

53 966
86 144
3' 0

FRANCISCO AUGUSTO CARDOSO MERCÊS DE MELLO

**UM MODELO GLOBAL DE SIMULAÇÃO CONTÍNUA
PARA CONVERSÃO DA PRECIPITAÇÃO EM ESCOAMENTO**



166 350

Dissertação apresentada à Universidade de Évora para a
obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agrícola

ÉVORA

Janeiro de 1987

A minha neta FILIPA,

Pela Coragem que me dá para o dia de Hoje

Pela Esperança que deposito no seu Amanhã

AGRADECIMENTOS

Um trabalho desta natureza é sempre o resultado de uma convergência de disponibilidades. Por isso são devidos agradecimentos a numerosas pessoas a quem expressamos o nosso profundo reconhecimento.

Também não podemos deixar de testemunhar a nossa gratidão para com aqueles professores que ao longo da nossa carreira escolar, já bem distante no tempo nos impressionaram pelo seu saber e experiência e que em muito contribuíram para a nossa formação intelectual. E seria difícil não recordar aqui o Prof. J. Sebastião e Silva, pelo modo elegante e preciso como ensinava, pela forma hábil como sabia despertar os seus alunos para o rigor da ciência matemática. A memória deste grande professor e inesquecível mestre prestamos a nossa sincera homenagem .

Ao Prof. António Gonçalves Santos Júnior, Reitor da Universidade de Évora, agradecemos a prontidão com que aceitou ser nosso orientador nesta dissertação. Ao longo da sua efectivação foi um conselheiro constante, encorajando-nos em especial nos momentos difíceis, que foram múltiplos, onde uma palavra amiga de estímulo vale por vezes tanto como a solução do problema. Agradecemos-lhe a revisão do texto que se prontificou fazer e a amizade que nos dispensou ao longo destes anos de trabalho sob sua superior orientação.

Ao Doutor Allain Guilbot do "Laboratoire d'Hydrologie Mathématique" da "Université des Sciences et Techniques du Languedoc", em Montpellier, agradecemos a forma amável como sempre nos recebeu e pôs à nossa disposição os seus profundos conhecimentos.

Ao Prof. António de Carvalho Quintela, do Instituto Superior Técnico, agradecemos o interesse que sempre demonstrou na efectivação deste trabalho, bem como a amizade que nos dispensa e a disponibilidade, bem cedo manifestada, para a revisão final do texto e que em muito contribui para a melhoria do seu conteúdo.

O trabalho de computação muito fica de dever à equipa técnica do Centro de Cálculo da Universidade Técnica de Lisboa, a quem expressamos o nosso reconhecimento. E agradecemos também aos colegas Eng^o Rodrigues Dias, a forma amiga como nos iniciou na informática, e ao Eng^o Lino Lúcio, pela válida colaboração prestada no início deste trabalho.

Ao Eng^o Técnico Agrário Dimas dos Reis, da Universidade de Évora, agradecemos a forma prestável como nos auxiliou, pondo à nossa disposição o melhor do seu profundo conhecimento no campo da informática.

Ao Eng^o José Manuel Godinho da Faculdade de Ciências de Lisboa, e ao Eng^o Fernando Regueiras da Faculdade de Engenharia do Porto, agradecemos a colaboração dispensada na análise de programas, onde só com a grande competência e experiência destes técnicos conseguimos debelar dificuldades que pareciam, inicialmente, intransponíveis.

Ao técnico de Hidrologia João Mimoso Loureiro, Chefe da Divisão de Hidrometria da Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, queremos expressar a nossa gratidão pela forma amiga como se empenhou no fornecimento dos dados hidrometeorológicos e pelos esclarecimentos prestados sempre que a sua experiência e sensibilidade para os problemas hidrológicos eram solicitadas.

A Sra. D. Maria do Rosário Roque agradecemos a tarefa de processamento de texto que concretizou de forma hábil e paciente.

Finalmente dirigimos uma palavra de agradecimentos a todo o pessoal técnico e administrativo da Universidade de Évora, que ao longo dos vários anos, sob as mais variadas formas tornaram possível a realização deste trabalho.

