboração dos dados definitivos do banco, mas pode haver incoerências ou erros. Elas independem da vontade do autor, resultaram simplesmente das condições extremamente difíceis que prevaleceram quase que permanentemente durante a execução da pesquisa, ou seja a falta de verba para operar adequadamente a rede de monitoramento e falta de pessoal.

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS BACIAS

A região estudada localiza-se ao noroeste do Estado do Rio Grande do Sul numa posição central do derrame basáltico sulamericano (figura 2.1). O Rio Potiribu é um contribuinte da margem esquerda do Rio Ijuí, o mesmo sendo afluente de margem esquerda do Rio Uruguai. Assim ele faz parte da bacia hidrográfica do Rio da Prata.

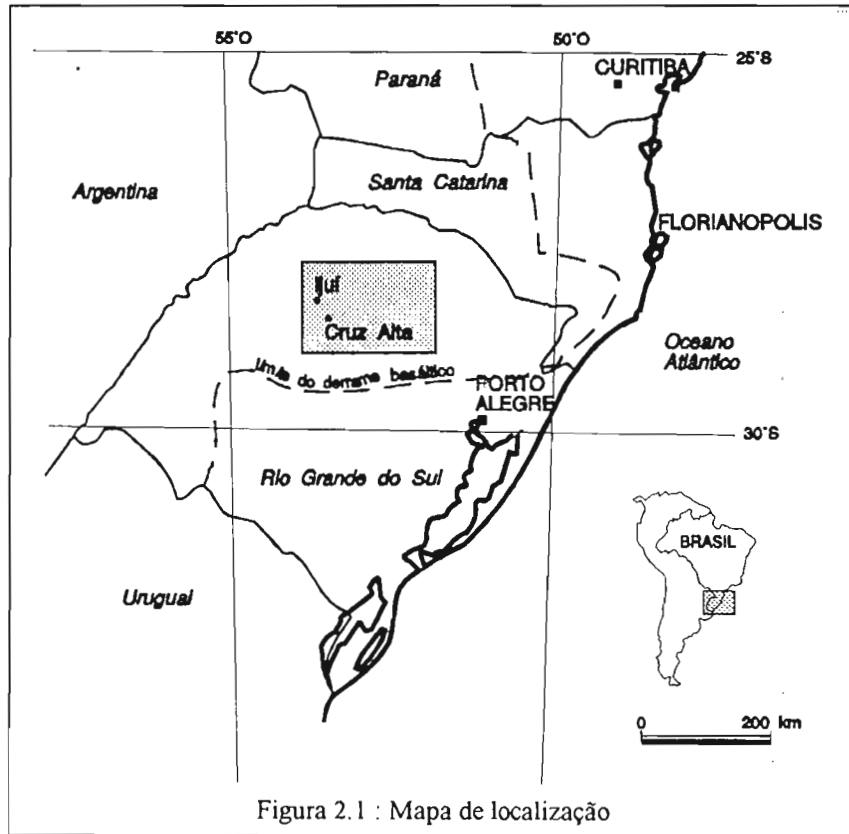


Figura 2.1 : Mapa de localização

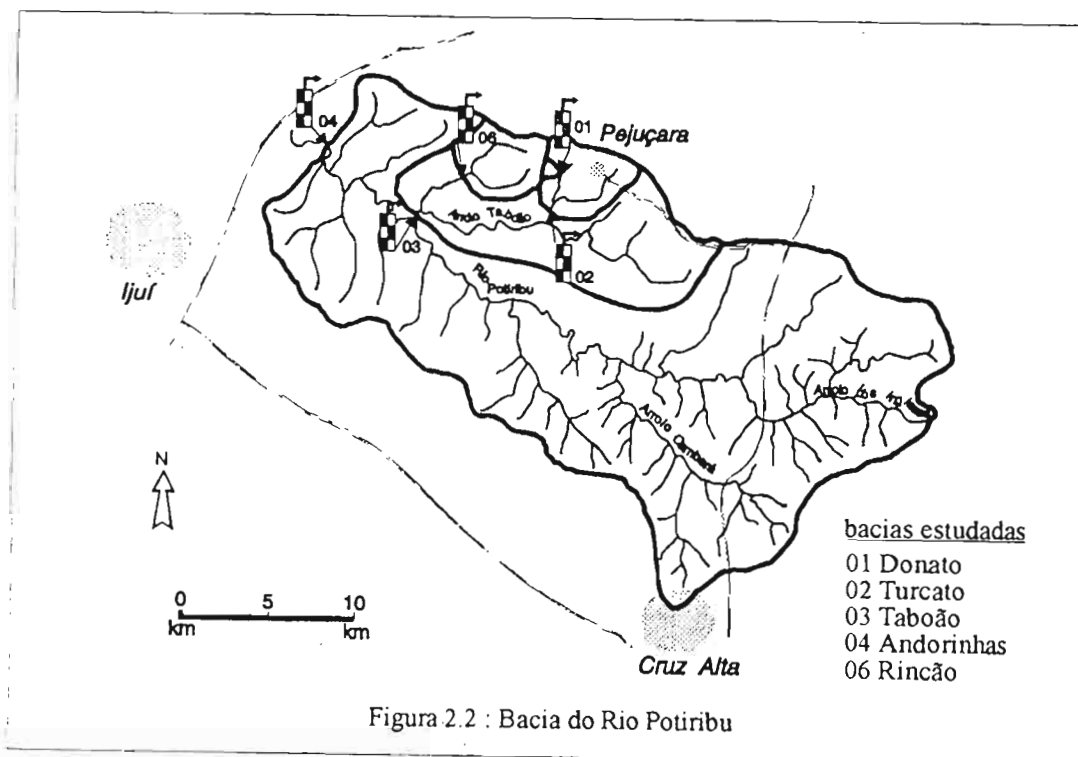


Figura 2.2 : Bacia do Rio Potiribu

No exutório da bacia do Rio Potiribu existe uma microcentral hidrelétrica, PCH das Andorinhas, sob administração da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) que aproveita uma queda do rio de aproximadamente quinze metros. A usina fica quatro quilômetros a montante da ponte da rodovia federal BR-285 e seis quilômetros a leste da cidade de Ijuí. A bacia estende-se para leste e sudeste onde a cidade de Cruz Alta marca seu limite extremo (figura 1).

Várias sub-bacias embutidas, de diversos tamanhos, foram monitoradas pelo Projeto Potiribu. A tabela 1 apresenta as características físico-morfológicas dessas bacias ; elas podem ser localizadas na figura 2.2 usando os dois últimos algarismos do código atribuído a cada uma. A bacia do Anfiteatro (07) fica embutida na bacia do Donato (01). A bacia tem um área total de 563 km².

Tabela 2.1 : Características físico-morfológicas das bacias

Código	25975919 01	25975919 02	25975919 03	25975919 04	25975919 06	25975919 07
Nome	Donato	Arroio Turcato em Pejuçara	Arroio Taboão em Pejuçara	Rio Potiribu em Usina Andorinhas	Arroio Rincão em Santa Lúcia	Anfiteatro
Latitude exutório	28°25'24" S	28°26'19" S	28°26'11" S	28°24'25" S	28°25'05" S	28°25'00" S
Longitude exutório	53°40'33" O	53°40'57" O	53°45'25" O	53°48'33" O	53°43'44" O	53°41'15" O
Altitude máx (m)	468,7	485	485	485	485	468,7
Altitude zero regua (m)	386,8	365,5	330,7	279,7	369,5	430,7
Área (km ²)	1,10	19,5	105	563	16,8	0,125
Perímetro (km)	4,54	17,9	47,5	115	17,4	1,42
Índice de compacidade	1,22	1,14	1,31	1,37	1,20	1,13
Comprimento do retângulo equivalente (km)	1,60	5,42	18,1	45,6	5,93	0,411
Desnível (m)	81,9	119,5	154,3	205,3	115,5	38,0
Índice declividade global (m/km)	51,2	22,1	8,5	4,5	19,5	92,3
Referência	Levantamento especial	Mapa oficial 1/50 000 corrigido	Mapa oficial 1/100 000	Mapa oficial 1/250 000	Mapa oficial 1/50 000	Levantamento especial

Observações :

- As características das bacias correspondem aos parâmetros geralmente adotados. Os métodos de cálculo podem ser encontrados, por exemplo, em Roche (1963).
- Os mapas oficiais usados procedem da Diretoria de Serviço Geográfico do Ministério do Exército - Departamento de Engenharia e Comunicações. A região estudada é coberta pelos seguintes mapas :
 - 1/250 000 : folha Cruz Alta
 - 1/100 000 : folhas Cruz Alta, Ijuí, Ibirubá, Santa Bárbara do Sul
 - 1/ 50 000 : folhas Cruz Alta, Ijuí, Lagoão, Panambi, Panambi E.
- Diferenças significativas foram observadas nos mapas oficiais entre as escalas de 1/50 000 e 1/100 000. Após uma fiscalização *in situ* do próprio Serviço Geográfico, concluiu-se que havia erros significativos nas curvas de níveis e nos pontos cotados do mapa com escala 1/50 000. As altitudes usadas no quadro do projeto foram então corrigidas a partir de três referências de nível (R.N.) interligadas entre si :
 - R.N. cruzamento da BR Cruz Alta-Panambi com a estrada asfaltada de acesso a Pejuçara (490,503 m)
 - R.N. Igreja Matriz de Cruz Alta (472,754 m)
 - R.N. Prefeitura de Ijuí (324,473 m).
- A cartografia das bacias do Arroio Turcato e do Arroio Rincão foi estabelecida a partir do mapa na escala de 1/50 000, as correções mais evidentes de cota e do traçado das curvas de níveis foram realizados através de observação da equipe de pesquisa no terreno. Para a bacia do Donato, incluindo a bacia do Anfiteatro, um levantamento especial pormenorizado foi realizado pela equipe de pesquisa. No caso das bacias maiores do Taboão e do Potiribu a precisão da escala 1/100 000 foi considerada suficientemente confiável.

3. POSTOS FLUVIOMÉTRICOS

3.1 Generalidades

3.1.1. Características técnicas dos linígrafos

A tabela 3.1 apresenta os linígrafos instalados em cada posto fluviométrico com as datas de funcionamento, e a tabela 3.2 as características técnicas desses equipamentos.

Tabela 3.1 : Equipamentos dos postos hidrométricos

Código	Nome	Data início	Data fim	marca	Aparelho tipo	redução	% funcion. até 12/92
01	Donato	11/11/89		IH	LNG7	1/10	81%
02	Turcato	11/11/89		IH	LNG7	1/10	74%
03	Taboão	20/12/90	05/12/91	OTT	R20	1/10	88%
04	Andorinhas	05/12/91	29/10/91	OTT	R20	1/5	
		10/11/89	30/10/91	OTT	10	1/10	81%
		30/10/91	25/05/92	OTT	R20	1/10	
06	Rincão	09/01/91	06/04/92	IH	LNG7	1/10	89%
07	Anfiteatro	23/07/92		IH	LNG7	1/5	98%

A última coluna dá a percentagem da duração total dos registros aproveitáveis em relação a duração total desde a instalação do aparelho.

Tabela 3.2 : Características técnicas dos linígrafos usados

Aparelho	Tipo de sensor	Suporte de gravação	Periodicidade	Velocidade (mm/h)	Valor da redução
IH LNG7	boia	transportador de carta mecânico	mensal	10	1/5 ou 1/10
OTT R20	boia	transportador de carta mecânico	mensal	4	1/5 ou 1/10
OTT 10	boia	tambor	semanal	2	1/10

3.1.2. Processamento dos dados

Os linígrafos registram os níveis da água ao longo do tempo em rolos de papel. O processamento dos diagramas assim obtidos, como todas as tarefas de armazenagem e de gestão dos dados estão sendo feitos num micro-computador com auxílio do programa HYDRON, de acordo com a seguinte sequência :

- Exame visual do diagrama, com marcação dos pontos a serem levantados e dos pontos característicos (início, fim, retornos, lacunas, etc...);
- Aquisição das coordenadas desses pontos por meio de uma mesa digitalizadora e crítica automática dessa aquisição;
- Correção dos pontos julgados errados ou duvidosos;
- Nova crítica e nova correção até obter valores perfeitos;
- Transformação das coordenadas (x, y) em duplas : tempo (ano, mês, dia, hora, minuto) / cota (cm);
- Representação gráfica para períodos mensais do hidrograma obtido;
- Se for necessário, volta a fase anterior de correção e crítica;
- Comparação dos hidrogramas do mesmo período para os diversos aparelhos e verificação da sincronização dos eventos;
- Se for necessário, volta a fase anterior de correção e crítica;
- Transformação das cotas em descargas, após ter arquivado a curva-chave estabelecida a partir das medições de vazão.

3.1.3 Dados disponíveis

Até o final de 1992 não tinha sido possível estabelecer curvas-chaves completas para os postos do Taboão e do Rincão. Para ambos postos, só dados de cota podem ser utilizados. Também não foi possível calcular as descargas no posto do Donato entre novembro de 1989 e março de 1991. A tabela 3.3 apresenta os meses com cotas instantâneas disponíveis para estes postos.

Tabela 3.3 : Inventário mensal dos dados instantâneos de cota disponíveis

posto		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Donato	1989											+	+
	1990	+	+	c	c	c	+	+	c	+	+	+	+
	1991	+	c	+									
Taboão	1990												+
	1991	+	c	c	c	c	+	+	c	+	+		
Rincão	1991		+	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
	1992	c	c	+	+								

campo em branco : mês ausente + : mês incompleto c : mês completo

Os dados finais de descargas são disponíveis sob uma forma instantânea, ou seja informação básica constituída por um par de valores : tempo (ano, mês, dia, hora, minuto), descarga (em m³/s ou l/s). A tabela 3.4 apresenta os dados instantâneos disponíveis para cada posto em cada mês do ano.

Tabela 3.4 : Inventário mensal dos dados instantâneos de cota e de descarga disponíveis

posto		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Donato	1991			+	c	c	+	+	c	c	+	c	+
	1992	+	c	c	c	c	c	c	c	c	c	+	+
Turcato	1989											+	+
	1990	+	+	+	c	+			+	c	+	c	+
	1991		+	c	c	c	c	+	+	+	c	c	+
	1992	+	+	+	c	+		+	c	c	c	+	c
Andorinhas	1989											+	+
	1990	+		+	+	c	c	c	c	c	c	c	+
	1991	c	c	c	+	+	c	c	c	c	c	c	+
	1992	+	+	+	+	+							
Anfiteatro	1992							+	c	c	+	c	+

campo em branco : mês ausente + : mês incompleto c : mês completo

A seguir são dadas as principais características de cada posto fluviométrico.

3.2. Anfiteatro

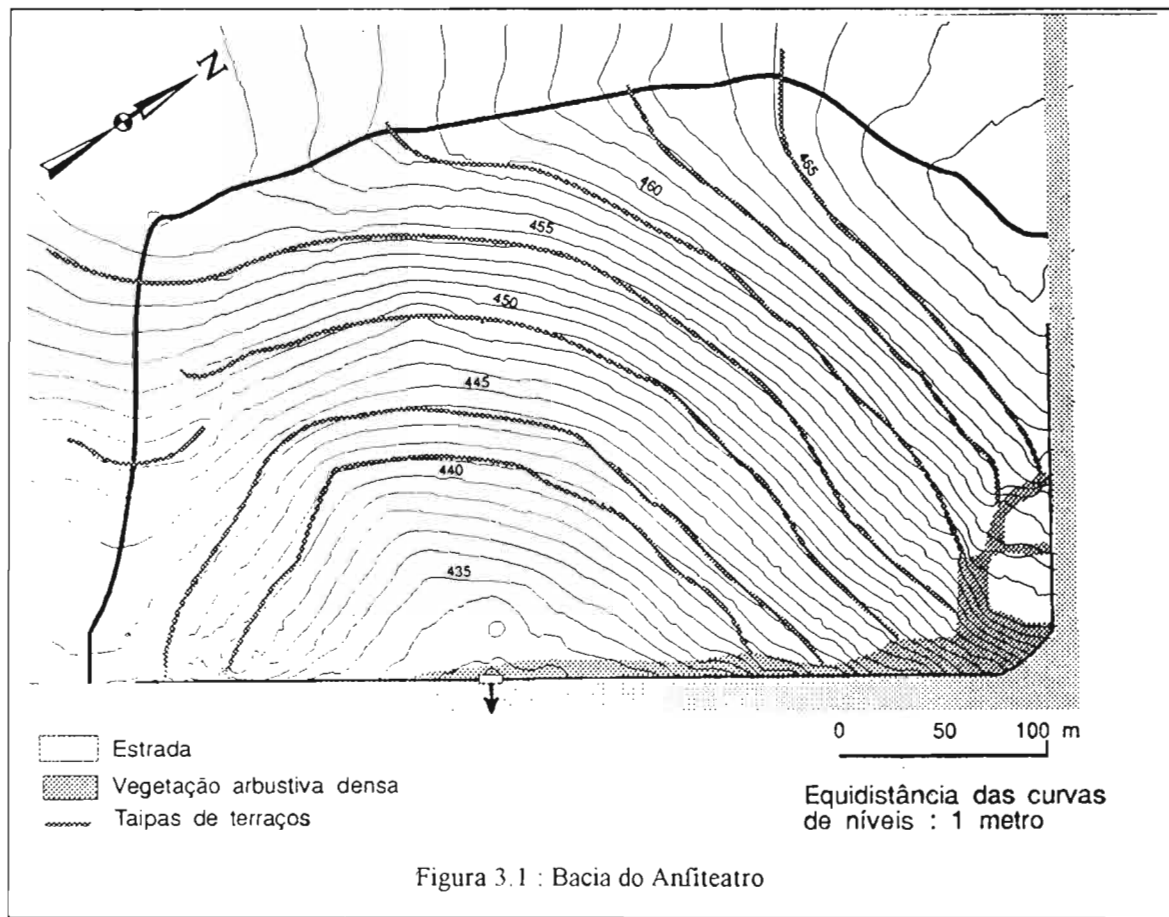


Figura 3.1 : Bacia do Anfiteatro

3.2.1 Histórico

A bacia do Anfiteatro (figura 3.1) é a menor das bacias monitoradas pelo Projeto Potiribu. Com uma área de 12,5 ha, ela corresponde a parte de uma gleba maior pertencente a um único produtor. Esta parcela fica dentro da bacia do Donato. Os escoamentos superficiais são coletados pela valeta à margem noroeste da estrada de terra que atravessa a bacia do Donato e dá acesso a algumas casas isoladas e às lavouras. No ponto mais baixo desta valeta, um bueiro permite o escoamento por baixo da estrada (figura 3.2). Este bueiro, inicialmente com um diâmetro de 60 cm, foi trocado pela Prefeitura de Pejuçara a pedido do Projeto, por outro (100 cm) o que permitiu evitar o alagamento da estrada durante as cheias fortes e a concentração do escoamento. Uma obra de concreto a montante do bueiro coleta as vazões vindo diretamente da bacia e das valetas. A jusante da estrada, há outra obra, constituída de um pequeno canal retangular de fundo triangular com dois metros de comprimento, que possibilita medir as descargas com molinete (figura 3.2).

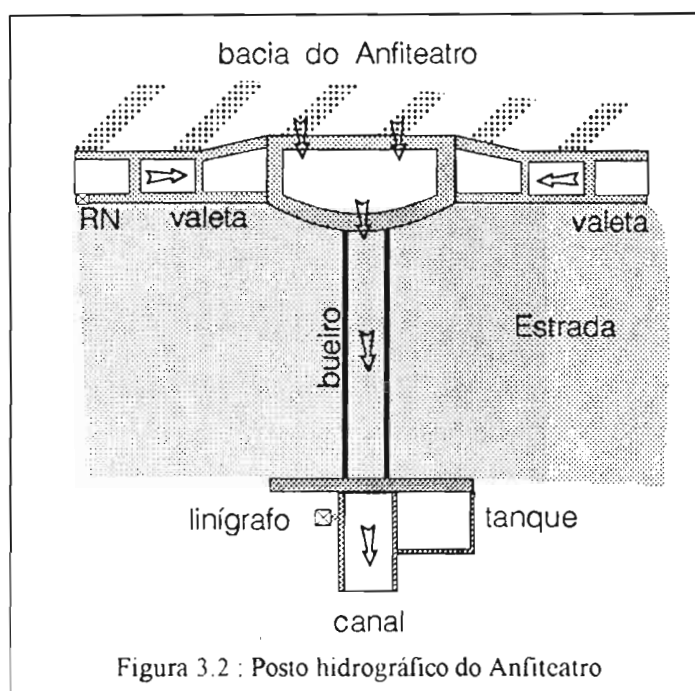


Figura 3.2 : Posto hidrográfico do Anfiteatro

O linígrafo foi instalado no lado direito deste canal ao qual é ligado por um tubo de PVC. Um outro tubo normalmente tampado permite a limpeza do poço do linígrafo.

Do lado esquerdo do canal foi construída uma fossa que contém um tanque de 1 m³ no qual é recolhida uma fração do escoamento do bueiro por meio de um tubo flexível de 8 mm de diâmetro. Depois de cada escoamento a água coletada é homogeneizada no tanque e várias amostras são tomadas de modo a obter a concentração média da carga sólida em suspensão nesse escoamento.

As valetas a montante da estrada foram aprofundadas e pedras foram colocadas no fundo para diminuir a energia cinética. As duas entradas da obra de coleta foram equipadas de degraus no mesmo objetivo e para facilitar a eventual coleta de sedimentos depositados. O perfil transversal da estrada foi modificado para evitar que os escoamentos da própria estrada sejam coletados pelas valetas da bacia.

A instalação do posto aconteceu no decorrer do ano de 1991. Mas não foi possível colocar este posto em funcionamento normal por causa da ausência de um técnico permanente nas proximidades. Após um período de teste, o linígrafo foi desativado. Em julho de 1992, foram realizadas algumas modificações na instalação e o posto começou a funcionar normalmente.