INDICE DO TEXTO

Pág.

1. INTRODUÇÃO..... 1

X 2. PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS NA MODELAÇÃO DE SISTEMAS HIDROLOGICOS. 3

2.1 Introdução..... 3

2.2 O sistema hidrológico... *Definição e características dos sistemas hidrológicos* 3

2.3 Os modelos matemáticos em hidrologia. (*referência genérica*) 5

2.4 A construção de um modelo matemático de simulação..... 7

2.5 A escolha de um modelo. (*Critérios fundamentais para*) 10

2.6 Conclusões..... 11

X 3. O MODELO CREC. *está tratado em poucas páginas* 12

3.1 Introdução..... 12

3.2 Descrição do modelo..... *estruturas* 14

3.2.1 Generalidades..... 14

3.2.2 A componente de produção no modelo..... 14

3.2.3 A componente de transferência no modelo..... *Componentes e parâmetros* 19

3.2.4 Os parâmetros do modelo..... 23

3.2.4.1 Parâmetro χ_1 23

3.2.4.2 Parâmetro χ_2 23

3.2.4.3 Parâmetros χ_3 e χ_4 25

3.2.4.4 Parâmetros χ_5 e χ_6 25

3.2.4.5 Parâmetro χ_7 25

3.2.4.6 Parâmetros χ_8 e χ_9 25

3.2.4.7 Parâmetro χ_{10} 26

3.2.4.8 Parâmetro χ_{11} 26

3.2.5 Função objectivo utilizada.....	26
3.3. As entradas e saídas do modelo.....	27
3.3.1 Precipitação.....	27
3.3.2 Evapotranspiração potencial.....	28
3.3.3 Caudal.....	29
3.4 Metodologia da optimização do ajustamento.....	35
3.5 Estruturação do programa utilizado.....	35
3.6 Conclusões.....	37

4. APLICAÇÃO DO MODELO CREC..... 38

4.1 Introdução..... 38

4.2 Bacias hidrográficas estudadas..... 38

4.3 Dados hidrometeorológicos diários..... 42

4.3.1 Precipitação..... 42

4.3.2 Caudal..... 42

4.3.3 Evapotranspiração..... 44

4.4 Estimação dos parâmetros do modelo..... 44

4.4.1 Valores iniciais dos parâmetros e dos reservatórios..... 44

4.4.2 Optimização do ajustamento..... 50

4.5. Resultados..... 51

4.5.1 Rio Simonte em Louçainha..... 51

4.5.2 Rio Xarrama em Torrão..... 64

4.6 Conclusões..... 74

5. MODIFICAÇÕES INTRODUZIDAS NO MODELO CREC..... 76

5.1 Introdução.....

5.2 A evapotranspiração real (ETR).....

5.3 A infiltração da água no solo.....

Superfície de afluências

2 bacias hidrográficas com características geomórficas, topográficas, pedológicas e hidroclimáticas diferentes

Bacia do Rio Simonte, em Louçainha e Bacia do Rio Xarrama, no Torrão

Com resultados e balanço hídrico e distribuição dos escoamentos no período de calibração

— previsão de caudais de rios com base em balanço hídrico

Considerando q. as condições físico-gráficas onde o modelo foi testado, em traça e divergem, foram introduzidas fundamentalmente em termos de infiltração e consequente distribuição dos escoamentos, foram introduzidas alterações ao modelo original

5.3.1	A função proposta.....	Parata. Foi alterada a	
5.3.2	Informação necessária para o cálculo dos parâmetros da equação de infiltração proposta.....	função de infiltração e da evapotranspiração, já em estudo	80
5.3.2.1	Caracterização hidrodinâmica da zona insaturada do solo.....	para a infiltração e eq. do movimento da água no solo. Foi para isso	82
5.3.2.2	Resolução numérica da equação do movimento da água no solo.....	estabelecido o algoritmo e o programa para a resolução	84
5.3.2.2.1	A equação do movimento da água no solo.....	numérica da eq. do mov. da água no solo	84
5.3.2.2.2	Condições iniciais e de fronteira.....		92
5.3.2.2.3	A resolução da equação (5.16) para cada incremento de tempo.....		94
5.3.2.2.4	Estruturação de um programa de cálculo.....		98
5.4	Conclusões.....		98