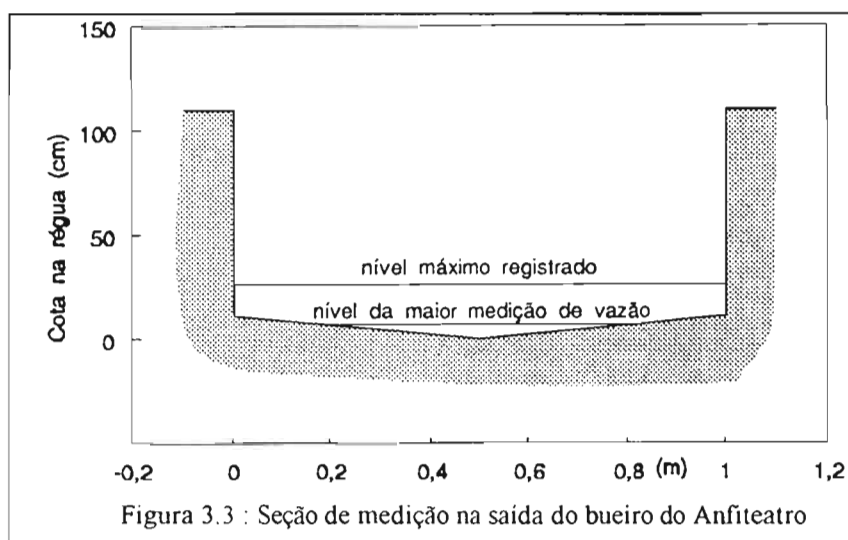
A altitude do zero da regua é 430,731 m ; a RN fixada na beira da estrada corresponde a 432,792 m.

3.2.2. Calibragem

Foram realizadas 24 medições de vazão na saída do bueiro do Anfiteatro com alturas d'água entre 3 e 7 cm. Estas medições não são muito precisas por causa da pouca espessura da lâmina de água escoada. Não é fácil usar o micro-molinete nessas condições e pode-se realizar somente de uma a três medições de velocidade numa seção (figura 3.3). A cota máxima registrada foi de 28 cm no dia 24 de outubro de 1992 às 13h33.

Tabela 3.4 : Relação das medições de descarga no bueiro do Anfiteatro.

	data	inicio	fim	cota inicio (cm)	cota fim (cm)	descarga (l/s)
2	08/08/92	05:34	05:40	5,0	5,0	4,54
3	08/08/92	05:43	05:47	5,0	5,0	4,46
4	08/08/92	05:50	05:53	5,0	5,0	4,61
5	10/08/92	08:40	08:46	3,5	3,5	3,60
6	10/08/92	08:45	08:46	3,0	3,0	2,19
7	10/08/92	09:05	09:10	4,0	4,0	3,55
8	10/08/92	09:10	09:15	4,0	4,0	3,65
9	10/08/92	09:15	09:20	5,0	5,0	6,21
10	10/08/92	09:55	09:58	5,5	5,5	7,62
11	10/08/92	09:58	10:00	5,5	5,5	7,70
12	10/08/92	10:01	10:03	5,0	5,0	6,38
13	10/08/92	10:50	10:53	5,0	5,0	5,64
14	01/09/92	09:07	09:12	4,5	4,5	4,64
15	01/09/92	09:12	09:14	5,5	5,5	7,98
16	01/09/92	09:14	09:21	6,5	6,5	9,04
17	01/09/92	09:22	09:24	6,5	6,5	12,6
18	01/09/92	09:24	09:27	6,5	6,5	12,5
19	01/09/92	09:27	09:29	6,3	6,3	12,5
20	01/09/92	10:10	10:14	6,5	6,5	12,6
21	01/09/92	10:14	10:25	6,5	6,5	13,0
22	01/09/92	10:25	10:26	7,0	7,0	15,9
23	01/09/92	10:28	10:32	7,0	7,0	17,1
24	01/09/92	10:32	10:36	7,0	7,0	16,9
25	01/09/92	11:01	11:11	7,0	7,0	12,6



Como o escoamento se faz num canal de seção triangular truncada e de declive constante ($i = 0,01$) é razoável aplicar a fórmula clássica de Manning-Strickler, calibrada a partir das medições existentes :

$$Q = K_s \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

- onde
- K_s , coeficiente de Manning-Strickler dependendo da rugosidade do canal,
 - S , seção molhada do canal,
 - R , raio hidráulico,
 - i , declividade do canal.

As medições deram em média um valor de 65 para o coeficiente K_s . Isso corresponde segundo Lancaster (1960) a paredes de concreto regular, o que corresponde à realidade. A figura 3.4 mostra como a formula de Manning-Strickler dá resultados situados entre os valores observados e a figura 3.5 apresenta a curva-chave calculada da mesma maneira até a cota de 30 cm. A calibragem (em cm) é dada pela tabela 3.6.

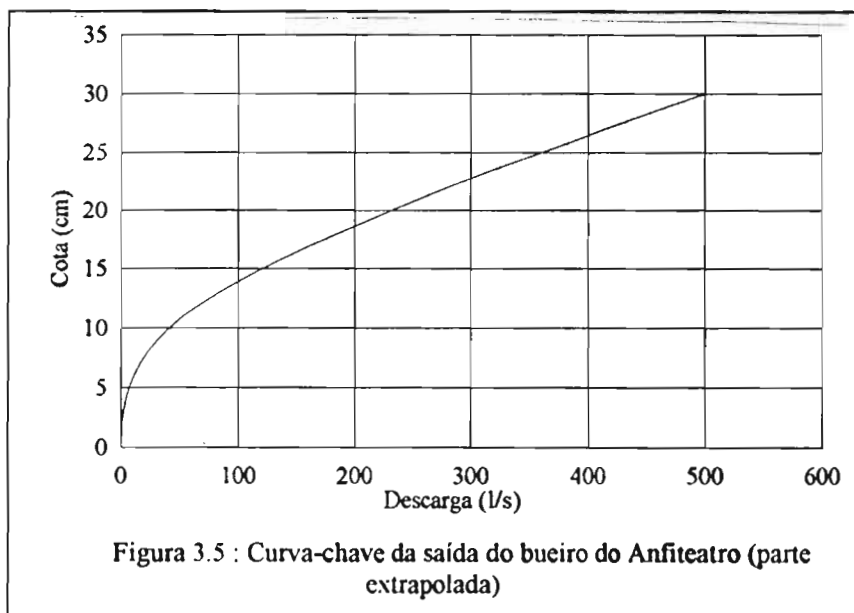
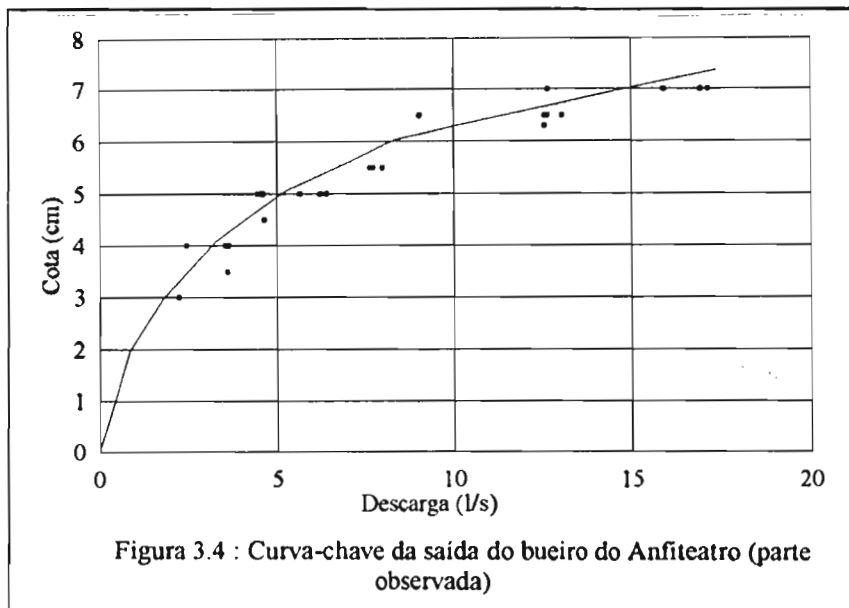
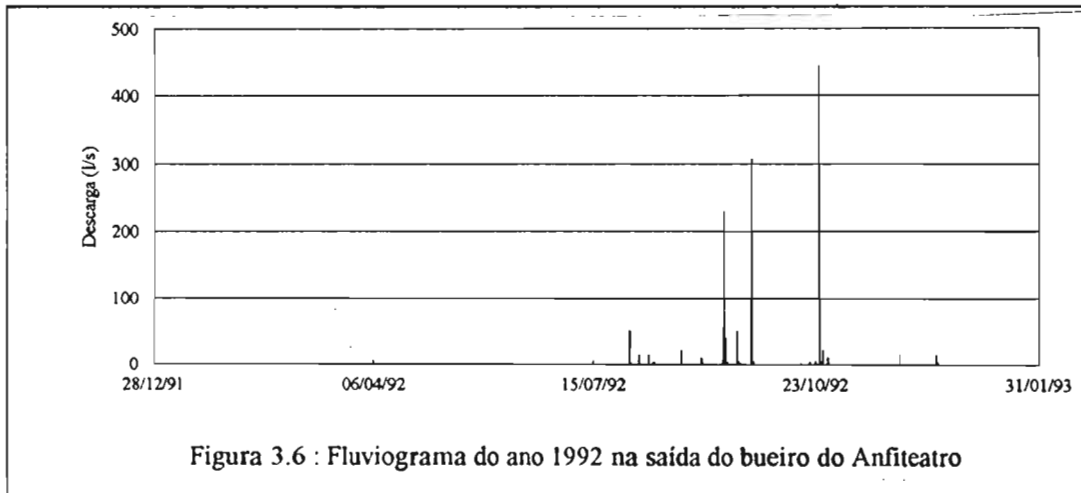


Tabela 3.6 : Calibragem da saída do bueiro do Anfiteatro (l/s)

cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	cm
0	0	0,1	0,5	1,6	3,5	6,3	10,2	15,4	21,9	30,0	0
10	39,7	51,2	66,8	83,8	102	121	141	163	185	208	20
20	231	256	281	307	333	360	387	415	443	472	20
30	501	530	560	590	621	652	683	714	746	778	30

3.2.3. Vazões

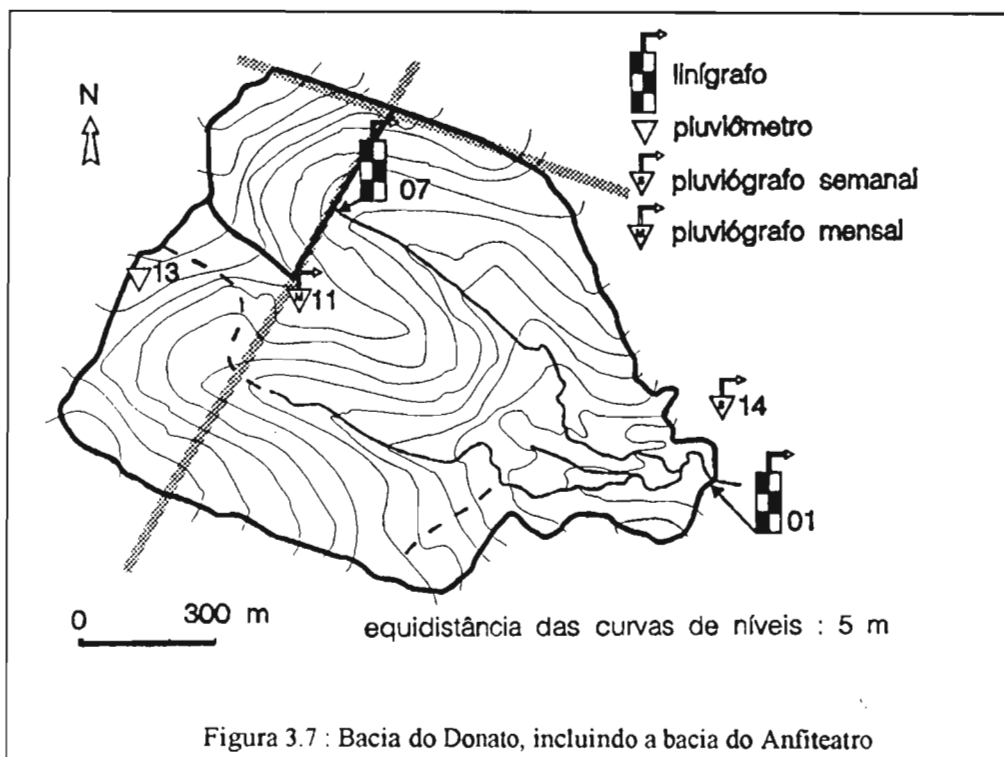
A fim de oferecer uma síntese das descargas obtidas pela transformação cota-descarga, o fluviograma do ano 1992 na saída do bueiro do Anfiteatro é apresentado na figura 3.6. Ele foi estabelecido a partir dos valores instantâneos de descargas. O valor máximo registrado de 443 l/s ocorreu dia 24 de outubro de 1992 às 13h33.



3.3. Donato

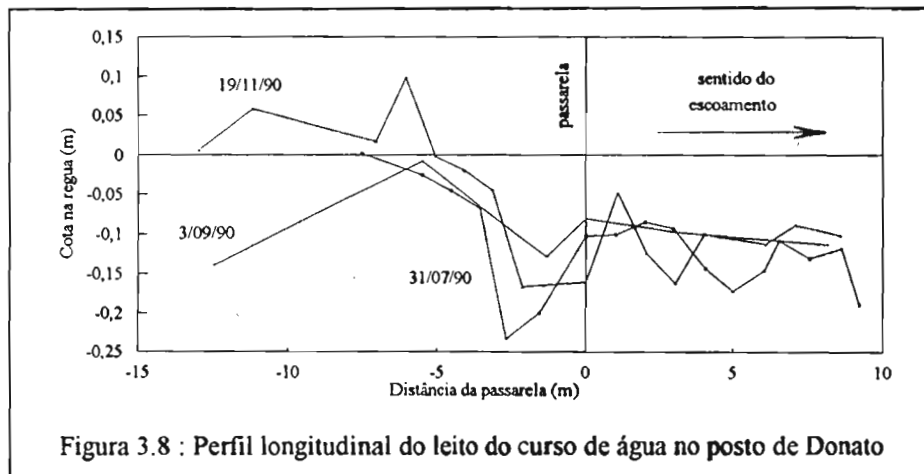
3.3.1. Histórico

A sub-bacia do Donato pertence à bacia do Turcato (figuras 2.2 e 3.7). O posto hidrométrico foi instalado em novembro de 1989 num trecho reto a jusante da confluência dos três cursos permanentes de água que

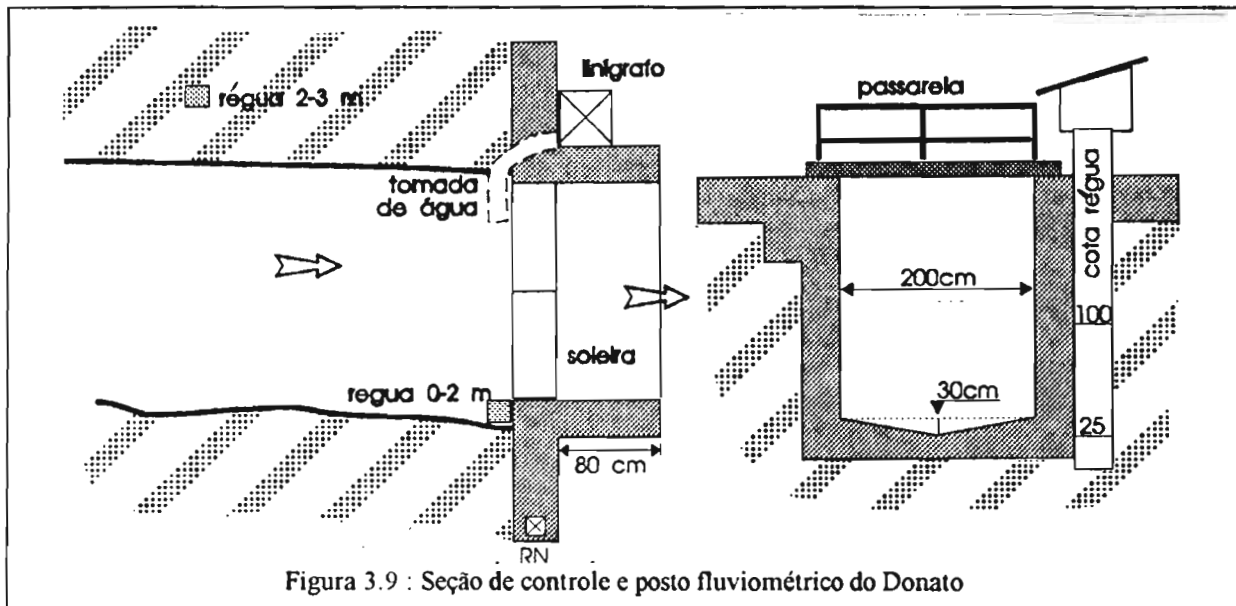


constituem a rede hidrográfica da bacia. Este posto fica a aproximadamente 200 m a montante da confluência com o arroio Turcato. A estrada de acesso foi aberta pela Prefeitura de Pejuçara especialmente para o Projeto.

Inicialmente tinham sido instalados um linígrafo e uma pequena ponte de madeira para as medições de vazão dez metros a montante do aparelho. No decorrer do primeiro ano de monitoramento a seção de medição revelou ser muito instável devido a falta de controle estável à jusante. A figura 3.8 apresenta três perfis longitudinais levantados em três datas diferentes que mostram variações significativas do fundo. Procurou-se então estabilizar a seção.



Isso foi efetivado em março de 1991 com a construção de uma soleira de concreto e a retificação do leito. A obra realizada é apresentada na figura 3.9.



Depois de um período de aproximadamente dois meses, o leito estabilizou-se. A instalação de uma passarela em cima da soleira facilitou muito as operações de medição. No final de maio de 1992, uma cheia excepcional abriu um rombo no barranco de terra a direita do apoio da margem direita da construção. Logo após em julho do mesmo ano, a estação foi recuperada, as margens consolidadas com pedras e proteções de madeira e telas de ferro.

A altitude do zero da régua é 386,806 m; a RN fixada na parede direita de concreto da soleira corresponde a 389,636 m.

3.3.2. Calibragem

Devido a alteração importante da estação, deve-se considerar duas épocas : antes e depois da construção da soleira.

3.3.2.1. Do início até o dia 09-03-1991

Tabela 3.7 : Medições de vazão realizadas na estação fluviométrica de Donato

	data	início	fim	cota início (cm)	cota fim (cm)	descarga (l/s)
1	13/12/89	10:50	11:20	10,0	10,0	20,8
2	20/02/90	16:07		9,0	9,0	20,6
3	22/02/90	10:08		10,0	10,0	18,3
4	23/05/90	15:00	15:25	11,0	11,0	30,5
5	26/06/90	13:30	13:57	7,0	7,0	63,5
6	31/07/90	15:40	15:56	5,0	5,0	43,5
7	03/09/90	12:28	12:42	-1,0	-1,0	25,6
8	21/11/90	15:30	16:00	11,0	11,0	51,5
9	22/11/90	10:42	11:05	11,0	11,0	52,9
10	05/12/90	16:32	16:40	24,0	18,0	150
11	05/12/90	16:40	16:45	18,0	15,0	130
12	05/12/90	16:45	16:51	150,0	135,0	140
13	05/12/90	16:51	16:55	135,0	120,0	124
14	05/12/90	16:55	17:00	12,0	10,0	88,5
15	05/12/90	17:00	17:05	100,0	95,0	93,1
16	09/01/91	08:15	08:30	20,0	20,0	32,5
17	06/02/91	10:50	11:08	18,0	18,0	38

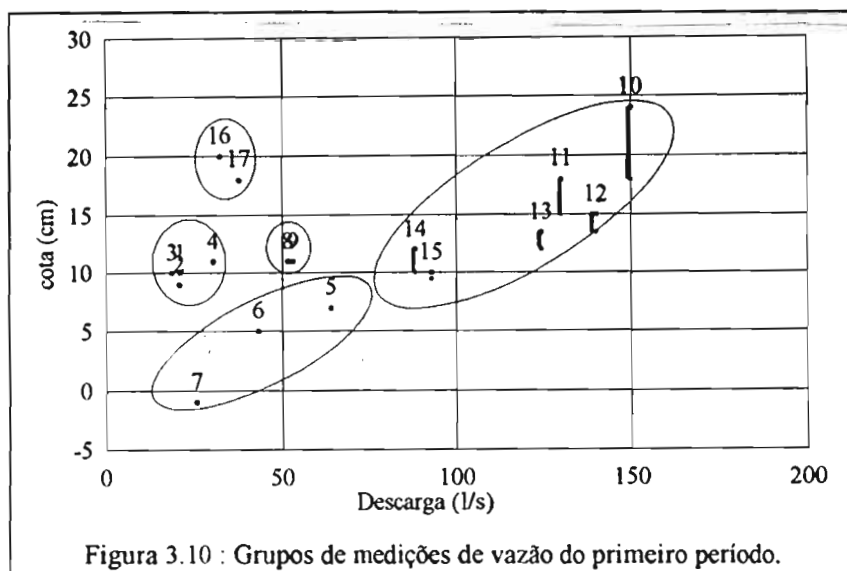


Figura 3.10 : Grupos de medições de vazão do primeiro período.

Foram realizadas 17 medições de vazão durante este período. A partir da representação gráfica dos pontos (figura 3.10) pode-se destacar cinco grupos de medições, cada um provavelmente ligado a um certo estado da seção de medição, isto é a um dado nível do fundo do leito, já que o perfil transversal superior da seção não se alterou (figura 3.11). Esta observação poderia ajudar a estabelecer as curvas-chaves correspondentes, se o número de observações for maior e melhor distribuído. Infelizmente e depois de uma análise detalhada dos linigramas, notou-se várias alterações entre novembro de 1989 e outubro de 1990, período com poucas medições. todas na época de estiagem, não permitindo calibrar a estação do Donato neste período.