6.	APLICAÇÃO DO MODELO CREC MODIFICADO.....		99
6.1	Introdução.....	Para cada tipo de solo	99
6.2	Bacia do rio Simonte em Louçainha.....	foi calculada a curva característica	96
6.2.1	Caracterização hidrodinâmica.....	humidade, succa e a curva de variações da condutividade hidráulica com a succa ou com o teor de humidade; usando modelo já testado por outros autores	99
6.2.2	Resolução da equação da equação do movimento vertical da água no solo.....		100
6.2.3	Os parâmetros da equação de infiltração utilizada.....		108
6.2.4	Resultados.....		109
6.3	Bacia do rio Xarrama em Torrão.....	Foram assumidos	119
6.3.1	Caracterização hidrodinâmica.....	mo. de parâmetros físicos e	119
6.3.2	Resolução da equação do movimento vertical da água no solo.....	usados os métodos de Runge-Kutta e	121
6.3.3	Os parâmetros da equação de infiltração utilizada.....	ambos os casos	124
6.3.4	Resultados.....		124

6.4 Sensibilidade da função-objectivo.....	138
6.5 Conclusões.....	141
7. CONCLUSÃO.....	142
ANEXOS.....	144
BIBLIOGRAFIA.....	185

Concluindo pela melhoria
do modelo após as alterações intro-
duzidas

INDICE DE FIGURAS

2.1 - Exemplo de um sistema hidrológico [Dooge (1973)].....	5
2.2 - Fases da construção de um modelo matemático de simulação [Hillel (1977)].....	9
2.3 - Diagrama de compromisso da modelação matemática [Overton e Meadows (1973)].....	11
3.1 - Exemplos de reservatórios com as respectivas leis de descarga [Roche (1970)].....	13
3.2 - Representação esquemática do modelo CREC.....	17
3.3 - Exemplificação da trajectória de Rosebrock.....	31
3.4 - Fluxograma do algoritmo de Rosebrock.....	34
3.6 - Esquema da estruturação do programa CREC.....	36
4.1 - Bacia do rio Simonte, em Louçainha.....	39
4.2 - Bacia do rio Xarrama, em Torrão.....	40
4.3 - Variação da percentagem da precipitação que contribui para os escoamentos rápido e lento em função do nível de S.....	53
4.4 - Variação de escoamento do reservatório H para diferentes níveis de água.....	54
4.5 - Escoamento a partir do reservatório H em período de não realimentação.....	54
4.6 - Balanço hidrico relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1968/69 na bacia do rio Simonte em Louçainha.....	56
4.7 - Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC (6 páginas).....	58
4.8 - Variação da percentagem de precipitação que contribui para os escoamentos rápido e lento em função do nível de S.....	65

4.9 - Balanço hídrico relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1965/66 na bacia do rio Xarrama em Torrão.....	66
4.10 - Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC (6 páginas).....	68
5.1 - Razão entre a Evapotranspiração real e a evapotranspiração potencial para diferentes níveis de humidade do solo [Saxton e Lenz (1967)].....	77
5.2 - Evolução da razão $\frac{ETR}{ETP}$ do modelo em função do nível do reservatório S.....	81
5.3 - Evolução da razão $\frac{ETR}{ETP}$ proposta em função do nível do reservatório S.....	81
5.4 - Função de infiltração proposta.....	82
5.5 - Esquema da malha adoptada na discretização para diferenças finitas.....	89
5.6 - Esquema da estruturação do programa de cálculo utilizado..	97
6.1 - Curva $\psi(\theta)$ para a camada superficial do solo ensaiado (Qx)	101
6.2 - Exemplo dos resultados obtidos numa etapa do cálculo da equação do movimento vertical da água no solo (Qx).....	103
6.3 - Perfis de humidade (Solo Qx) para as condições $\theta_i = 0.32$ e $I_p = 8K_s$	104
6.4 - Taxas de infiltração para diferentes níveis de humidade inicial do solo (Qx) e $I_p = 4K_s$	105
6.5 - Taxas de infiltração para diferentes níveis de humidade inicial do solo (Qx) e $I_p = 8K_s$	106
6.6 - Taxas de infiltração relativas (f/K_s) em função do volume total infiltrado, para diferentes valores de intensidade de precipitação e de humidade inicial do solo (Qx).....	107