No futuro, os valores das cotas serão aproveitadas para validar valores de descargas simuladas por um modelo hidrológico calibrado com os valores observados do período posterior.

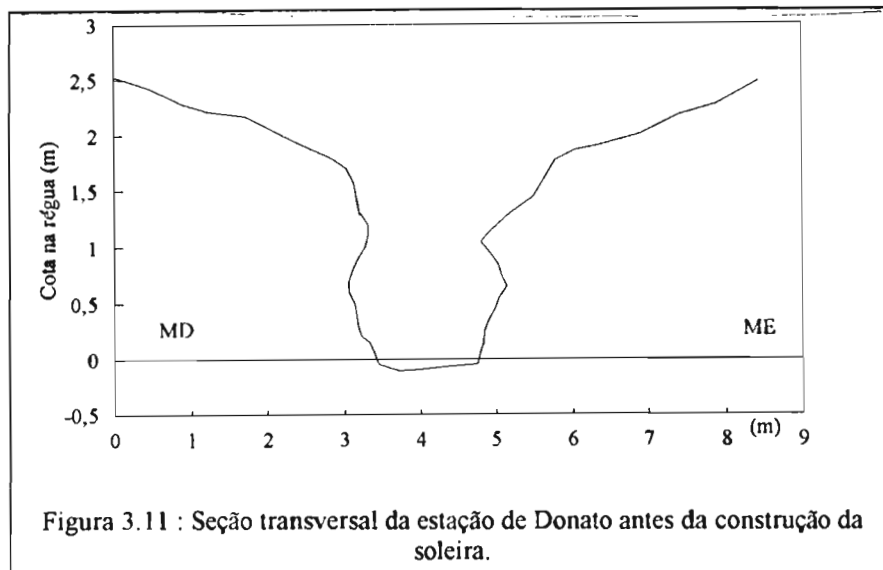


Figura 3.11 : Seção transversal da estação de Donato antes da construção da soleira.

3.3.2.2. A partir do dia 10-03-1991

Foram realizadas 26 medições de vazão na estação do Donato depois da construção da soleira entre 28 e 120 cm. Estas medições apresentam uma grande dispersão devido a vários problemas encontrados :

- A variação rápida do nível da água durante as cheias dificultaram as operações, resultando numa péssima precisão.
- O micro-molinete usado para as águas baixas apresentou problemas ; provavelmente a sua aferição não foi totalmente confiável, especialmente para as velocidades de rotação altas como acontece nas medições realizadas em cima da soleira. Além disso por causa da pequena espessura da lâmina de água, o número de pontos na seção de medição foi bastante reduzido.
- O volume de sedimentos acumulado a montante da soleira sempre varia, causando prováveis mudanças no funcionamento hidráulico da soleira, considerada de base larga.

Tabela 3.8 : Medições de vazão realizadas na estação fluviométrica de Donato

	data	inicio	fim	cota inicio (cm)	cota fim (cm)	descarga (l/s)
19	17/04/91	17:10	17:30	31,0	31,0	4,93
21	17/06/91	13:58	14:08	35,0	32,0	17,3
22	18/06/91	23:07	23:13	70,0	65,0	1060
23	18/06/91	23:13	23:19	65,0	60,0	806
24	18/06/91	23:20	23:26	59,0	56,0	691
25	18/06/91	23:35	23:41	56,0	55,0	678
26	18/06/91	23:50	23:58	54,0	53,0	541
27	19/06/91	00:20	00:28	50,0	50,0	445
28	19/06/91	01:08	01:18	58,0	56,0	664
29	19/06/91	03:08	03:16	46,0	44,0	132
30	19/06/91	03:42	03:50	41,0	40,0	93,5
31	27/06/91	15:59	16:36	120,0	71,0	2510
32	27/06/91	16:37	16:45	70,0	58,0	630
33	27/06/91	16:54	17:08	48,0	46,0	116
35	11/03/92	07:44	07:50	29,0	29,0	16,9
36	11/03/92	07:55	08:00	29,0	29,0	17
37	01/04/92	16:10	16:20	28,5	28,0	13,3
38	01/04/92	16:20	16:25	28,0	28,0	12,1
39	03/06/92	10:40	10:50	45,0	45,0	131
40	03/06/92	10:50	11:00	45,0	45,0	124
41	18/07/92	09:30	09:31	33,0	33,0	25,8
42	24/07/92	16:20	16:36	32,0	32,0	32,4
43	15/08/92	08:18	08:35	31,0	31,0	32,5
44	20/08/92	14:46	15:08	30,0	30,0	31,7
45	01/09/92	13:18	13:25	32,0	32,0	33,9
46	01/09/92	13:32	13:43	31,5	31,5	37,3

Consequentemente foi considerado de melhor alvitre tentar calibrar uma fórmula teórica, usando os valores existentes, para estabelecer a curva-chave da soleira. Como primeira aproximação (Henderson, 1966 ; French, 1985), calcula-se a vazão segundo :

No perfil triangular : $Q = \alpha \cdot h_1^{2,5}$

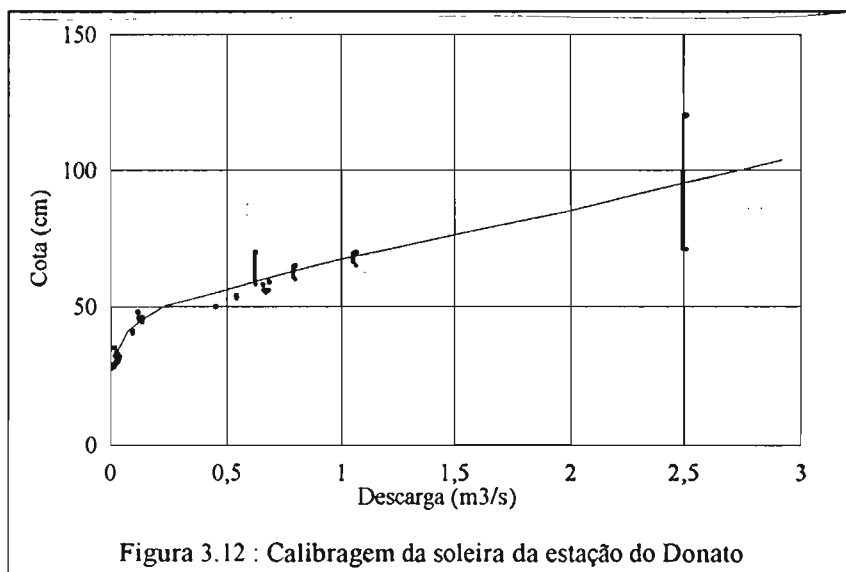
No perfil retângular : $Q = \alpha \cdot (h_1^{2,5} - (h_1 - H_b)^{2,5})$

onde : α , parâmetro hidráulico, depende em primeira aproximação somente das características geométricas da soleira.

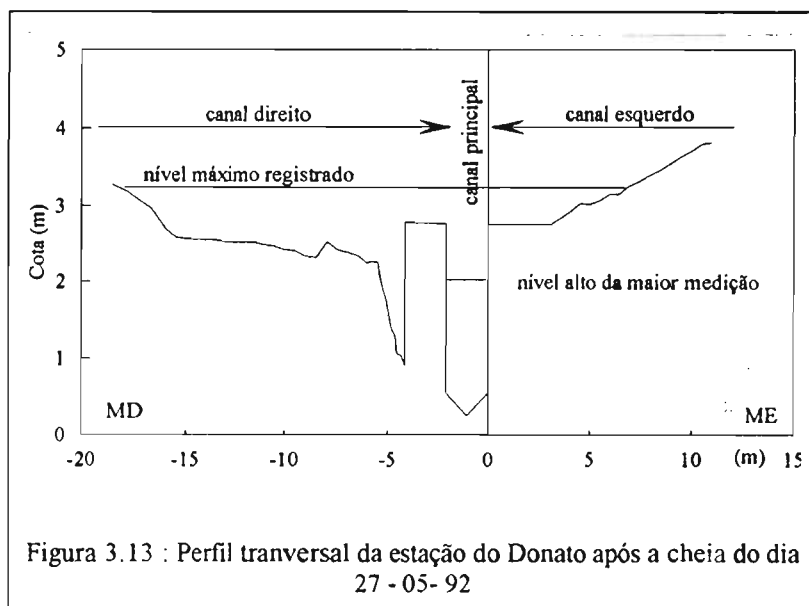
h_1 , altura d'água acima da soleira ; no caso, se h for a leitura na régua, $h_1 = h - 0,25$ (em m).

H_b , altura máxima do V do perfil triangular ; no caso $H_b = 0,30$ m.

Foi obtido um valor médio igual a 8 para o coeficiente α (figura 3.12) que deu a calibragem de cm em cm (B1) detalhada na tabela 3.9 para a amplitude total da soleira (de 25 a 270 cm na régua).



Exceto no período de 26 de maio de 1992 a 10 de julho de 1992, o escoamento sempre ficou entre as paredes da soleira. Atingiu o nível máximo de 113 cm no dia 5 de junho de 1991 às 6h04.



No momento das cheias causadas pelas chuvas excepcionais dos dias 26 e 27 de maio de 1992, aconteceram dois fatos importantes :

- O nível da água passou por cima da obra, atingindo a cota de 321 cm no dia 27 de maio às 12h06 ; o linígrafo funcionou normalmente e registrou todo o evento ;
- Uma parte da margem direita da estação foi derrubada e a água abriu uma passagem pelo lado externo do pilar direito da soleira (figura 3.13). Esta abertura só foi fechada no início do mês de julho de 1992.

Tabela 3.9 : Calibragem da soleira da estação do Donato (l/s)

cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	cm
20						0	0,9	1,8	2,7	3,6	20
30	4,5	8,66	12,8	17	21,1	25,3	34,2	43,1	51,9	60,8	30
40	69,7	84,4	99	114	128	143	164	186	207	229	40
50	250	279	308	336	365	394	430	466	503	539	50
60	575	620	664	709	753	798	842	887	931	976	60
70	1020	1070	1120	1180	1230	1280	1330	1380	1440	1490	70
80	1540	1600	1660	1720	1780	1850	1910	1970	2030	2090	80
90	2150	2220	2280	2350	2410	2480	2550	2610	2680	2740	90
100	2810	2890	2960	3040	3110	3190	3260	3340	3410	3490	100
110	3560	3640	3710	3790	3860	3940	4010	4090	4160	4240	110
120	4310	4400	4480	4570	4650	4740	4820	4910	4990	5080	120
130	5170	5250	5340	5420	5510	5590	5680	5760	5850	5940	130
140	6020	6110	6210	6300	6400	6490	6580	6680	6770	6870	140
150	6960	7050	7150	7240	7340	7430	7520	7620	7710	7810	150
160	7900	8000	8110	8210	8310	8410	8520	8620	8720	8820	160
170	8930	9030	9130	9230	9340	9440	9540	9640	9750	9850	170
180	9950	10100	10200	10300	10400	10500	10600	10700	10900	11000	180
190	11100	11200	11300	11400	11500	11600	11800	11900	12000	12100	190
200	12200	12300	12400	12600	12700	12800	12900	13000	13100	13200	200
210	13400	13500	13600	13700	13800	13900	14000	14200	14300	14400	210
220	14500	14600	14800	14900	15000	15100	15300	15400	15500	15600	220
230	15800	15900	16000	16100	16300	16400	16500	16600	16800	16900	230
240	17000	17100	17300	17400	17500	17700	17800	17900	18000	18200	240
250	18300	18400	18600	18700	18800	19000	19100	19200	19300	19500	250
260	19600	19700	19900	20000	20100	20300	20400	20600	20700	20800	260
270	21000	21100	21200	21400	21500	21600	21800	21900	22000	22200	270

Para avaliar as descargas deste evento e do período seguinte, é necessário completar o volume da água que passou entre as paredes da soleira, o chamado *canal principal*, com o volume de água que passou pelo lado direito (*canal direito*) e pelo lado esquerdo (*canal esquerdo*). Para avaliar estes volumes duas hipóteses foram feitas :

- A margem foi derrubada na subida do terceiro pico do evento ; isto é dia 27 de maio após 11h15.
- A vazão do escoamento nos dois *canais* laterais é independente da vazão do *canal principal*. Esta última continua a seguir a relação estabelecida para a soleira, enquanto a vazão dos canais laterais segue a fórmula de Manning-Strickler. Para usar esta fórmula adota-se o valor de 20 para o coeficiente de Manning-Strickler e um valor de 0,0045 para a declividade.

Conseqüentemente, uma nova curva-chave (B2) foi estabelecida, válida do dia 27 de maio de 1992 às 11h20 até o dia 9 de julho de 1992 às 23h59, cuja tabela 3.10 dá a calibragem cm por cm para as cotas superiores a 100 cm ; abaixo desta cota as vazões são idênticas às da tabela 3.10. Após 9 de julho a primeira curva-chave volta a ser válida (B3). As duas são representadas na figura 3.14.

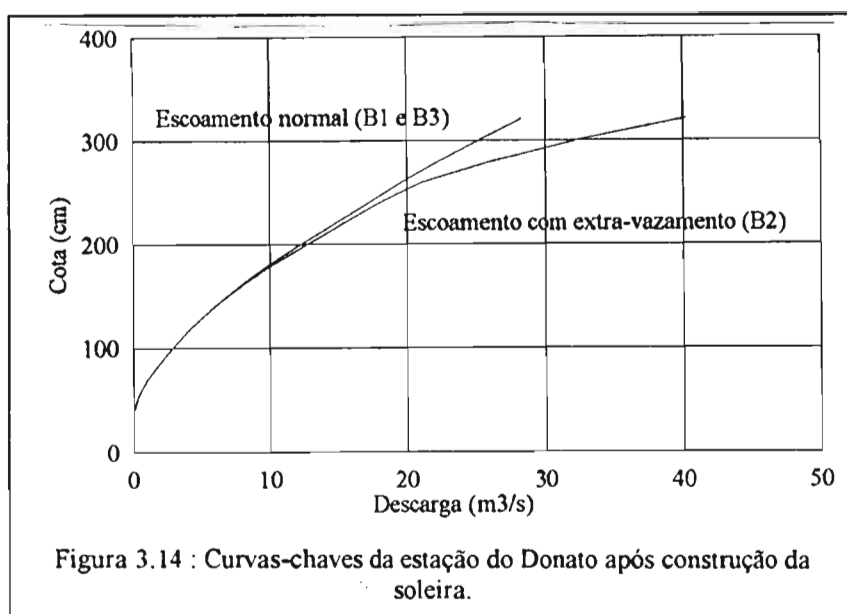
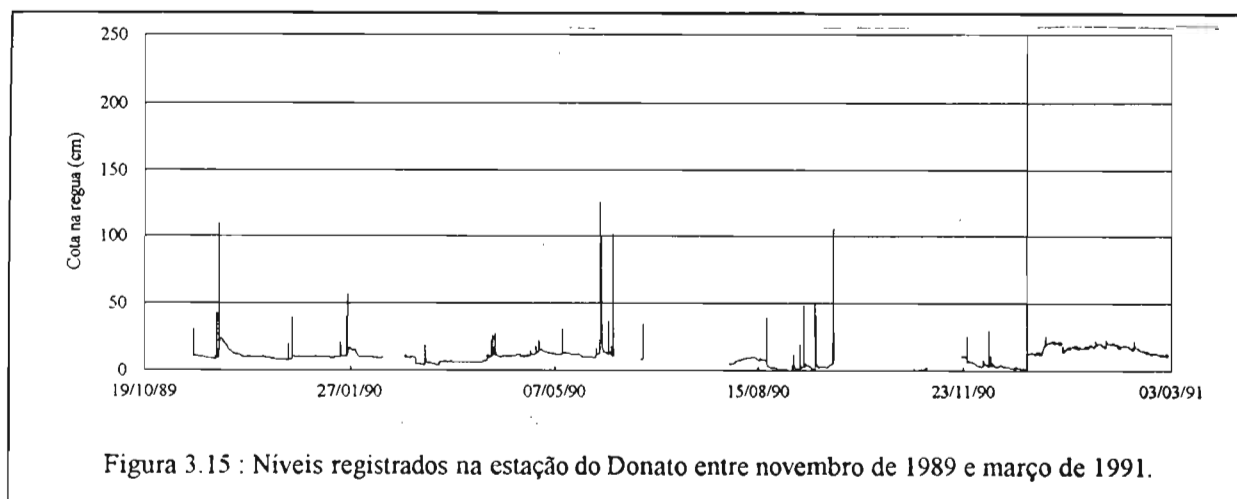


Tabela 3.10 : calibragem da estação do Donato entre 27 de maio de 1992 e 9 de julho de 1992.

cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	cm
100	2810	2890	2960	3040	3110	3190	3270	3340	3420	3490	100
110	3570	3650	3720	3800	3870	3950	4030	4100	4180	4250	110
120	4330	4420	4510	4590	4680	4770	4860	4940	5030	5120	120
130	5210	5290	5380	5470	5560	5640	5730	5820	5910	5990	130
140	6080	6180	6280	6380	6470	6570	6670	6770	6870	6970	140
150	7070	7160	7260	7360	7460	7560	7660	7760	7850	7950	150
160	8050	8160	8270	8370	8480	8590	8700	8800	8910	9020	160
170	9130	9230	9340	9450	9560	9660	9770	9880	9990	10100	170
180	10200	10300	10400	10500	10600	10700	10800	10900	11000	11200	180
190	11300	11400	11500	11600	11700	11800	11900	12000	12100	12200	190
200	12300	12400	12600	12700	12900	13000	13100	13300	13400	13600	200
210	13700	13800	14000	14100	14300	14400	14500	14700	14800	15000	210
220	15100	15200	15400	15500	15600	15800	15900	16100	16200	16300	220
230	16500	16600	16700	16900	17000	17100	17300	17400	17500	17700	230
240	17800	18000	18100	18300	18500	18600	18800	19000	19100	19300	240
250	19500	19600	19800	20000	20100	20300	20400	20600	20800	20900	250
260	21100	21400	21600	21900	22100	22400	22600	22900	23100	23400	260
270	23600	23900	24100	24400	24600	24900	25100	25400	25600	25900	270
280	26100	26400	26700	27100	27400	27700	28000	28300	28600	28900	280
290	29300	29600	29900	30200	30500	30800	31100	31500	31800	32100	290
300	32400	32800	33200	33500	33900	34300	34700	35000	35400	35800	300
310	36200	36500	36900	37300	37700	38000	38400	38800	39200	39600	310
320	39900	40300									

3.3.3. Níveis e Vazões

A figura 3.15 apresenta os níveis registrados no período de novembro de 1989 a março de 1991.



A fim de oferecer uma síntese das descargas obtidas pela transformação cota-descarga, os fluviogramas anuais da estação do Donato são apresentados na figura 3.16. O valor máximo registrado de 40,3 m³/s ocorreu dia 27 de maio de 1992 às 12h06.