6.7 - Balanço hídrico relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1968/69 na bacia do rio Simonte em Louçainha (modelo CREC modificado).....	108
6.8 - Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC modificado (6 páginas).....	112
6.9 - Curva $\Psi(\theta)$ para a camada superficial do solo ensaiado (Pmg).....	120
6.10 - Exemplo dos resultados obtidos numa etapa do cálculo da equação do movimento vertical da água no solo (Pmg).....	122
6.11 - Perfis de humidade (Solo Pmg) para as condições $\theta_i = 0.18$ e $I_p = 8K_s$	123
6.12 - Taxas de infiltração para diferentes níveis de humidade inicial do solo (Pmg) e $I_p = 4K_s$	125
6.13 - Taxas de infiltração para diferentes níveis de humidade inicial do solo (Pmg) $I_p = 8K_s$	126
6.14 - Taxas de infiltração para diferentes níveis de humidade inicial do solo (Pmg) e $I_p = 12K_s$	127
6.15 - Taxas de infiltração relativas (f/K_s) em função do volume total infiltrado, para diferentes valores de intensidade de precipitação e de humidade inicial do solo (Pmg).....	128
6.16 - Balanço hídrico relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1965/66 na bacia do rio Xarrama em Torrão (modelo CREC modificado).....	131
6.17 - Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC modificado (6 páginas).....	132

6.18 - Sensibilidade da função-objectivo na vizinhança do óptimo (modelo CREC).....	139
6.19 - Sensibilidade da função-objectivo na vizinhança do óptimo (modelo CREC modificado).....	140

ÍNDICE DE QUADROS

3.1 - Valores dos parâmetros e respectivo campo de variação.....	24
4.1 - Características das bacias hidrográficas.....	41
4.2 - Postos Udométricos. Localização, Áreas de Influência e período de recolha de dados.....	43
4.3 - Estações hidrométricas. Localização e Período de recolha de dados.....	44
4.4 - Precipitação e Escoamento para a bacia do Rio Simonte.....	45
4.5 - Precipitação e escoamento para a bacia do Rio Xarrama.....	46
4.6 - Estação meteorológica de Coimbra: Temperaturas médias mensais e Insolação média mensal.....	47
4.7 - Estação meteorológica de Évora: Temperaturas médias mensais e Insolação média mensal.....	48
4.8 - Radiação solar mensal média no topo da atmosfera e evapotranspiração potencial mensal, para a estação meteorológica de Coimbra e Évora.....	49
4.9 - Valores iniciais dos parâmetros.....	50
4.10 - Rio Simonte em Louçainha, Resultados da optimização.....	52
4.11 - Rio Simonte em Louçainha. Precipitação e escoamento anuais observados. Coeficiente de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados. Erro entre os escoamentos anuais simulados e observados...	57
4.12 - Rio Xarrama em Torrão. Resultados da optimização.....	67
4.13 - Rio Xarrama em Torrão. Precipitação e escoamento anuais observados. Coeficiente de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados. Erro entre os escoamentos anuais simulados e observados...	74

5.1 - Incrementos de profundidade usados no esquema de diferenças finitas.....	96
6.1 - Análise do horizonte A ₁ do solo Qx ensaiado.....	100
6.2 - Valores da intensidade de precipitação relativa e da humidade inicial.....	102
6.3 - Rio Simonte em Louçainha. Resultados da otimização com o modelo CREC modificado.....	110
6.4 - Rio Simonte em Louçainha. Precipitação e escoamentos anuais observados. Coeficientes de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados. Erro entre os escoamentos anuais simulados e observados (modelo CREC modificado).....	118
6.5 - Análise do horizonte A ₁ do solo Pmg ensaiado.....	119
6.6 - Valores da intensidade de precipitação relativa e da humidade inicial.....	121
6.7 - Rio Xarrama em Torrão. Resultados da otimização com o modelo CREC modificado.....	129
6.8 - Rio Xarrama em Torrão. Precipitação e escoamentos anuais observados. Coeficiente de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados. Erro entre os escoamentos anuais simulados e observados. (modelo CREC modificado).....	130

1. INTRODUÇÃO

A intensificação crescente a que assistimos no uso da água conduziu, numa perspectiva dum desenvolvimento económico-social harmónico e equilibrado, e sem especial quando se dispõe de escassos dados como sucede em muitas das pequenas bacias hidrográficas, à utilização da simulação com modelos matemáticos como valioso meio de fazer predições acerca dos efeitos das diferentes alterações ambientais, quer na quantidade, quer na qualidade das águas disponíveis.

É neste contexto que se pode inserir o trabalho que se apresenta como dissertação de doutoramento.

No Capítulo 2, Princípios Fundamentais na Modelação de Sistemas Hidrológicos apresenta-se a bacia hidrográfica como sistema hidrológico e aborda-se a classificação e a escolha dos modelos matemáticos de simulação, bem como as fases da sua construção.

No Capítulo 3, O Modelo CREC, descreve-se o modelo elaborado no "Centre de Recherches et d'Études de Chatou", detalhando as suas componentes de produção e de transferência. Enumeram-se os diferentes parâmetros intervenientes e descrevem-se as entradas e saídas do modelo, bem como a metodologia seguida na optimização dos ajustamentos.

No Capítulo 4, Aplicação do Modelo CREC, descrevem-se as bacias hidrográficas às quais se aplicou o modelo e apresentam-se os resultados da simulação obtidos com os valores dos parâmetros optimizados.

No Capítulo 5, Modificações Introduzidas no Modelo CREC, descrevem-se as alterações operados no modelo e situadas no cálculo da evapotranspiração real e da infiltração. Em relação a esta última

retalha-se a resolução da equação do movimento vertical da água no solo.

No Capítulo 6, Aplicação do Modelo CREC Modificado, procura-se uma caracterização hidrodinâmica representativa para as bacias estudadas e resolve-se a equação do movimento vertical de água no solo para as diferentes intensidades de precipitação e diferentes valores da humidade inicial. Analisando os resultados obtidos, estimam-se os parâmetros da equação de infiltração utilizada. Finalmente apresentam-se os resultados da simulação obtidos com os parâmetros depois de otimizados.

Finalmente no Capítulo 7, Conclusão, resumem-se as conclusões deste trabalho e apontam-se caminhos para investigações futuras.

2. PRINCIPIOS FUNDAMENTAIS NA MODELAÇÃO DE SISTEMAS HIDROLOGICOS

2.1 Introdução

O progresso tecnológico que se regista dia a dia nos computadores digitais, onde a capacidade de memória e a velocidade de processamento são cada vez maiores e, portanto, menos limitantes, trouxe consigo alterações profundas em todas as actividades humanas. Daí que a Hidrologia, ciência acentuadamente interdisciplinar, não ficasse insensível a esta evolução mas, pelo contrário, tenha aperfeiçoado metodologias, com utilização de novos modelos matemáticos, instrumentos da maior utilidade na acção de tomada de decisões no âmbito do planeamento e utilização correcta de recursos hídricos.

Pode dizer-se que foi nas duas últimas décadas que se iniciou a idade moderna na história da hidrologia (Dooge, 1984). De facto, a utilização de radares, satélites meteorológicos e a teletransmissão das medições permitiram uma melhoria notável no domínio da observação dos fenómenos e da aquisição de dados, primeira etapa que o homem necessita vencer para controlar qualquer componente do meio ambiente, neste caso a água. A observação segue-se a compreensão, a predição e finalmente o controlo. O avanço na compreensão e na predição dos fenómenos hidrológicos é consequência da melhor tecnologia em que se apoia a construção de modelos matemáticos de simulação, só possível graças aos aperfeiçoamentos registados nos domínios da Análise Numérica e da Informatica.