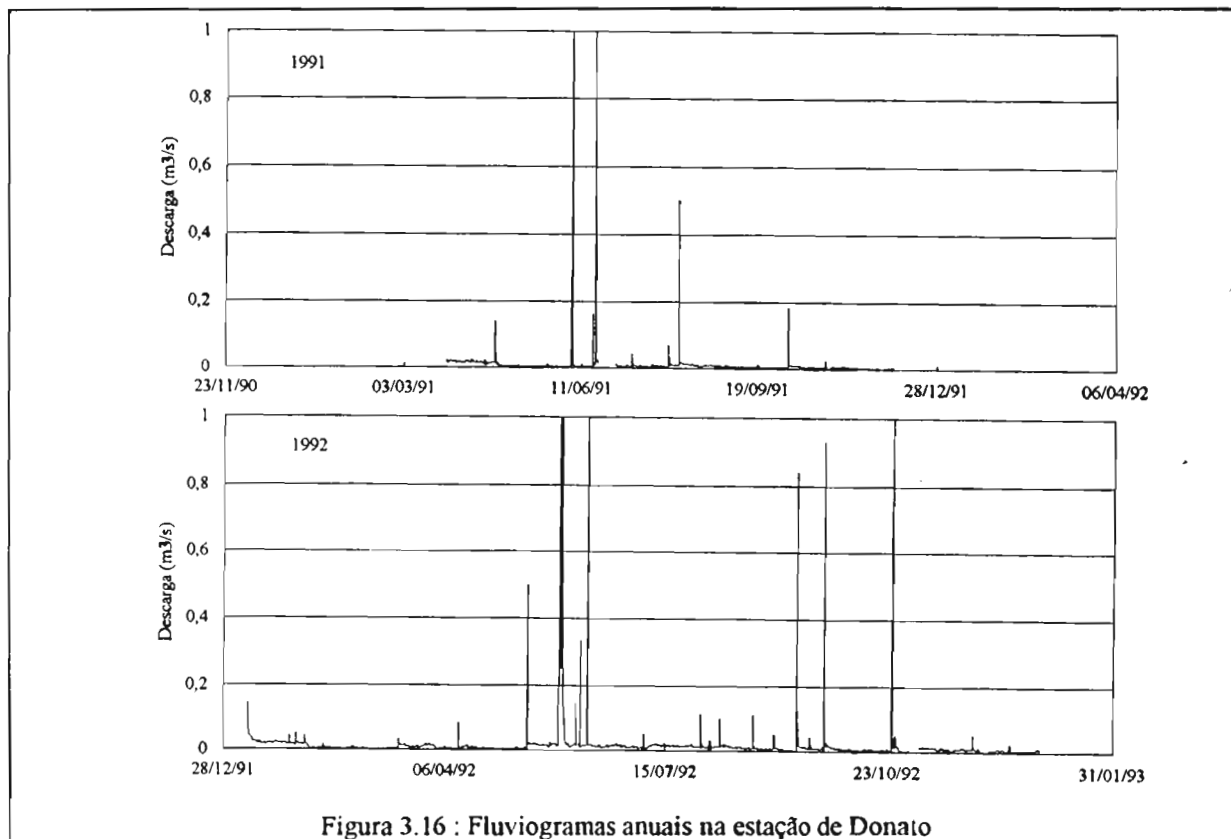


Figura 3.16 : Fluviogramas anuais na estação de Donato

3.4. Turcato

3.4.1. Histórico

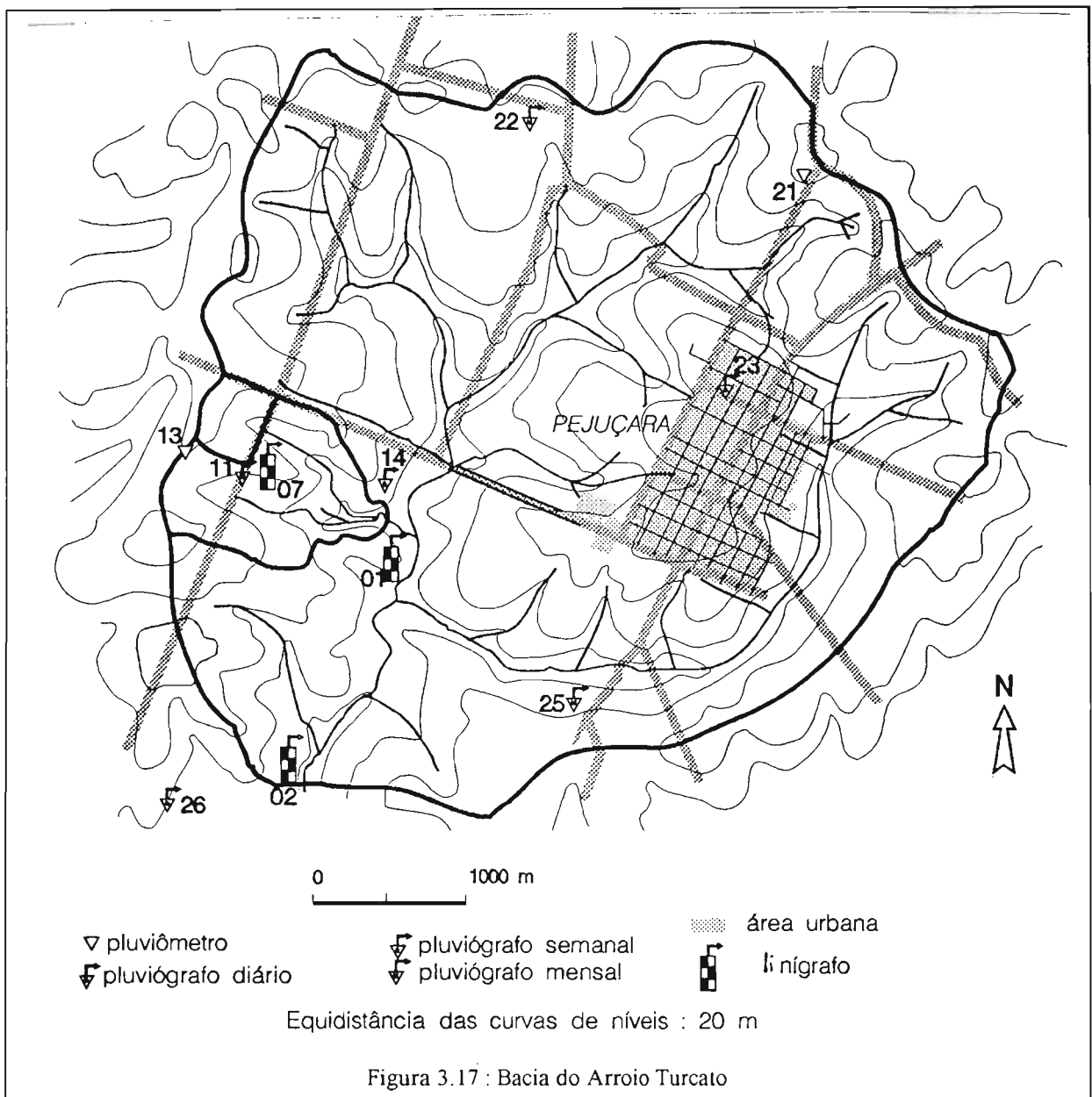
A bacia do Arroio Turcato é uma sub-bacia do Rio Taboão (figuras 2.2 e 3.17). O posto foi instalado em novembro de 1989 num trecho reto e bem encaixado a jusante de uma pequena zona de inundação. A prolongação de uma estrada de lavoura foi necessária para ter acesso à estação. Esta estrada sempre ficou em estado precário e nela os atolamentos são frequentes. Uma reorganização das lavouras vizinhas em julho de 1992 obrigou a mudar o traçado inicial, o que teve por efeito piorar ainda mais o acesso.

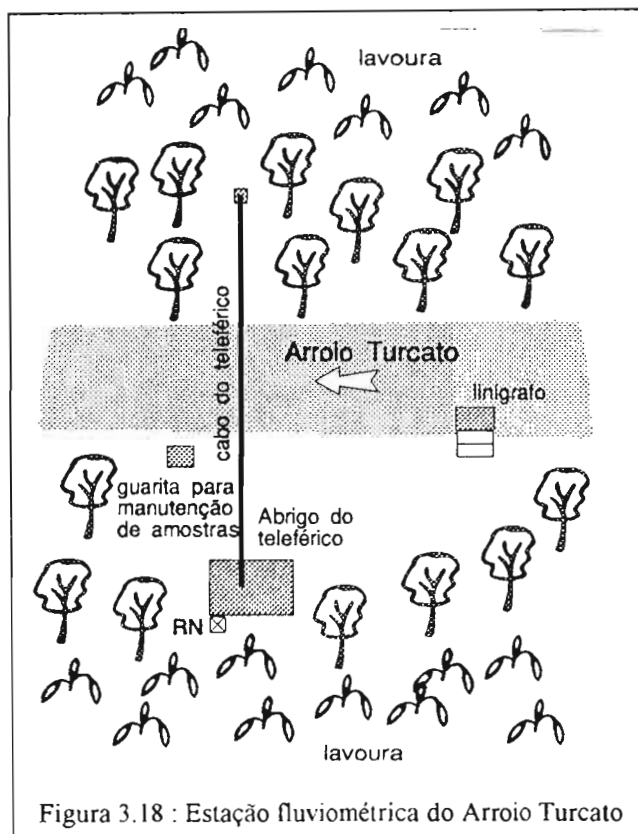
Além do linígrafo e da régua linimétrica, a estação foi equipada de uma instalação de medição de vazão por teleférico (figura 3.18). Este teleférico é usado para operar o molinete fixado a ponta de um lastro de 50 kg. É possível também usá-lo para coletar amostras de sedimentos em suspensão.

Ao longo do tempo, esta estação não sofreu alteração nenhuma, além das limpezas e pequenos concertos rotineiros.

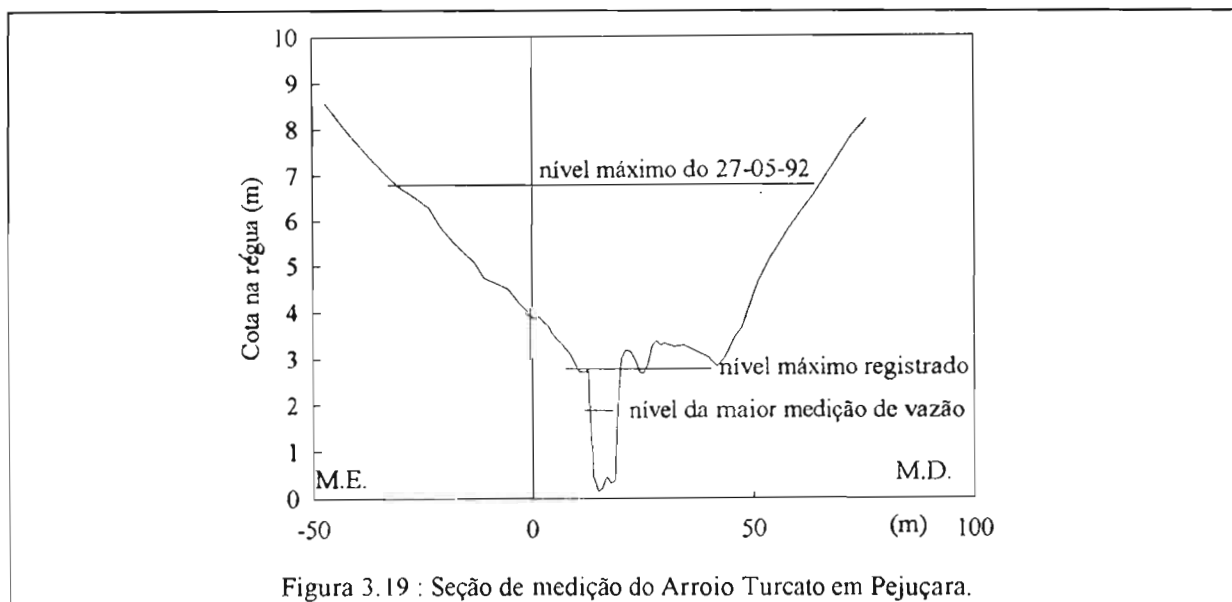
O conjunto da estação ficou submerso em 26 e 27 de maio de 1992 quando o nível da água atingiu 680 cm, ou seja uma altura superior ao nível do próprio linígrafo. No entanto poucos danos foram constatados e depois de uma séria limpeza, o linígrafo voltou a funcionar no início de julho de 1992.

A altitude do zero da régua corresponde a 365,483 m e a cota do R. (do abrigo do teleférico) a 468,831 m.





3.4.2. Calibragem

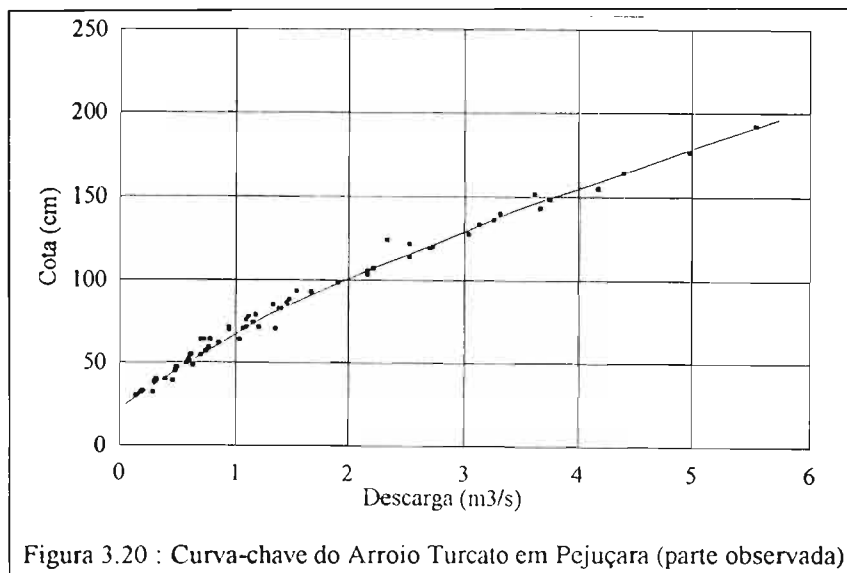


Foram realizadas 62 medições de vazão na estação fluviométrica do Arroio Turcato entre as cotas 30 cm e 201 cm. A seção de medição (figura 3.19) é razoavelmente estável. Pode acontecer depósitos de partículas finas no fundo do leito após as enchentes, mas este material é removido logo depois e interfere provavelmente pouco na curva-chave. Além disso, foram observadas pequenas variações no perfil da parte baixa da seção, mas também não foi possível avaliar o impacto dessas alterações na forma da curva-chave construída a partir das observações (figura 3.20). As cotas mínima e máxima registradas foram 26 cm dia 2 de abril de 1990 às 12h01 e 292 cm dia 12 de novembro de 1990 às 12h46. O nível da enchente dos dias 26 e 27 de maio de 1992 avaliado a partir das marcas deixadas foi estimado em 680 cm.

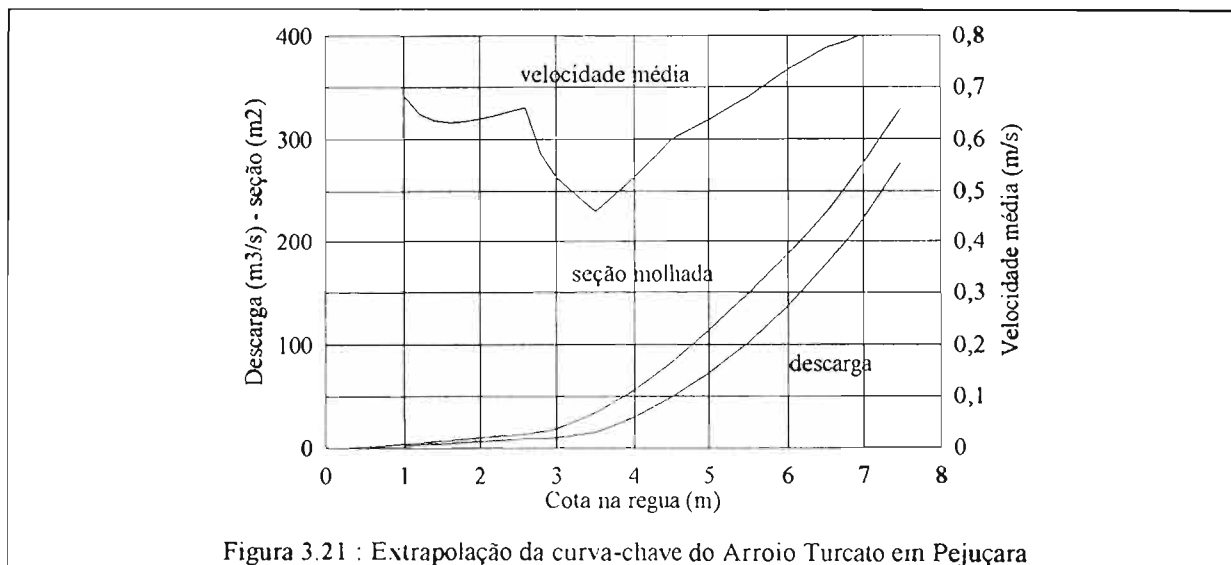
Tabela 3.11 : Relação das medições de descarga do Arroio Turcato em Pejuçara

	data	início	fim	cota início (cm)	cota fim (cm)	descarga (m ³ /s)
1	14/12/89	11:58	12:21	40,0	40,0	0,402
2	20/02/90	14:00	00:00	32,0	32,0	0,293
3	22/05/90	13:45	14:30	39,0	39,0	0,461
4	27/06/90	14:35	15:13	64,0	64,0	1,03
5	01/08/90	15:28	15:54	57,0	57,0	0,737
6	03/09/90	14:30	15:05	45,0	45,0	0,483
7	22/11/90	14:40	15:10	60,0	59,0	0,762
8	20/12/90	09:36	10:04	48,5	48,5	0,627
9	09/01/91	16:26	16:39	47,0	47,0	0,489
10	06/02/91	15:54	16:31	40,0	40,0	0,319
11	07/03/91	16:25	16:40	33,0	33,0	0,204
12	12/03/91	07:50	08:20	32,0	32,0	0,187
13	17/04/91	16:20	16:40	30,0	30,0	0,146
14	23/04/91	15:37	15:45	43,0	52,0	0,493
15	23/04/91	15:47	15:59	52,0	57,0	0,696
16	23/04/91	16:00	16:13	57,0	60,0	0,756
17	23/04/91	16:15	16:27	60,0	64,0	0,845
18	23/04/91	16:45	17:10	69,0	72,0	1,35
19	23/04/91	17:10	17:24	72,0	71,0	1,2
20	23/04/91	17:26	17:45	71,0	70,0	1,06
21	05/06/91	08:35	08:58	201,0	184,0	5,54
22	05/06/91	08:58	09:17	184,0	170,0	4,98
23	05/06/91	09:17	09:37	170,0	159,0	4,38
24	05/06/91	09:37	09:55	159,0	151,0	4,16
25	05/06/91	09:55	10:14	151,0	146,0	3,76
26	05/06/91	10:24	10:42	145,0	142,0	3,68
27	05/06/91	10:42	10:59	142,0	139,0	3,32
28	05/06/91	11:05	11:23	137,0	131,0	3,13
29	05/06/91	11:25	11:40	131,0	125,0	3,04
30	05/06/91	11:48	12:08	124,0	117,0	2,72
31	05/06/91	12:08	12:23	117,0	112,0	2,52
32	05/06/91	12:35	12:52	110,0	105,0	2,21
33	05/06/91	12:52	13:06	105,0	102,0	2,16
34	05/06/91	13:16	13:32	100,0	97,0	1,9
35	05/06/91	13:47	14:01	94,0	92,0	1,67
36	05/06/91	14:11	14:27	90,0	87,0	1,47
37	05/06/91	14:37	14:50	84,0	82,0	1,38
38	05/06/91	15:03	15:14	80,0	78,0	1,17
39	05/06/91	15:38	15:49	77,0	75,0	1,09
40	05/06/91	15:49	16:01	75,0	74,0	1,15
41	01/04/92	15:05	15:30	39,0	38,0	0,302
42	03/06/92	12:10	12:50	122,0	118,0	2,69
43	09/07/92	09:30	10:20	70,0	70,0	0,934
44	14/07/92	18:10	18:25	82,0	84,0	1,4
45	14/07/92	18:56	19:14	87,0	86,0	1,45
46	14/07/92	19:17	19:34	86,0	85,0	1,33
47	18/07/92	10:25	10:59	71,0	72,0	0,939
48	19/07/92	09:32	10:34	64,0	64,0	0,725
49	19/07/92	10:37	11:00	64,0	64,0	0,774
50	24/07/92	10:45	11:18	64,0	64,0	0,694
51	02/08/92	14:50	15:20	55,0	55,0	0,619
52	08/08/92	07:20	08:23	159,0	145,0	3,63
53	08/08/92	08:23	08:54	145,0	128,0	3,27
54	08/08/92	09:18	09:49	125,0	124,0	2,33
55	08/08/92	09:52	10:18	124,0	120,0	2,52
56	08/08/92	11:05	11:33	112,0	100,0	2,16
57	08/08/92	11:35	12:00	99,0	88,0	1,54
58	08/08/92	12:20	12:40	80,0	76,0	1,11
59	08/08/92	13:00	13:15	73,0	70,0	1,09
60	13/08/92	14:45	15:15	55,0	54,0	0,609
61	15/08/92	09:15	09:45	52,0	52,0	0,597
62	20/08/92	16:00	16:50	50,0	50,0	0,578

Foi então necessário extrapolar a curva-chave. O método de Stevens (Jaccon e Cudo, 1989) foi utilizado. A regressão entre o coeficiente de Stevens e a descarga foi ajustada de maneira a respeitar a coerência da velocidade média do escoamento (figura 3.21).



Finalmente a figura 3.22 mostra a curva-chave obtida extrapolada até a cota de 300 cm. A calibragem cm por cm é dada pela tabela 3.12. Acima da cota 260 cm nota-se uma mudança de tendência que corresponde à cota máxima do escoamento dentro do leito menor do rio (figuras 3.19, 3.21 e 3.22). A extrapolação foi prolongada para avaliar a descarga atingida no topo da cheia do dia 27 de maio de 1992. Para uma cota de 680 cm, a vazão do Arroio Turcato ficou em aproximadamente 200 m³/s, isto é 10,3 m³/s.km²



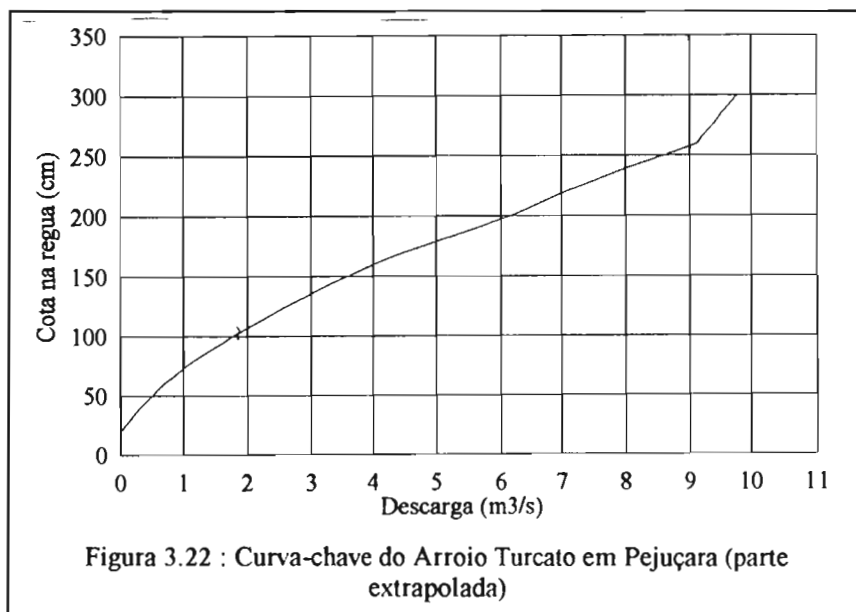


Tabela 3.12 : Calibragem do Arroio Turcato em Pejuçara

cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	cm
10										0	10
20	0,015	0,03	0,045	0,06	0,075	0,091	0,106	0,121	0,136	0,151	20
30	0,167	0,182	0,198	0,213	0,229	0,245	0,26	0,276	0,291	0,307	30
40	0,323	0,341	0,359	0,378	0,396	0,415	0,433	0,452	0,47	0,489	40
50	0,507	0,525	0,544	0,562	0,581	0,599	0,618	0,636	0,655	0,673	50
60	0,692	0,715	0,739	0,763	0,787	0,811	0,835	0,859	0,883	0,907	60
70	0,931	0,954	0,978	1	1,03	1,05	1,07	1,1	1,12	1,15	70
80	1,17	1,2	1,23	1,26	1,29	1,32	1,35	1,38	1,41	1,44	80
90	1,47	1,5	1,53	1,56	1,59	1,62	1,65	1,68	1,71	1,74	90
100	1,77	1,8	1,84	1,87	1,9	1,93	1,97	2	2,03	2,06	100
110	2,1	2,13	2,16	2,19	2,23	2,26	2,29	2,32	2,36	2,39	110
120	2,42	2,46	2,49	2,53	2,57	2,6	2,64	2,68	2,71	2,75	120
130	2,79	2,82	2,86	2,89	2,93	2,97	3	3,04	3,08	3,11	130
140	3,15	3,19	3,24	3,28	3,32	3,36	3,41	3,45	3,49	3,53	140
150	3,58	3,62	3,66	3,7	3,75	3,79	3,83	3,87	3,92	3,96	150
160	4	4,05	4,1	4,16	4,21	4,26	4,31	4,36	4,42	4,47	160
170	4,52	4,57	4,62	4,68	4,73	4,78	4,83	4,88	4,94	4,99	170
180	5,04	5,1	5,15	5,21	5,26	5,32	5,38	5,43	5,49	5,54	180
190	5,6	5,66	5,71	5,77	5,82	5,88	5,94	5,99	6,05	6,1	190
200	6,16	6,21	6,25	6,3	6,34	6,39	6,44	6,48	6,53	6,57	200
210	6,62	6,67	6,71	6,76	6,8	6,85	6,9	6,94	6,99	7,03	210
220	7,08	7,13	7,18	7,23	7,28	7,33	7,37	7,42	7,47	7,52	220
230	7,57	7,62	7,67	7,72	7,77	7,82	7,86	7,91	7,96	8,01	230
240	8,06	8,11	8,17	8,22	8,27	8,32	8,38	8,43	8,48	8,53	240
250	8,59	8,64	8,69	8,74	8,80	8,85	8,90	8,95	9,01	9,06	250
260	9,11	9,13	9,14	9,16	9,18	9,19	9,21	9,23	9,24	9,26	260
270	9,28	9,29	9,31	9,32	9,34	9,36	9,37	9,39	9,41	9,42	270
280	9,44	9,46	9,47	9,49	9,51	9,52	9,54	9,56	9,57	9,59	280
290	9,61	9,62	9,64	9,65	9,67	9,69	9,7	9,72	9,74	9,75	290
300	9,77										300

3.4.3. Vazões

A fim de oferecer uma síntese das descargas obtidas pela transformação cota/descarga, os fluviogramas anuais do Arroio Turcato em Pejuçara são apresentados na figura 3.23. Eles foram estabelecidos a partir dos valores instantâneos de descargas. O valor máximo registrado de 9,64 m³/s ocorreu dia 12 de novembro de 1990 às 12h46.