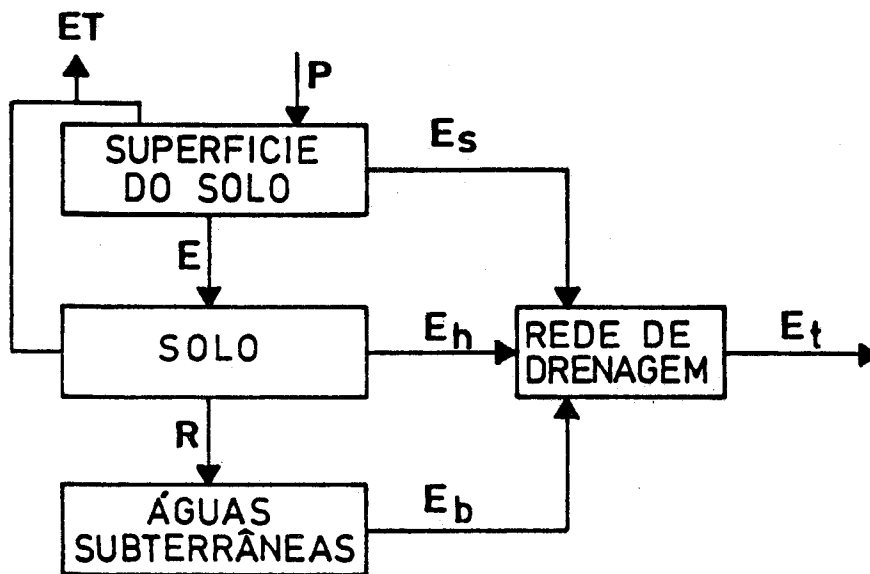
2.2. O sistema hidrológico

Dooge (1973) define sistema como uma estrutura, dispositivo, esquema ou processo, real ou abstracto, que interliga, num dado tempo de referência, uma entrada, causa ou estímulo de matéria, energia ou informação e uma saída, efeito ou resposta, de informação, energia ou matéria. Um sistema é composto por sub-sistemas e estes, por sua vez, podem apresentar diversos componentes.

Se conhecemos o sistema e a saída e pretendemos determinar a entrada, estamos perante um problema de detecção. Se o sistema e a entrada são conhecidos e se pretende calcular a saída, o problema diz-se de predição. Quando a entrada e a saída são conhecidas e pretendemos determinar as relações funcionais que constituem o sistema, o problema diz-se de identificação.

Neste contexto podemos considerar a bacia hidrográfica como um sistema hidrológico onde os diversos sub-sistemas sectorizam a fase terrestre do ciclo hidrológico, como esquematicamente se indica na Fig. 2.1, adaptada de Dooge (1973).

No presente trabalho o sistema hidrológico terá como entradas a precipitação e a evapotranspiração potencial e como saída principal o escoamento total. Os diversos armazenamentos de água são as componentes do sistema onde os diferentes processos hidrológicos intervenientes estabelecem a ligação entre si.



ET—Evapotranspiração E_h —Escoamento Hipodérmico
P —Precipitação E_b —Escoamento de Base
 E_s —Escoamento Superficial E_t —Escoamento Total

Fig. 2.1. Exemplo de um sistema hidrológico [Dooge (1973)]

2.3. Os modelos matemáticos em hidrologia

Qualquer sistema, e em particular os hidrológicos, é demasiado complexo para que o possamos compreender na sua plenitude. Assim, e porque geralmente apenas nos interessa estudar um problema muito específico, somos obrigados a imaginar o sistema de uma forma mais simples do que ele é na realidade, considerando apenas os seus aspectos mais relevantes. É a esta versão simplificada da realidade que chamamos modelo.

A classificação dos modelos é feita sempre em relação a determinados critérios. Sucede porém que assistimos hoje a uma certa proliferação de esquemas classificativos, onde os atributos nem sempre formam partições do universo hidrológico. Preferimos assim classificar os modelos matemáticos quanto à natureza dos dados e quanto ao conhecimento da estrutura do sistema (Dooge, 1984).