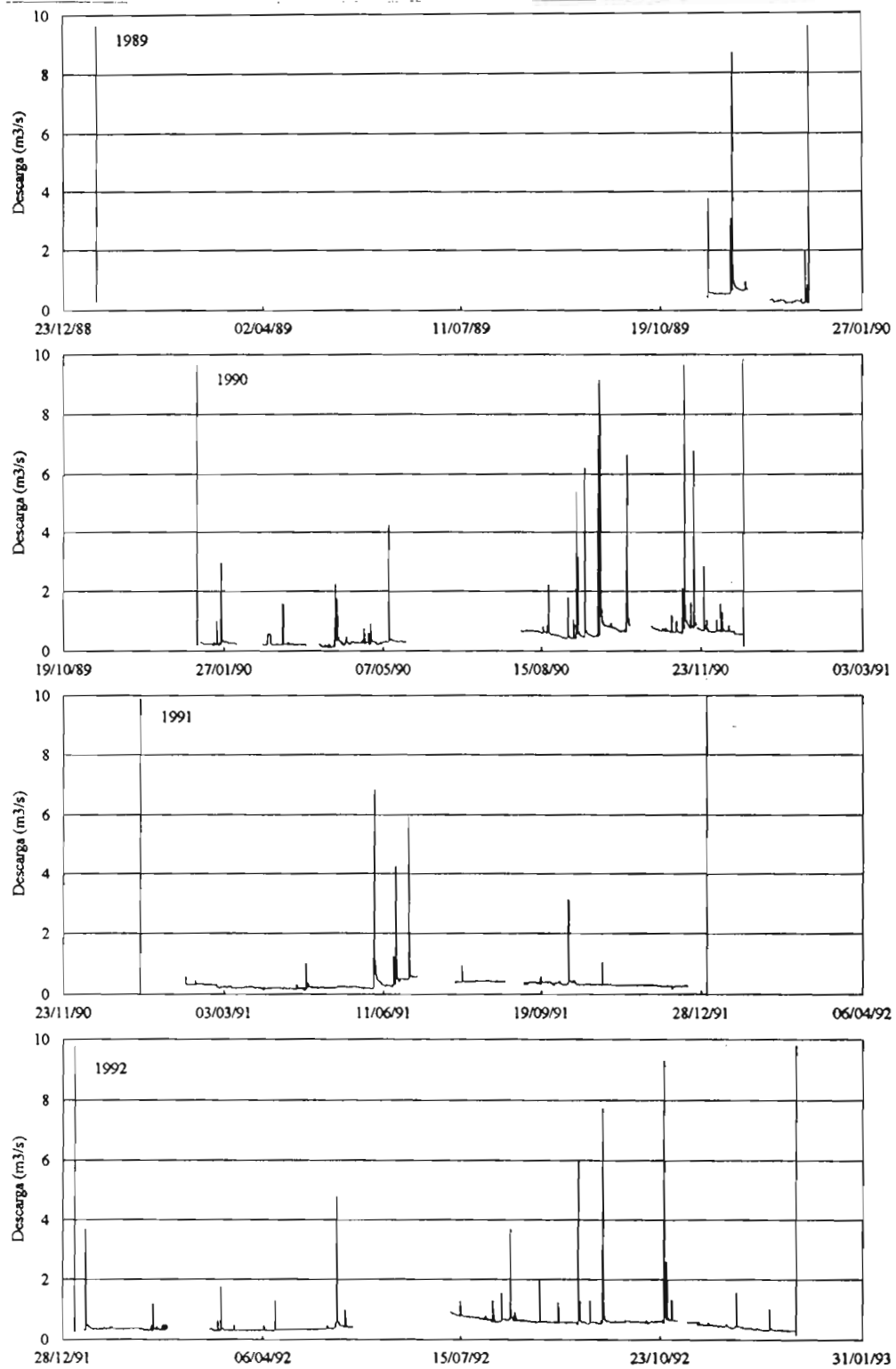
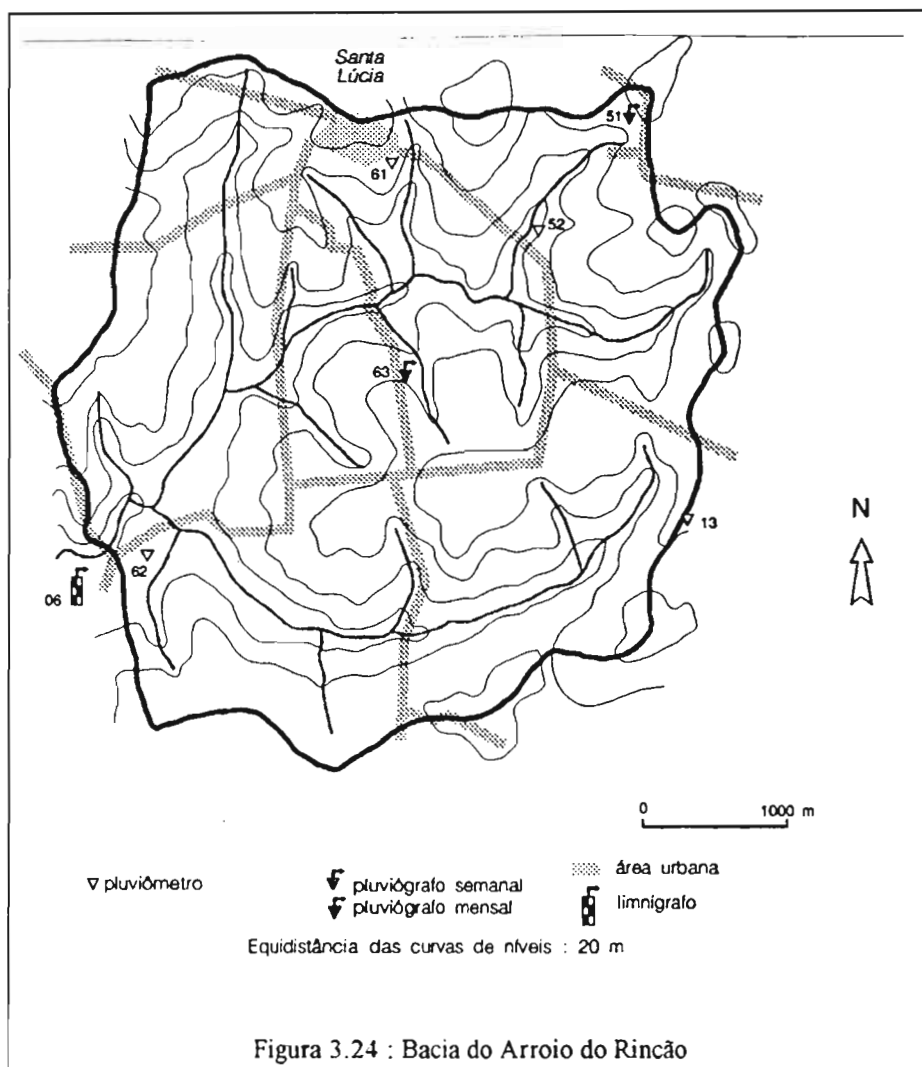


Figura 3.23 : Fluviogramas anuais do Arroio Turcato em Pejuçara

3.5. Rincão

3.5.1. Histórico

A bacia do Arroio Rincão é uma sub-bacia do Rio Taboão (figuras 2.2 e 3.24). O posto foi instalado em dezembro de 1990 na ponte da estrada entre Pejuçara e Dr Bozano a proximidade da Granja Santa Catarina. Isto permite um acesso fácil em qualquer época do ano.



Como no Turcato a estação foi equipada com uma instalação teleférica (figura 3.25).

Durante a cheia de 26 e 27 de maio de 1992, a estação foi totalmente destruída em consequência da queda da ponte provocada pelo desabamento do apoio da margem direita. O linígrafo foi perdido e uma parte dos equipamentos do teleférico desapareceram. Infelizmente até agora não foi possível reativar este posto por razões financeiras.

A altitude do zero da regua corresponde a 369,497 m e a cota da RN (a beira da estrada na margem esquerda do rio) a 375,809 m.

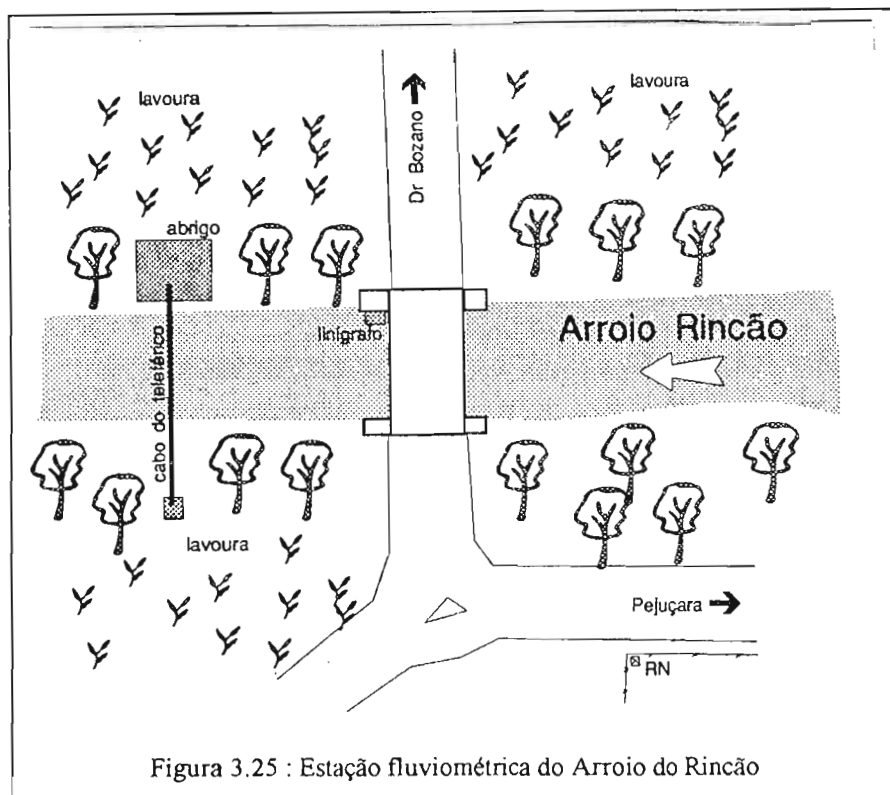


Figura 3.25 : Estação fluviométrica do Arroio do Rincão

3.5.2. Calibragem

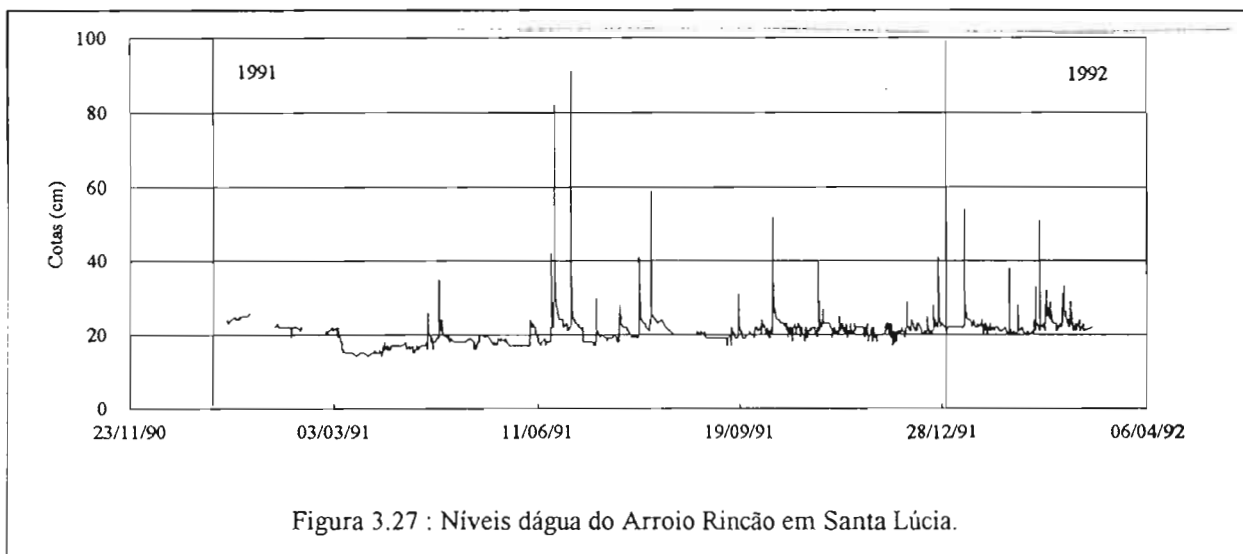
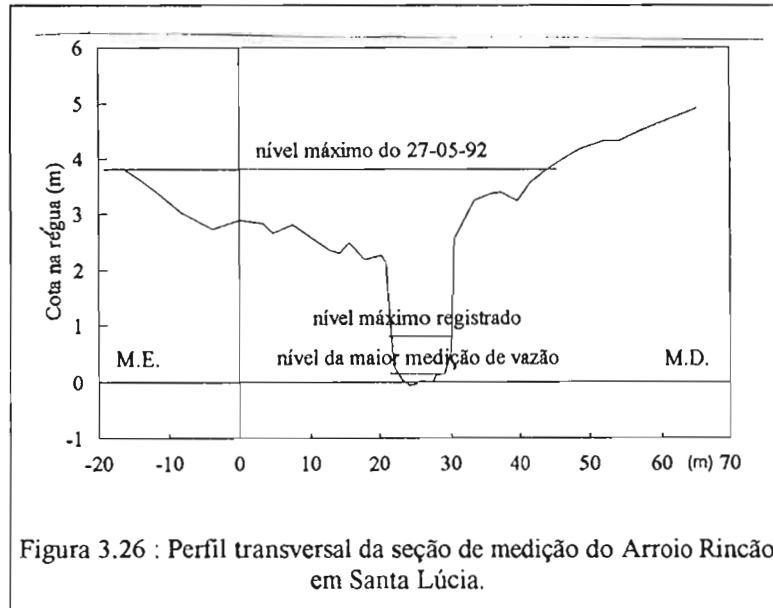
Tabela 3.13 : Relação das medições de descarga do Arroio Rincão em Santa Lúcia

	data	início	fim	cota início (cm)	cota fim (cm)	descarga (m ³ /s)
2	06/02/91	09:03	09:40	20,0	20,0	0,278
3	12/03/91	15:20	15:50	15,0	15,0	0,203
4	18/04/91	11:10	11:40	19,0	19,0	0,171
5	10/07/91	10:30	10:38	30,0	30,0	0,891
6	10/07/91	10:42	10:52	30,0	29,0	0,708
7	10/07/91	11:05	11:15	28,0	28,0	0,584
8	10/07/91	11:15	11:24	28,0	27,0	0,543
09	10/07/91	11:31	11:39	27,0	27,0	0,468
10	10/07/91	11:39	11:46	27,0	25,0	0,451
11	10/07/91	11:55	12:03	25,0	25,0	0,415
12	10/07/91	12:03	12:10	25,0	24,0	0,396
13	10/07/91	14:46	15:02	23,0	22,0	0,36
14	10/07/91	15:02	15:17	22,0	22,0	0,362
15	10/03/92	08:40	08:58	23,0	23,0	0,264
16	02/04/92	12:19	12:30	22,0	22,0	0,242

Foram realizadas 16 medições de vazão na estação fluviométrica do Rio Taboão. Mas, embora esta estação seja bem estável, o intervalo de cotas coberto pelas medições foi muito reduzido e não foi possível estabelecer uma curva chave. A figura 3.28 apresenta o perfil transversal da seção de medição. A cota máxima registrada foi de 91 cm (dia 27 de junho de 1991 às 18h25). O nível da água atingiu 380 cm no decorrer do dia 27 de maio de 1992 de acordo com as marcas deixadas nas margens.

3.5.3. Níveis

A figura 3.27 apresenta os níveis registrados no período de funcionamento do linígrafo do Arroio Rincão.



3.6. Taboão

3.6.1. Histórico

A bacia do Taboão (figuras 2.2 e 3.28) é a maior sub-bacia do Rio Potiribu programada para ser estudada. O projeto previa instalar uma bacia com área intermediária entre a do Turcato ou do Rincão (cerca de 20 km²) e a da bacia do Rio Potiribu (maior que 500 km²). A falta de acesso razoável obrigou a escolher um lugar situado no meio do trecho reto de aproximadamente 400 m entre a confluência do Arroio do Rincão e a foz do Rio Potiribu.

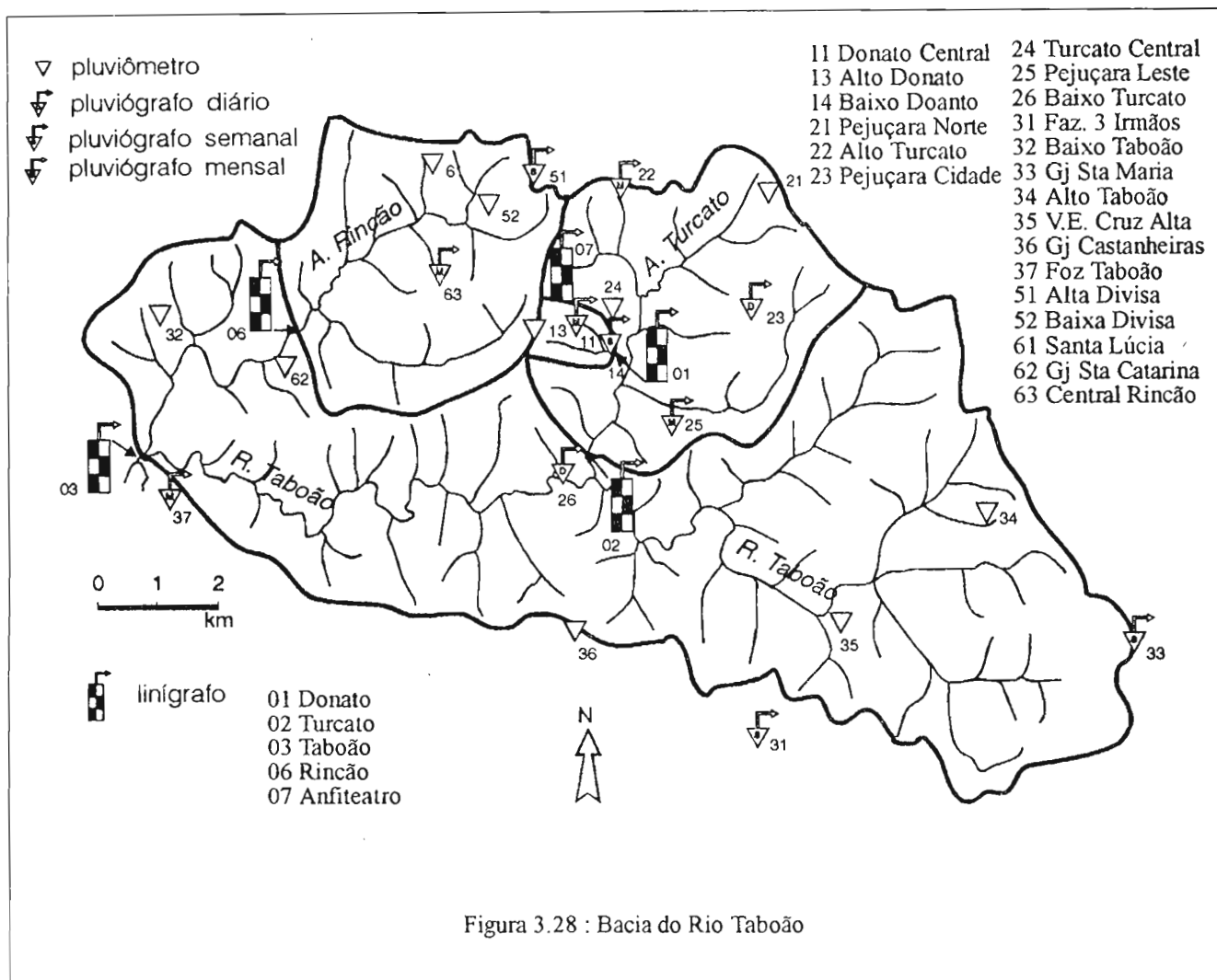


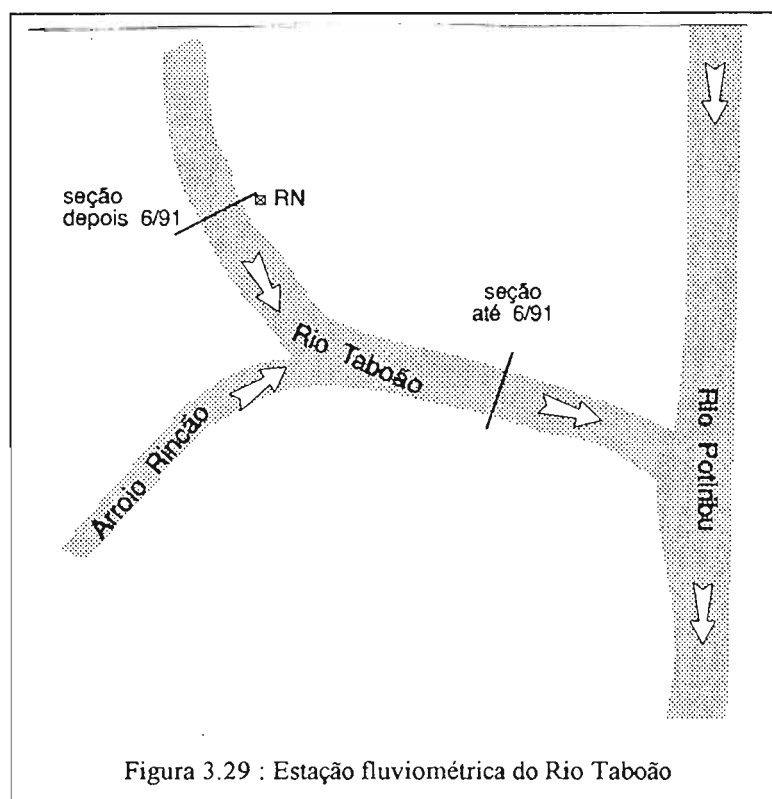
Figura 3.28 : Bacia do Rio Taboão

Um linígrafo e um cabo provisório de teleférico foram instalados em dezembro de 1990 (figura 3.29).

No início de junho de 1991, uma cheia destruiu parcialmente as instalações. O linígrafo foi recolocado logo depois 200 m a montante da confluência do Arroio do Rincão ; uma régua foi mantida no primeiro lugar.

A constatação de existência de problemas insolúveis de remansos devido à proximidade de vários rios com regimes de enchentes não simultâneos e com pouca declividade levou a desativar a estação, após ter sido identificado um local hidráulicamente mais propício 2 km a montante, de acesso ainda razoável embora muito mais problemático. As condições financeiras do Projeto não permitiram até agora a realização desta nova estação.

A altitude do zero da régua corresponde a 330,721 m e da R.N. a 337,008 m.



3.6.2. Calibragem

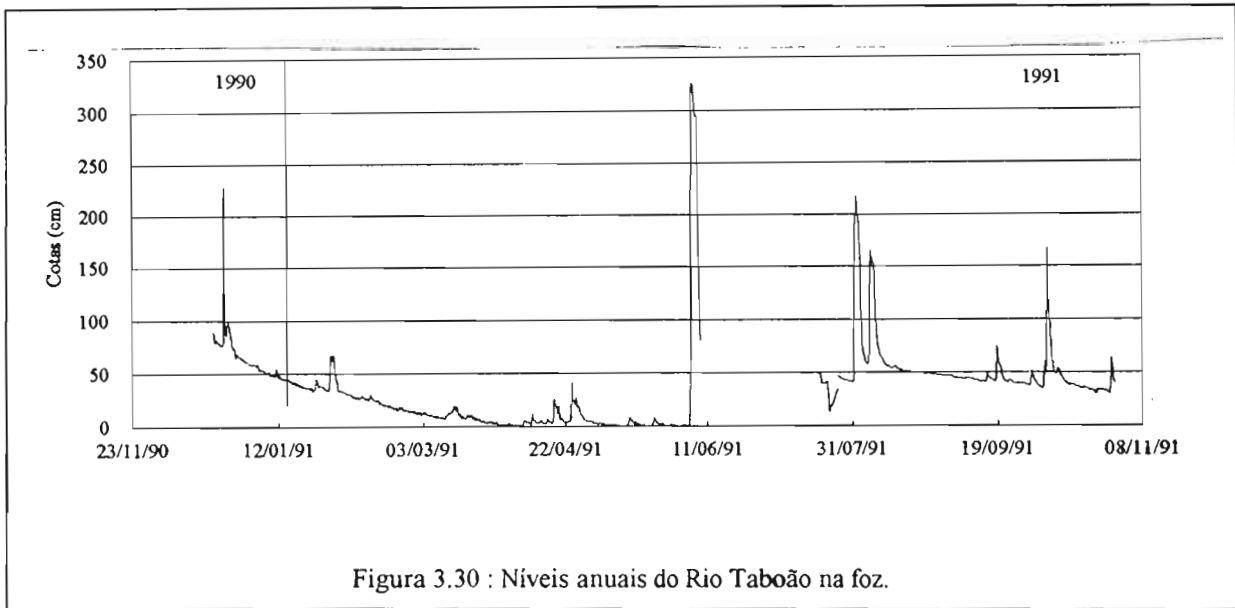
Tabela 3.14 : Relação das medições de descarga do Rio Taboão

	data	início	fim	cota início (cm)	cota fim (cm)	descarga (m ³ /s)
2	20/12/90	11:15	12:05	89,0	89,0	2,96
3	09/01/91	14:12	14:42	50,0	49,0	2,25
4	06/02/91	18:24	19:10	32,0	32,0	1,34
5	26/02/91	15:32	15:58	15,0	15,0	1,09
6	07/03/91	14:55	15:10	11,0	11,0	0,968
7	13/03/91	09:30	09:50	18,0	18,0	1,11
8	17/04/91	15:05	15:37	5,0	5,0	0,668
9	03/07/91	14:00	14:45	42,0	42,0	1,72

Foram realizadas 9 medições de vazão na estação fluviométrica do Rio Taboão. Mas devido a falta de estabilidade e de controle de jusante, além do número reduzido de pontos, não foi considerado razoável estabelecer uma curva-chave.

3.6.3. Níveis

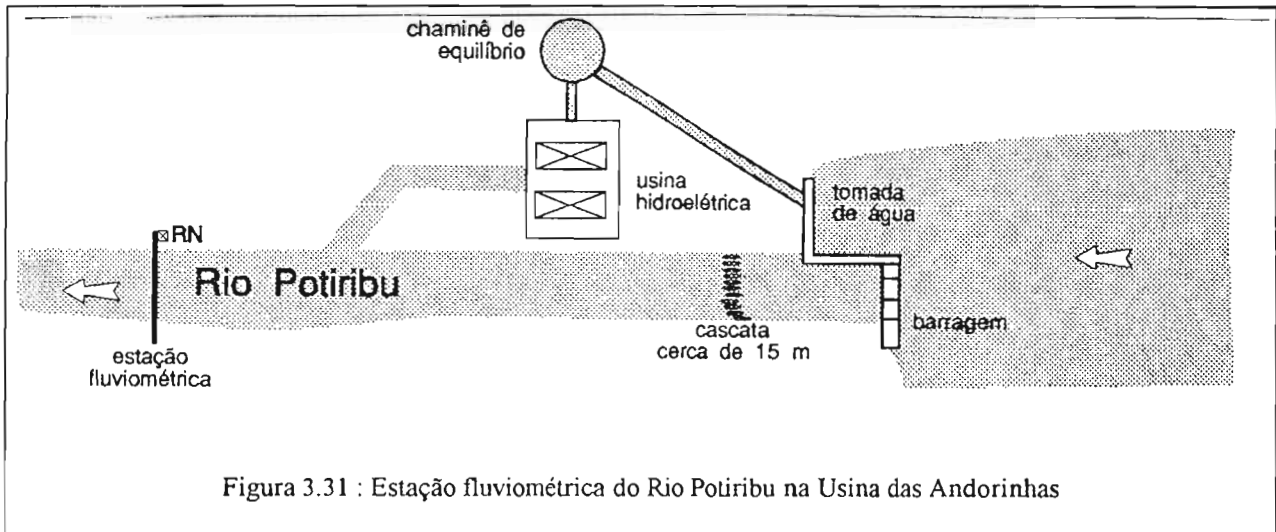
A figura 3.30 apresenta os níveis registrados no período de funcionamento do linígrafo do Taboão. A cota máxima registrada foi de 325 cm, dia 6 de junho de 1991 às 2h20 pouco antes do colapso do barranco em que estava localizado o aparelho.



3.7. Andorinhas

3.7.1. Histórico

A estação do Rio Potiribu que controla a área completa do nosso estudo (figura 2.2) foi instalada em novembro de 1989 a jusante do canal de fuga da usina hidro-elétrica das Andorinhas (figura 3.31).



Foram colocados um linígrafo com sua régua e um teleférico. Em abril de 1991 o linígrafo foi deslocado 20 m a jusante do seu lugar inicial por não atingir o nível da água durante os períodos secos. A régua ficou no lugar inicial. Mas uma diferença de 8 cm de altitude da linha de água entre o ponto inicial e o ponto final teve de ser levada em conta.

Durante a cheia de 26 e 27 de maio de 1992 tudo foi submerso, a cota máxima atingida foi perto de 530 cm. A estação ficou bastante danificada, mas foi possível recuperar o linígrafo achado preso entre raízes de árvores 30 m a jusante das instalações. A falta de recursos não permitiu reiniciar o monitoramento após este evento.

A altitude do zero da régua corresponde a 279,725 m e da R.N. a 280,692 m.

3.7.2. Calibragem

Foram realizadas 35 medições de vazão na estação fluviométrica de Andorinhas entre as cotas -13 cm e 56 cm. A seção de medição é rochosa com um controle de jusante estável (figura 3.32). Isso permitiu construir uma curva chave representada na figura 3.33.

A cota máxima registrada foi de 137 cm no dia 1 de junho de 1990 às 9h21 ; a cota máxima avaliada no decorrer da cheia do dia 26 de maio de 1992 atingiu 530 cm. Foi então necessário extrapolar a curva estabelecida a partir dos valores medidos.

Para esta extrapolação foi utilizado o método de Stevens cujo princípio é detalhado por Jacon e Cudo (1989). Isso se justifica devido à grande estabilidade dos perfis transversal e longitudinal e à grande homogeneidade das margens. Foi também necessário extrapolar a curva-chave das águas baixas com níveis abaixo de -13 cm. A figura 3.34 mostra a curva-chave extrapolada até uma cota de 150 cm. A calibragem cm por cm é dada pela tabela 1. A mesma extrapolação foi prolongada para avaliar a descarga atingida no topo da cheia dos dias 26 e 27 de maio de 1992. Para uma cota de 530 cm, a vazão do Rio Potiribu ficou em aproximadamente 720 m³/s, isto é 1,28 m³/s.km².

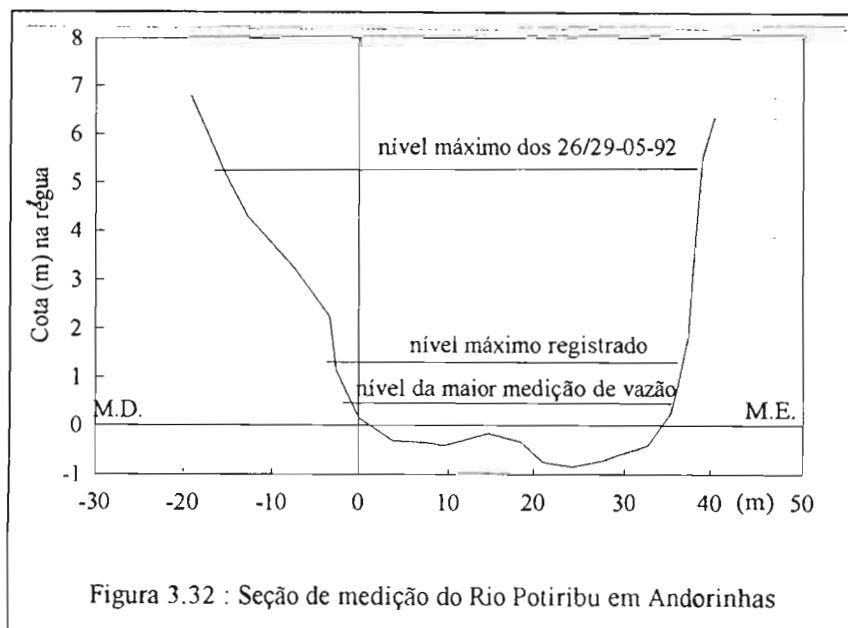
Tabela 3.15 : Relação das medições de descarga em Andorinhas

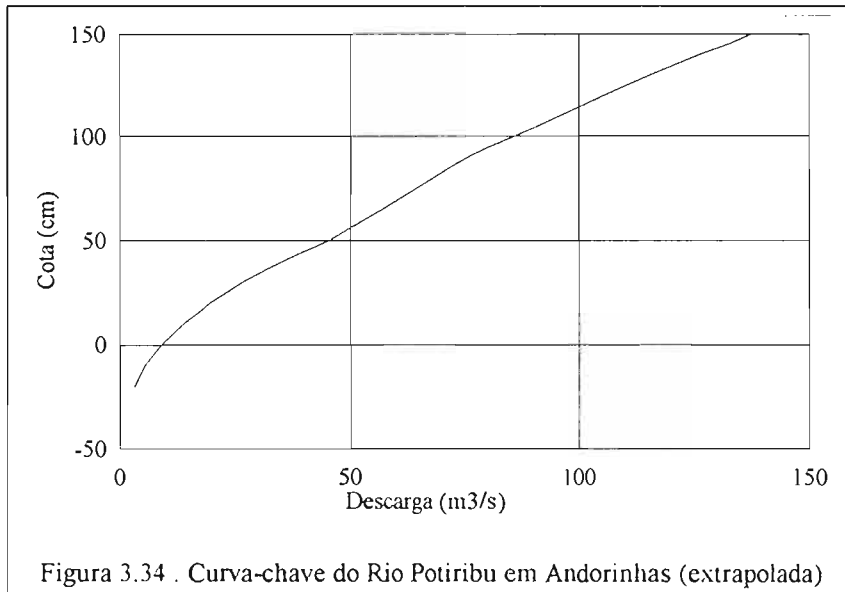
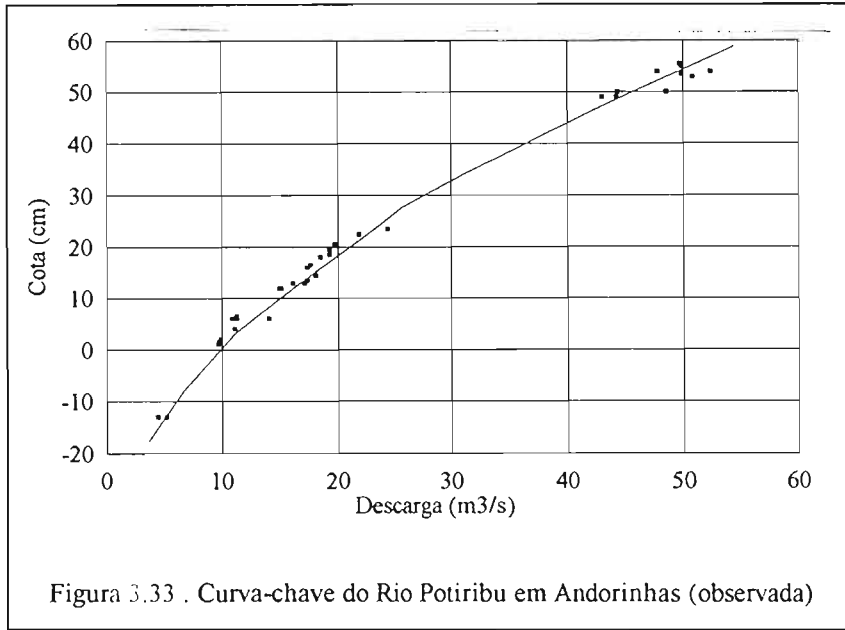
	data	início	fim	cota início (cm)	cota fim (cm)	descarga (m ³ /s)
1	07/03/91	10:12	10:35	-13,0	-13,0	4,45
2	07/03/91	10:35	10:55	-13,0	-13,0	5,18
3	06/06/91	09:37	10:15	56,0	55,0	49,7
4	06/06/91	10:15	10:47	55,0	55,0	49,9
5	06/06/91	13:00	13:36	54,0	54,0	47,9
6	06/06/91	14:00	14:38	54,0	54,0	52,3
7	06/06/91	15:30	16:08	53,5	53,5	49,9
8	06/06/91	16:26	16:57	53,0	53,0	50,8
9	07/06/91	08:00	08:33	50,0	50,0	44,5
10	07/06/91	09:04	09:30	50,0	50,0	48,6
11	07/06/91	15:16	15:50	49,0	49,0	44,4
12	07/06/91	15:50	16:20	49,0	49,0	43,1
13	08/06/91	07:56	08:29	24,0	23,0	24,3
14	08/06/91	08:29	08:58	23,0	22,0	21,8
15	08/06/91	09:33	10:13	21,0	20,0	19,7
16	08/06/91	10:13	10:40	20,0	19,0	19,3
17	08/06/91	10:45	11:18	19,0	18,0	19,3
18	08/06/91	11:25	11:50	18,0	18,0	18,5
19	08/06/91	12:18	12:47	17,0	16,0	17,7
20	08/06/91	13:08	13:33	16,0	16,0	17,4
21	08/06/91	14:18	14:45	15,0	14,0	18,1
22	08/06/91	15:02	15:27	14,0	13,0	17,4
23	08/06/91	15:32	16:00	13,0	13,0	16,2
24	08/06/91	16:00	16:21	13,0	13,0	17,2
25	08/06/91	17:00	17:26	12,0	12,0	15,2
26	08/06/91	17:26	17:47	12,0	12,0	15
27	09/06/91	08:05	08:33	7,0	6,0	11,3
28	09/06/91	08:33	08:53	6,0	6,0	10,9
29	10/06/91	08:17	08:42	2,0	2,0	9,9
30	10/06/91	08:42	09:01	2,0	1,0	9,71
31	10/06/91	15:05	15:31	1,0	1,0	9,68
32	10/06/91	15:31	15:52	1,0	1,0	9,7
33	10/03/92	11:30	12:05	6,0	6,0	11,3
34	10/03/92	12:10	12:46	6,0	6,0	14,1
35	02/04/92	15:00	16:00	4,0	4,0	11,1

A tabela 3.16 corresponde às medições de vazão realizadas após a mudança acima mencionada. Para tomar em conta o deslocamento da régua foi usada antes do dia 10 de abril de 1991 uma tabela idêntica com cotas reduzidas em 8 cm.

Tabela 3.16 : Calibragem do Rio Potiribu em Andorinhas

cm	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	cm
-20	1,82	1,93	2,05	2,16	2,28	2,39	2,54	2,69	2,84	2,99	-20
-10	3,14	3,37	3,59	3,82	4,05	4,28	4,5	4,73	4,96	5,18	-10
0	5,41	5,77	6,13	6,49	6,85	7,22	7,58	7,94	8,3	8,66	0
cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	cm
0	9,02	9,5	9,98	10,5	10,9	11,4	11,9	12,4	12,8	13,3	0
10	13,8	14,4	15	15,6	16,2	16,8	17,4	18	18,6	19,2	10
20	19,8	20,5	21,2	21,9	22,6	23,4	24,1	24,8	25,5	26,2	20
30	26,9	27,8	28,6	29,5	30,3	31,2	32,1	32,9	33,8	34,6	30
40	35,5	36,5	37,5	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,3	44,3	40
50	45,3	46,1	46,8	47,6	48,4	49,2	49,9	50,7	51,5	52,2	50
60	53	53,8	54,6	55,3	56,1	56,9	57,6	58,4	59,2	60	60
70	60,7	61,5	62,3	63	63,8	64,6	65,4	66,1	66,9	67,7	70
80	68,4	69,2	70	70,8	71,5	72,3	73,1	73,8	74,6	75,4	80
90	76,2	76,9	77,7	78,7	79,7	80,7	81,7	82,7	83,7	84,7	90
100	85,8	86,8	87,8	88,8	89,8	90,8	91,8	92,8	93,8	94,8	100
110	95,8	96,8	97,8	98,8	99,8	101	102	103	104	105	110
120	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	120
130	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	130
140	126	127	128	129	130	132	133	134	135	136	140
150	137	138	140	141	142	143	144	145	147	148	150





3.7.3. Vazões

No intuito de apresentar uma síntese das descargas obtidas pela transformação cota-descarga, os fluviogramas anuais do Rio Potiribu em Andorinhas são apresentados na figura 3.35. Eles foram calculados por interpolação dos dados instantâneos em dados distribuídos com intervalo fixo de 6 horas. A descarga máxima registrada o dia 1 de junho de 1990 foi de 123 m³/s.

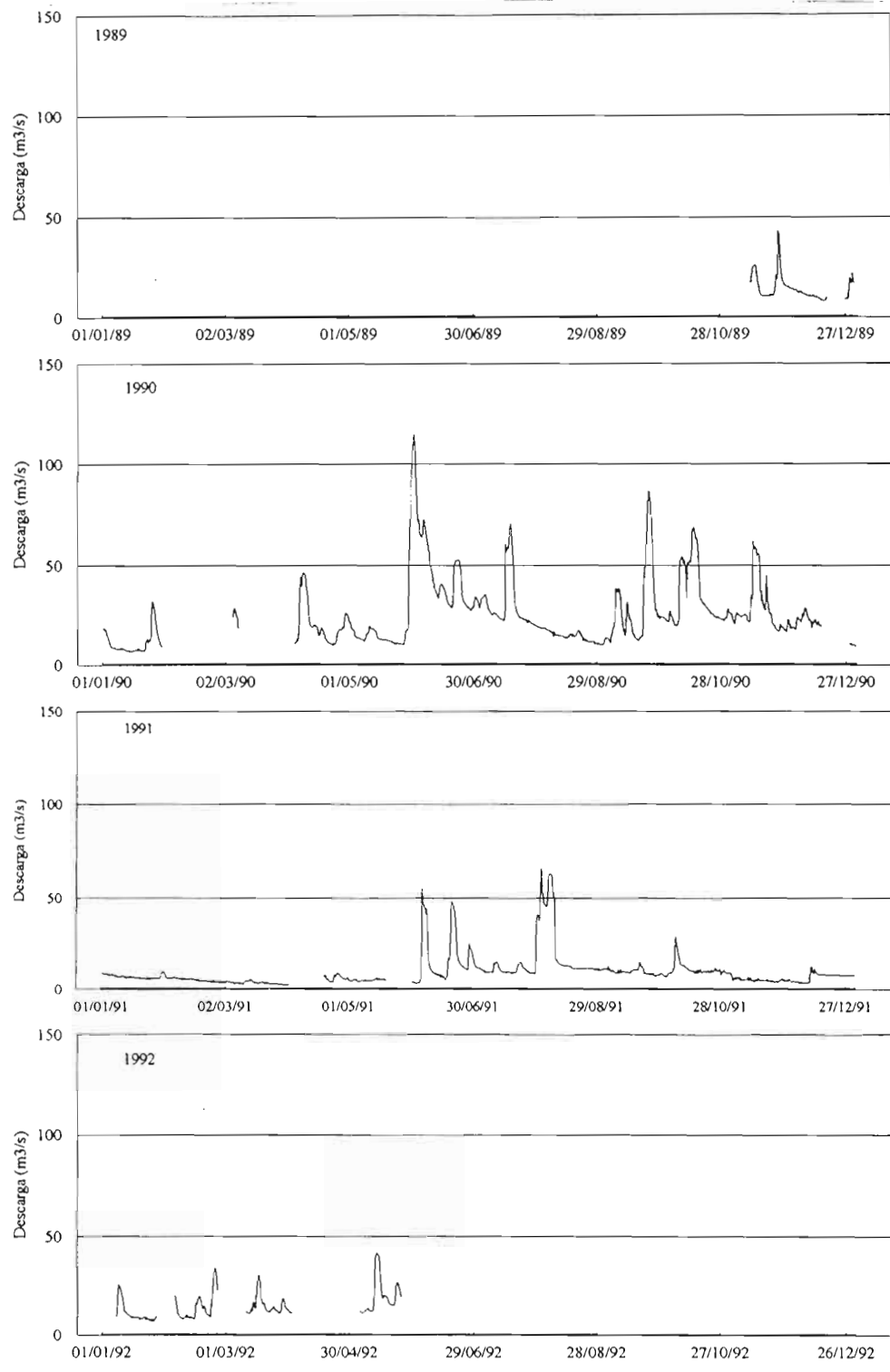
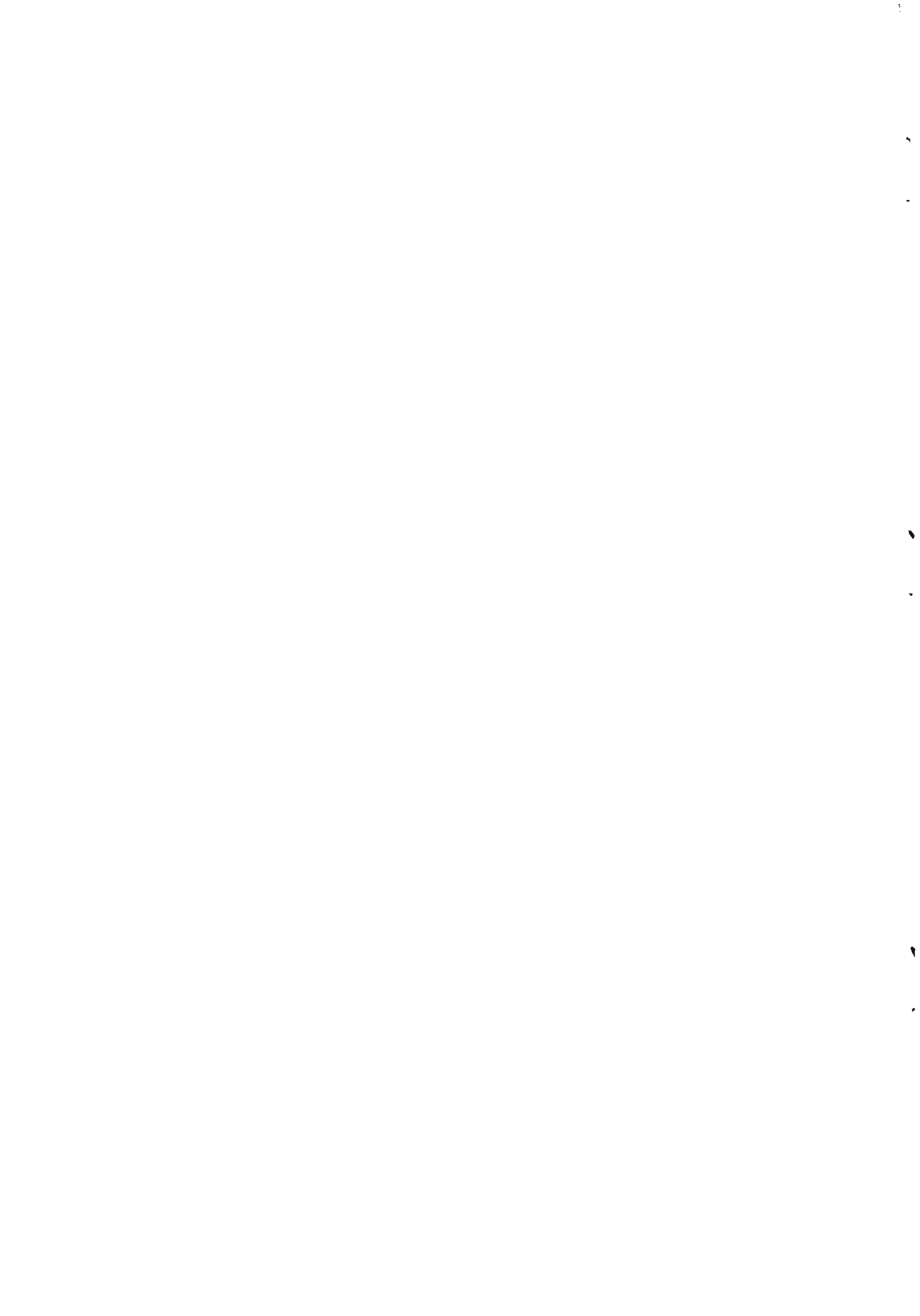


Figura 3.35 : Fluviogramas anuais do Rio Potiribu em Andorinhas



4. POSTOS PLUVIOMÉTRICOS E PLUVIOGRÁFICOS

4.1. Generalidades

4.1.1. Características técnicas dos aparelhos

Os aparelhos instalados são basicamente de dois tipos :

- **pluviômetros**, todos da marca japonesa Tamaya, com anel de 20 cm de diâmetro, ou seja $\pi \times 100 \text{ cm}^2$ de área de interceptação, colocado a uma altura de 1,50 m. Os observadores, todos voluntários, fazem a leitura do volume de água acumulado no aparelho diariamente em princípio às 8 horas da manhã. Conforme às normas internacionais, este valor é sempre datado do dia anterior ; isto é, a chuva caída entre 0 hora e 8 horas do dia D ficará acumulada com a chuva caída entre 8 horas e 24 horas do dia D-1 e aparecerá com a data D-1. A tabela 4.1 apresenta a relação dos pluviômetros, com coordenadas e períodos de funcionamento. Para a localização dos mesmos, basta consultar a figura 3.28.
- **pluviógrafos** de vários tipos e marcas conforme a tabela 4.2. Os aparelhos diários e semanais estão sob a responsabilidade de observadores voluntários que trocam os gráficos quando necessário. Os aparelhos mensais estão operados pelo pessoal técnico do IPH. A tabela 4.3 apresenta a relação dos pluviógrafos, com coordenadas e períodos de funcionamento. Para a localização dos mesmos, basta consultar a figura 3.28. O horário utilizado é sempre o horário de inverno, isto é durante os períodos de validade do horário de verão, o horário marcado fica atrasado de uma hora inteira.

Tabela 4.1 : Relação dos pluviômetros

Código	Nome	Longitude Oeste	Latitude Sul	Data início	Data fim	% funcionamento até 12/92
13	Alto Donato	53°41'14"	28°25'06"	27/06/90		98%
21	Pejuçara Norte	53°38'57"	28°24'11"	06/09/89		99%
24	Turcato Central	53°40'17"	28°24'55"	08/11/89	10/05/90	84%
32	Rincão do Jesus	53°44'34"	28°24'52"	12/12/90		99%
34	Alto Taboão	53°36'12"	28°27'21"	17/12/90		95%
35	Velha Estrada Cruz Alta	53°38'19"	28°27'46"	17/12/90		98%
36	Granja das Castanheiras	53°41'06"	28°27'49"	01/01/91		86%
52	Baixa Divisa	53°41'55"	28°24'08"	07/11/89		94%
61	Santa Lúcia	53°42'35"	28°23'39"	11/11/89		98%
62	Granja Santa Catarina	53°43'37"	28°25'04"	23/10/90	08/06/92	95%

A última coluna dá a percentagem da duração total das observações aproveitáveis em relação à duração total, desde a instalação dos aparelhos.

Tabela 4.2 : Características dos pluviógrafos usados

Aparelho	Área de interceptação (cm ²)	tipo de sensor	suporte de gravação	periodicidade	velocidade (mm/h)
Lambrecht (alemã)	200	sifão simples	transportador de carta mecânico	mensal	10,0
IH Hidromec3 (brasileiro)	1000	duas cubas basculantes	transportador de carta elétrico	mensal	10,0
IH PLG 7S (brasileiro)	200	sifão basculante	tambor	semanal	2,3
IH PLG 4 (brasileiro)	200	sifão basculante	tambor	diária	12,7
Jules Richard (francês)	400	cuba basculante	tambor	semanal	1,7
SIAP (italiano)	1000	duas cubas basculantes	transportador de carta mecânico	mensal	8,9

Tabela 4.3 : Relação dos pluviógrafos

Código	Nome	Longitude Oeste	Latitude Sul	Aparelho	Data início	Data fim	% funcionamento até 12/92
11	Donato Central	53°41'13"	28°25'15"	Lambrecht	29/11/89	25/04/91	72%
12	Baixo Donato	53°40'35"	28°25'35"	IH Hidromec3	25/04/91		
14	Baixo Donato	53°40'12"	28°25'18"	IH PLG 7S	07/11/89	14/12/90	95%
22	Alto Turcato	53°39'53"	28°24'02"	IH PLG 7S	14/12/90		78%
23	Pejuçara Cidade	53°39'14"	28°25°05"	Lambrecht	10/11/89		68%
				IH PLG 7S	21/08/89	06/11/89	94%
				IH PLG 4	06/11/89		
25	Pejuçara Leste	53°39'41"	28°26'00"	Lambrecht	22/05/90	05/11/92	39%
				IH Hidromec3	05/11/92		
26	Baixo Turcato	53°41'39"	28°26'29"	IH PLG 4	08/11/89		95%
31	Fazenda Três Irmãos	53°40'18"	28°28'24"	IH PLG 7S	28/08/89		87%
33	Granja Santa Maria	53°35'00"	28°27'32"	Jules Richard	19/12/90	27/09/91	84%
37	Foz do Taboão	53°45'17"	28°26'14'	SIAP	09/01/91		69%
51	Alta Divisa	53°41'28"	28°23'36"	IH PLG 7S	28/08/89		95%
63	Central Rincão	53°42'21"	28°24'12"	SIAP	09/01/91		54%

A última coluna dá a percentagem da duração total das observações aproveitáveis em relação à duração total, desde a instalação dos aparelhos.

4.1.2. Processamento dos dados

Os dados de pluviometria e pluviografia são processados através do software PLUVIOM (Boyer et al., 1991). Os dados dos dois tipos são tratados separadamente numa primeira fase e juntos numa segunda fase :

Primeira fase para a pluviometria :

- Exame das fichas dos observadores ; tradução em 1/10 mm das medições feitas com provetas graduadas em ml.
- Aquisição dos valores em planilhas mensais.

Primeira fase para a pluviografia :

- Exame visual do diagrama, marcando os pontos a serem adquiridos e os pontos característicos (início, fim, lacunas, etc...);
- Aquisição das coordenadas desses pontos por meio de mesa digitalizadora e crítica automática dessa aquisição ;
- Correção dos pontos julgados errados ou duvidosos ;
- Nova crítica e nova correção até obter valores perfeitos ;
- Cálculo das chuvas diárias acumulando as precipitações de 8h a 8h.

Segunda fase :

- Estabelecimento de uma planilha apresentando para cada dia a pluviometria de cada posto. Comparação de todos os valores e novas correções e críticas voltando para a primeira fase.
- Comparação dos eventos chuvosos individualizados com as enchentes registradas nos postos pluviométricos. Novas correções e críticas...

4.1.3. Dados disponíveis

As tabelas 4.4 e 4.5 apresentam mensalmente os valores disponíveis para os pluviômetros e os pluviógrafos. Os registros originais encontram-se no setor de hidrologia do IPH-UFRGS.

Tabela 4.4 : Inventário mensal dos dados de pluviometria disponíveis

posto		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
13. Alto Donato	1990						+	+	c	c	+	c	+
	1991	+	c	c	+	c	c	c	c	+	c	+	c
	1992	c	+	c	+	c	c	c	c	c	c	c	c
21. Pejuçara Norte	1989									+	c	+	c
	1990	c	+	c	c	c	c	c	c	c	c	+	+
	1991	c	c	c	+	c	c	c	c	c	c	c	+
24. Turcato Central	1989												+
	1990	+	+	+	+	+							+
32. Baixo Taboão	1990												+
	1991	+	+	c	c	+	+	c	c	c	c	c	c
	1992	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
34. Alto Taboão	1990												+
	1991	+	+	c	+	c	c	c	c	c	c	c	c
	1992	+	c	c	c	c	c	c	+	+	c	c	c
35. Velha Estrada Cruz Alta	1990												+
	1991	c	+	c	c	+	+	c	c	c	c	c	c
	1992	c	+	c	+	+	+	+	c	c	+		c
36. Granja das Castanheiras	1991	+	+	c	+	+	+		+	c	+	c	c
	1992	c	c	+		c	c	c	c	c	c	c	c
52. Baixa Divisa	1989												+
	1990	c	+	c	c	c	c	c	c	c			+
	1991	c	c	c	c	c	c	c	c	c	+	c	c
	1992	c	c	c	c	c	c	c	+	c	c	c	c
61. Santa Lúcia	1989												+
	1990	c	+	c	c	c	+	c	c	c	c	c	c
	1991	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	+	c
	1992	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
62. Granja Santa Catarina	1990												+
	1991	+	c	+	+	c	c	c	c	c	+	+	c
	1992	+	+	c	+	+	+						c

campo em branco : mês ausente

+ : mês incompleto

c : mês completo

Tabela 4.5 : Inventário mensal dos dados de pluviografia disponíveis

posto		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
11. Donato Central	1989											+	c
	1990	c	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
	1991	+	+		+	c	c	c	c	c	+	+	c
	1992	+	+	c	c	+	+	c	c	c	c	c	c
12. Baixa Donato	1989												+
	1990	c	c	+	+	c	c	c	c	c	c	c	+
14. Baixa Donato	1990												+
	1991	c	+	c	+	+	+	c	+	+	c	c	c
	1992	+	+	+	+	c	c	c	+	+	+	+	+
22. Alto Turcato	1989											+	c
	1990	c	c	+	c	+	+	+	+	+	+		+
	1991	+		+	+	c	+	c	c	c	c	c	+
	1992	+	+	+	c	c	c	c	+	+	+	+	+
23. Pejuçara Cidade	1989								+	c	c	c	+
	1990	c	c	c	c	c	c	c	c	+	c	c	+
	1991	+	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
	1992	c	c	c	c	c	c	c	c	c	+	+	+
25. Pejuçara Leste	1990					+	+	+	+	c	+	+	+
	1991	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
	1992							+	+	+	+	+	+
26. Baixo Turcato	1989											+	+
	1990	c	c	c	c	+	+	c	c	c	c	c	+
	1991	+	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
	1992	c	c	+	c	+	c	c	c	c	+	+	+
31. Fazenda Três Irmãos	1989								+	+	+	+	+
	1990	+	c	c	c	c	c	c	c	c	c	+	+
	1991	+	+	c	+	c	c	c	+	c	+	c	c
	1992	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	+	+
33. Granja Santa Maria	1990												+
	1991	+	c	c	+	+	c	c	+	+			+
37. Foz do Taboão	1991	+	c	c	c	c	c	c	c	c	+	+	+
	1992		+	+	+		+	c	+	+			
51. Alta Divisa	1989								+	c	c	c	c
	1990	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	+
	1991	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
	1992	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	+	+
63. Central Rincão	1991	+	c	c	+		+	c	c	c	c	c	+
	1992						+	c	c	+		+	+

campo em branco : mês ausente

+ : mês incompleto

c : mês completo

4.1.4. Pluviometria média

A fim de avaliar o regime de precipitação durante o período de estudo, um primeiro cálculo da pluviometria média mensal foi realizado na base da média aritmética dos totais mensais dos meses completos. Isto justifica-se devido ao alto número de falhas, estas sendo muito mal distribuídas no espaço e no tempo. Portanto os valores obtidos tem somente uma importância relativa e não podem ser usados sem cuidado num estudo de balanço hídrico. A figura 4.1 apresenta o resultado e, também permite uma comparação com a média interanual avaliada no posto de Cruz Alta (Chevallier, 1991).

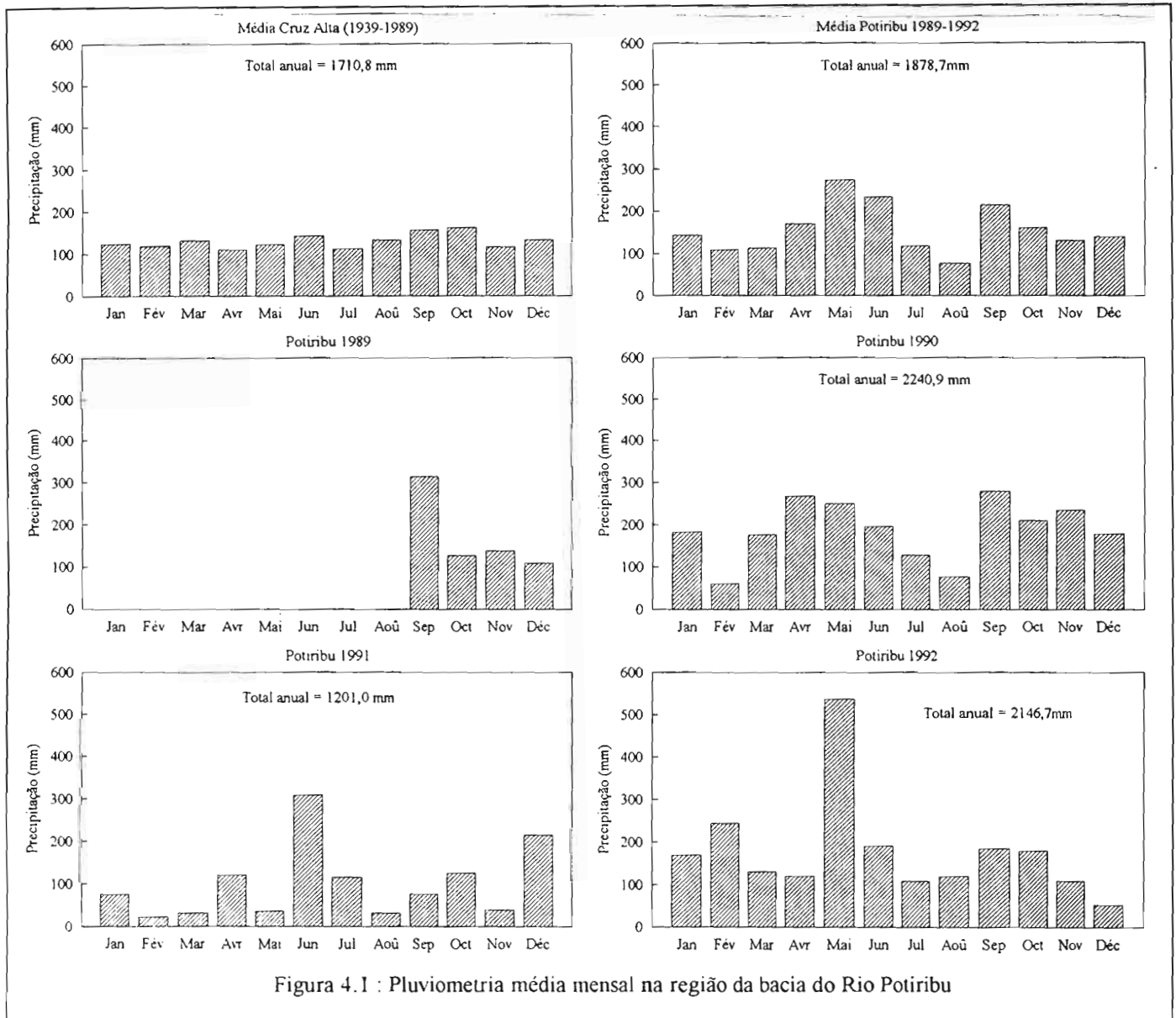


Figura 4.1 : Pluviometria média mensal na região da bacia do Rio Potiribu

4.2. Histórico dos postos

A rede foi instalada em três etapas :

- de setembro a novembro de 1989, foram colocados os postos 11, 12, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 31, 51, 52 e 61.
- em junho de 1990, foi colocado o posto 13.
- em dezembro de 1990 e janeiro de 1991, foram colocados os postos 32, 33, 34, 35, 36, 37, 62 e 63.

Depois da instalação várias alterações foram operadas :

- **posto 11** : o pluviógrafo Lambrecht que apresentava sérios defeitos de funcionamento foi trocado em abril de 1991 por um IH Hidromec3.
- **posto 12** : o aparelho foi deslocado de aproximadamente 500 m para melhorar o seu acesso em dezembro de 1990. Por causa da mudança de local, o código passou a ser 14.
- **posto 23** : o aparelho semanal inicialmente instalado foi substituído por um aparelho diário em novembro de 1989.
- **posto 24** : devido a uma falta de interesse do observador e à ausência de outro voluntário nos arredores o posto foi desativado em maio de 1990.
- **posto 25** : o observador do pluviômetro inicialmente colocado nunca conseguiu fazer observações que pudessem ser utilizadas ; portanto um primeiro pluviógrafo semanal foi instalado em maio de 1990. Infelizmente este aparelho nunca funcionou corretamente e ele foi substituído pelo pluviógrafo Lambrecht retirado do posto 11 em abril de 1991. Mas este último continuou com problemas de relógio. Além disso, devido a um remanejamento das lavouras o acesso ao posto foi fechado. Finalmente em novembro de 1992, um novo pluviógrafo do tipo IH Hidromec3 foi colocado a aproximadamente 150 m do lugar inicial. Não foi julgado necessária a troca de código.
- **posto 33** : devido a uma falta de interesse do observador e à ausência de outro voluntário nos arredores o posto foi desativado em setembro de 1991.
- **posto 62** : devido a uma falta de interesse do observador e à ausência de outro voluntário nos arredores o posto foi desativado em junho de 1992.

Alguns aparelhos apresentaram falhas crônicas devido à localização ou ao observador :

- **posto 21** : acúmulos frequentes de vários dias de chuva.
- **posto 22** : o papel sai dos pinhos do transportador, principalmente em tempo úmido.
- **posto 26** : pouca precisão nos horários de colocação e retirada e troca irregular dos gráficos.
- **postos 37 e 63** : frequentes entupimentos do funil do pluviógrafo por causa de formigas.

4.3 Pluviometria diária

Para ilustrar a distribuição temporal e espacial das chuvas, escolheu-se cinco postos, todos com um número reduzido de lacunas e instalados desde 1989 :

- o pluviômetro 21, Pejuçara Norte ;
- o pluviógrafo inicialmente semanal e depois diário 23, Pejuçara Cidade ;
- o pluviógrafo semanal 31, Fazenda Três Irmãos ;
- o pluviógrafo semanal 51, Alta Divisa ;
- o pluviômetro 61, Santa Lúcia.

As figuras 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5 apresentam sob forma de histogramas as observações diárias nestes postos durante os anos 1989, 1990, 1991 e 1992.

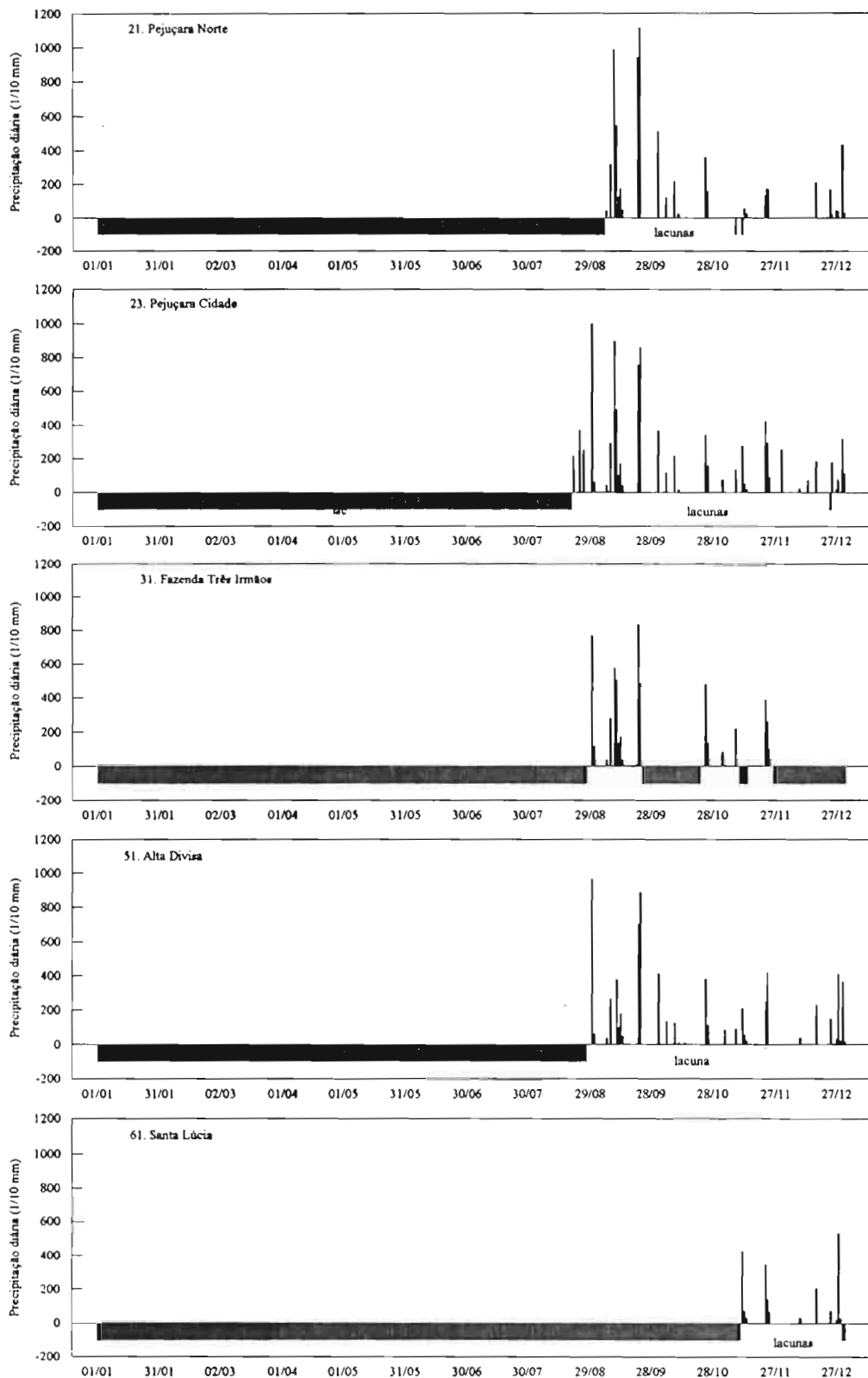


Figura 4.2 : Precipitações diárias durante o ano 1989

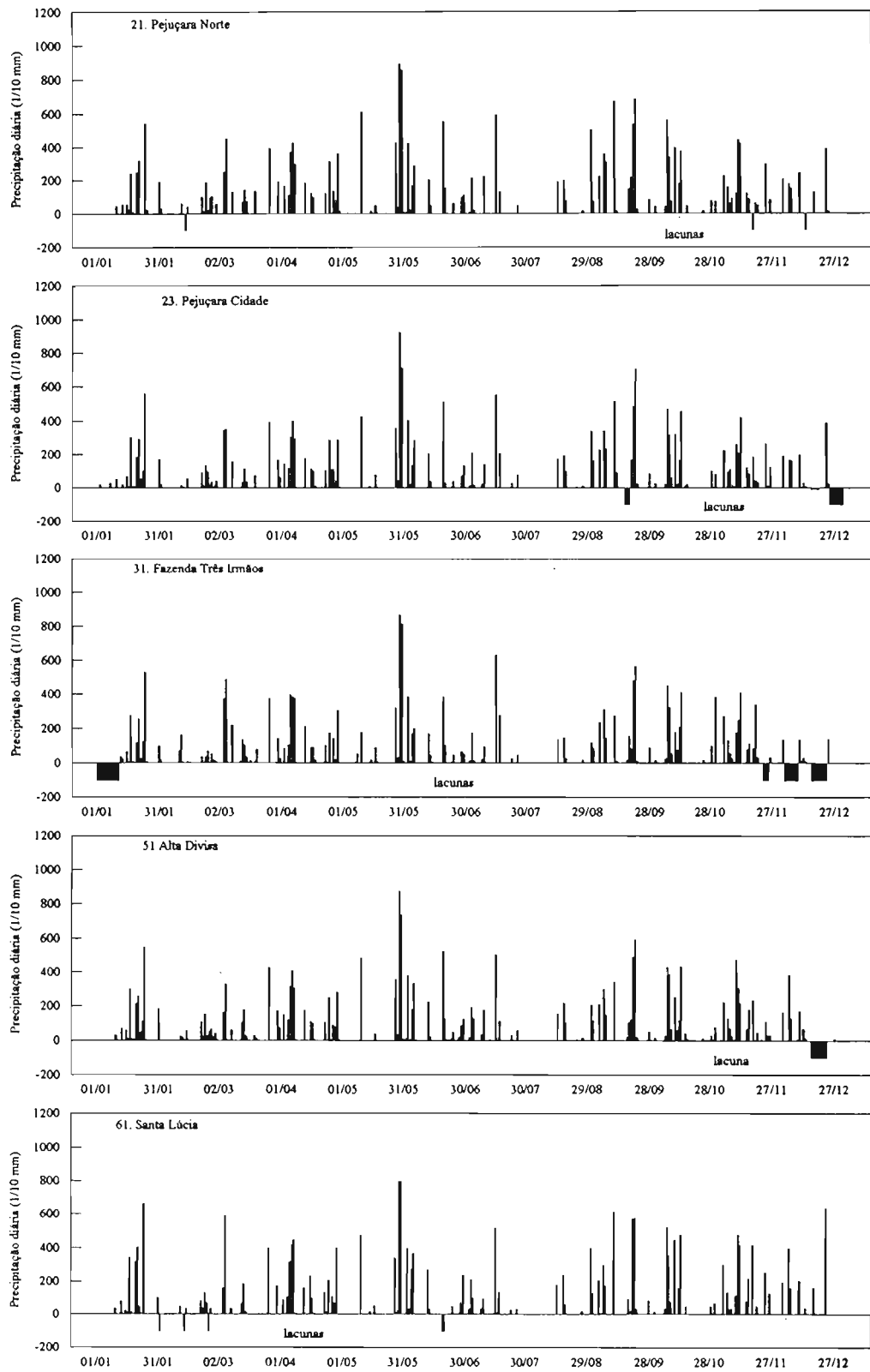


Figura 4.3 : Precipitações diárias durante o ano 1990

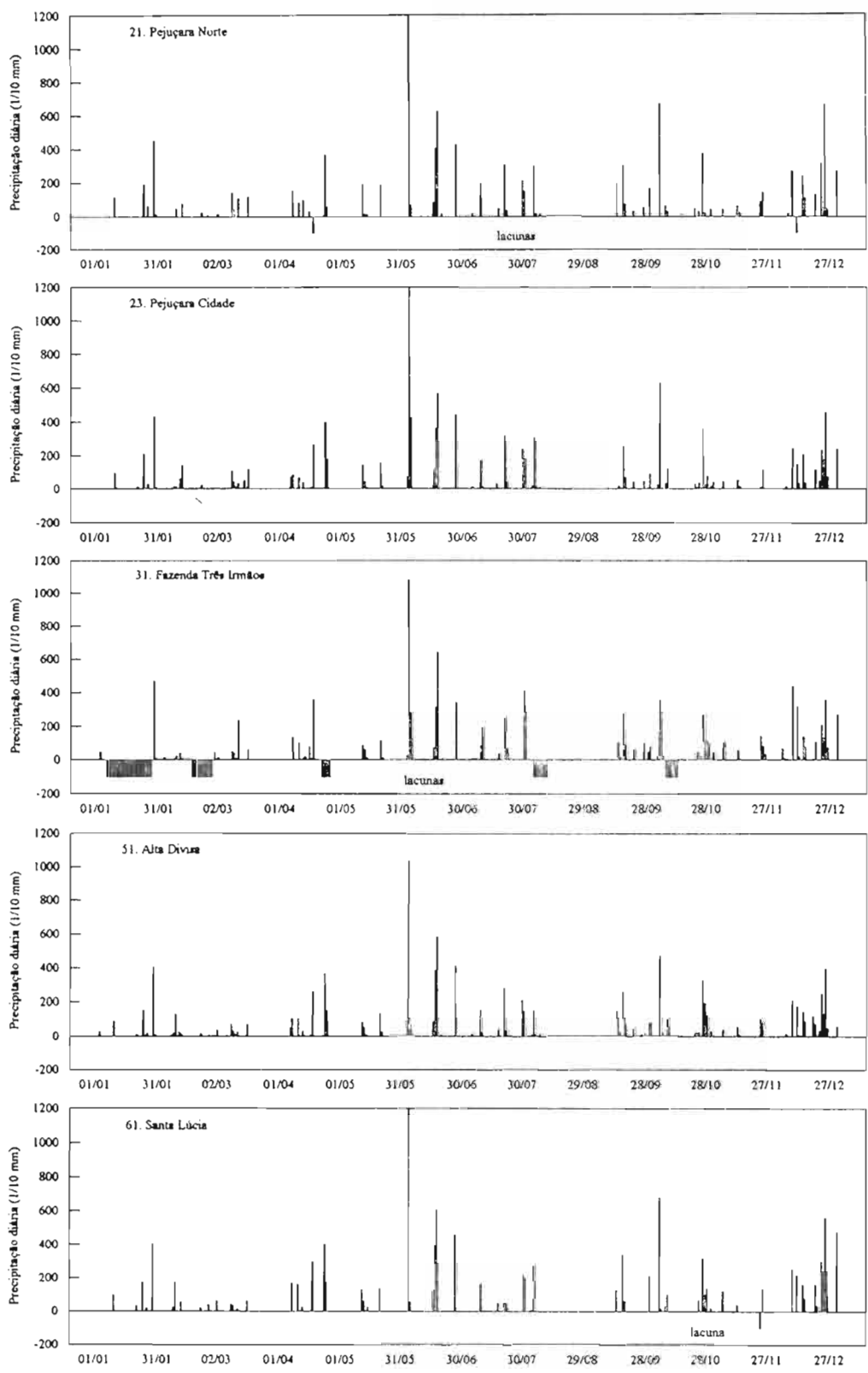


Figura 4.4 : Precipitações diárias durante o ano 1991

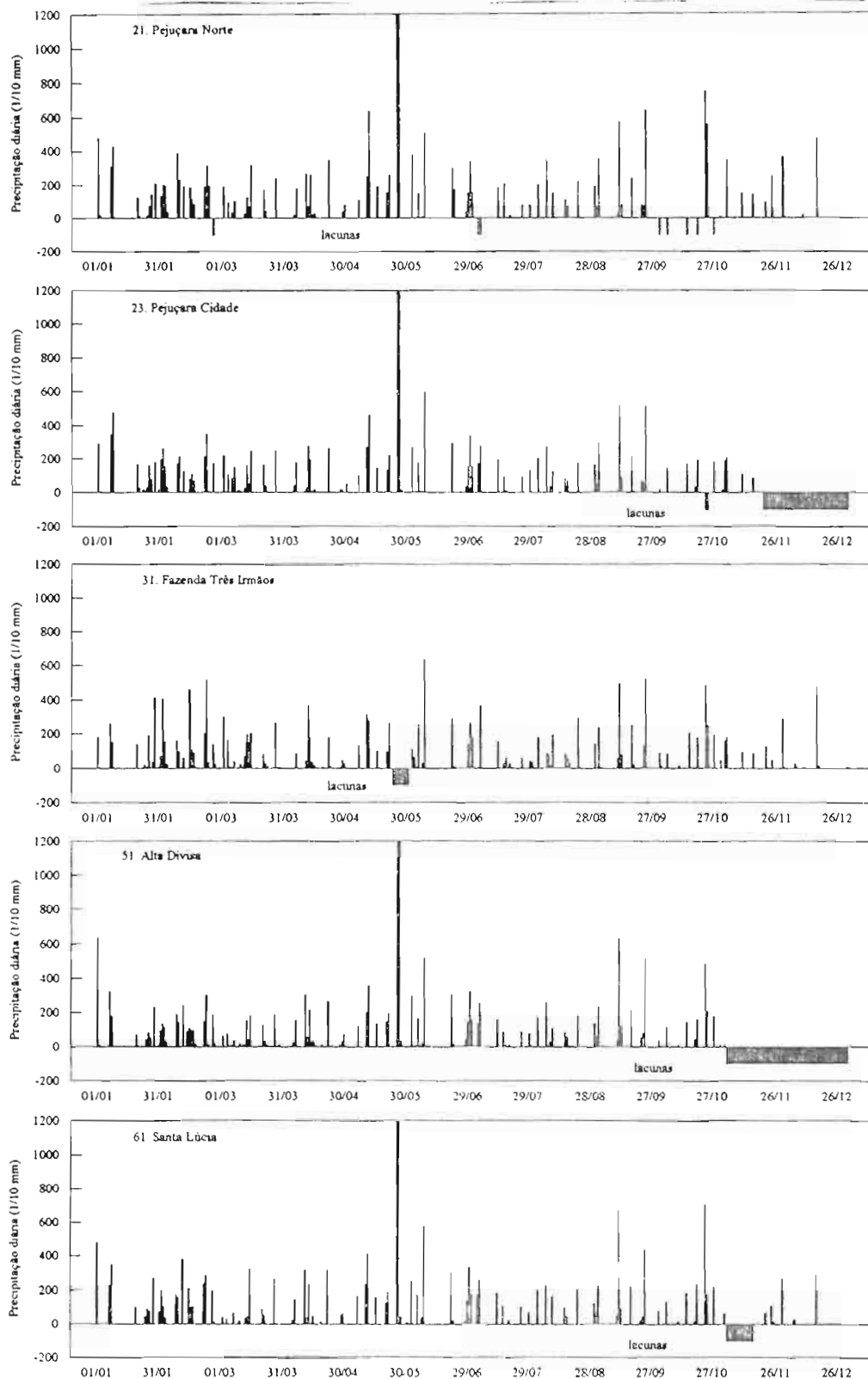


Figura 4.5 : Precipitações diárias durante o ano 1992

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borges A. L. de O., Bordas M.P. - 1988. Choix de bassins représentatifs et expérimentaux pour l'étude de l'érosion sur le plateau basaltique sudaméricain. Sediment Budgets (proceedings of the Porto Alegre Symposium). IAHS Publ. 174, 161-169.
- Boyer J.F., Crespy A., Dieulin C., Guiscafne J., Raous P. - 1992. PLUVIOM, Software de gestão de dados pluviométricos. Manual de uso. ORSTOM, Montpellier.
- Chevallier P. - 1991. As precipitações na região de Cruz Alta e Ijuí - RS - Brasil. IPH-UFRGS, Recursos Hídricos Publ. 24.
- Cochonneau G. - 1991. HYDROM, Sistema de banco de dados hidrométricos. Manual do usuário. ORSTOM, Montpellier.
- French R.H. - 1985. Open-channel Hydraulics. Mac Graw Hill Book-Co, Singapore, 706 p.
- Henderson F.M. - 1966. Open channel flow. Mac Millan Company, New York, 522 p.
- Jacon G., Cudo K.J. - 1989. Curva-chave : análise e traçado. Brasília, DNAEE, 273 p.
- Lencastre A. - 1972. Manual de hidráulica geral. Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 412 p.
- Roche M. 1963. Hydrologie de surface. Gauthier-Villars, ORSTOM, Paris, 430 p.

- 17 - Técnicas Recursivas dos mínimos quadrados: aplicação a previsões hidrológicas por Antonio E. Lanna, 1987.
- 18 - Zoneamento de áreas de Inundáveis por Carlos E.M.Tucci e A.S.J. Krebs, 1987.
- 19 - As equações de dinâmica dos fluidos em coordenadas curvilíneas generalizadas, A.M. Awruch, 1988.
- 20 - Sistema de simulação precipitação-vazão IPHS1 por Carlos E.M. Tucci, Eduardo Zamanillo e Hugo Pasinato, 1989.
- 21 - MODHAC - Modelo hidrológico autocalibrável por Antonio E. Lanna e M. Schwarzbach, 1989.
- 22 - Contribution methodologique a la stratégie decisionelle pour les etudes d'impact sur l'environment: a propos du cas des bassins hydrographiques du Brésil por M. Stringuini, 1989.
- 23 - Uma avaliação da eficiência de lagoas de estabilização implantadas no estado do Rio Grande do Sul por A.M. Oestreich, 1990.
- 24 - As precipitações na região de Cruz Alta e Ijuí- RS - Brasil por Pierre Chevallier, 1991
- 25 - Analysis of potential climate changes in the Uruguay river basin (Workshop), 1991.
- 26 - Projeto Potiribu, Dados Básicos de Fluviometria e Pluviometria por Pierre Chevalier, 1993.
- 27 - Sistema para dimensionamento de micro-drenagem urbana:IPHUI por Nelson Caicedo e Juan Santiago 1993
- 28 - Programa de pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento:Resumo de Dissertações de 1969-1992, 1993.

Para adquirir as publicações escreva para o endereço abaixo :

Recursos Hídricos

Programa de pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento
Av. Bento Gonçalves, 9500
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Caixa Postal, 15029
91501-970 - PORTO ALEGRE, RS - BRASIL

Fone: (051) 3391355 R.6670

Fax: (051) 3360457