Quanto à natureza dos dados podemos classificar os modelos, tal como o faz Hipólito (1985) em: probabilísticos, determinísticos e estocásticos.

Nos modelos probabilísticos não se produzem relações de causalidade, incidindo a análise dos processos apenas no domínio da distribuição das frequências de ocorrência. Nos modelos determinísticos todas as relações matemáticas traduzem um conceito de causa - efeito, sem explicitação de qualquer componente aleatória. Nos modelos estocásticos consideram-se quer relações de causa - efeito, quer do tipo aleatório.

Quanto ao conhecimento da estrutura do sistema podemos classificar os modelos em: teóricos, conceptuais, de regressão e "black-box".

Nos modelos do tipo "black-box" tenta-se caracterizar matematicamente a operação do sistema hidrológico na base dos elementos de entrada e de saída do sistema, sem qualquer conhecimento das leis físicas envolvidas.

Nos modelos de regressão constata-se a correspondência estatística entre as variáveis.

Nos modelos conceptuais assume-se uma determinada estrutura para a operação do sistema e optimizam-se os parâmetros na base dos valores conhecidos para a entrada e saída do sistema. Nos modelos

teóricos recorre-se ao apoio de uma teoria física mais complexa, capaz de melhorar o conhecimento dos fenómenos envolvidos. Verifica-se pois que o modelo conceptual é como que um arranjo de um pequeno número de elementos, cada um dos quais é por sua vez a simulação de dado processo hidrológico.

técico

Com a construção de um modelo de um sistema hidrológico pode ganhar-se um melhor conhecimento sobre o funcionamento do sistema, predizendo respostas hidrológicas a alterações como a urbanização, a intensificação cultural, diferentes utilizações da terra, variações climáticas, etc..

Klemeš (1986), chamando a atenção para a filosofia geral da modelação hidrológica, aponta dois tipos distintos de modelos:

- aqueles cujas saídas são adequadas para o planeamento, projecto e decisões operacionais, embora exteriores à hidrologia, e
- aqueles que, por pesquisa, permitem alcançar um melhor conhecimento dos processos hidrológicos e portanto já de incidência no âmbito da própria ciência hidrológica.

2.4. A construção de um modelo matemático de simulação

A simulação é uma técnica numérica para conduzir experiências hipotéticas em modelos matemáticos que descrevem o comportamento quantitativo de sistemas dinâmicos.

Como desenvolvimento tecnológico dos computadores os modelos de simulação aplicados à Hidrologia sofreram notável expansão. A descrição cronológica destes modelos encontra-se em múltiplas obras,

como por exemplo em Fleming (1975). Contudo, destacamos os trabalhos iniciados em 1959 na Universidade de Stanford e que permitiram a Crawford e Linsley a criação do "Stanford Watershed model" e os estudos do U.S. Army Corp of Engineers que conduziram Rockwood à publicação do modelo SSARR.

A construção de um modelo matemático de simulação é uma tarefa complexa. Na Fig. 2.2 apresentamos um fluxograma, adaptado de Hillel (1977), onde se esquematizam as fases de construção de um modelo de simulação. Julgamos que ele torna também evidente a natureza heurística e iterativa da modelação matemática.

Os parâmetros das funções dos diversos subsistemas dos modelos conceptuais só raramente são determinados à priori de forma precisa. Assim, é necessário encontrar um conjunto de parâmetros do modelo que optimizem um critério de desvio entre a série de valores observados e a série de valores calculados. A formulação do critério é um factor a atender ao nível da natureza dos resultados. Diskin e Simon (1977) publicaram um interessante estudo sobre a aplicação de diferentes funções-objectivo, concluindo que a escolha de tais funções dependerá muito da natureza do problema a resolver.

Uma vez o modelo calibrado ou ajustado, há que validá-lo e proceder a uma análise de sensibilidade às variações nos diferentes parâmetros. Para tal conservam-se constantes todos os parâmetros à excepção de um que é perturbado de forma a poder examinar-se a variação na função-objectivo.

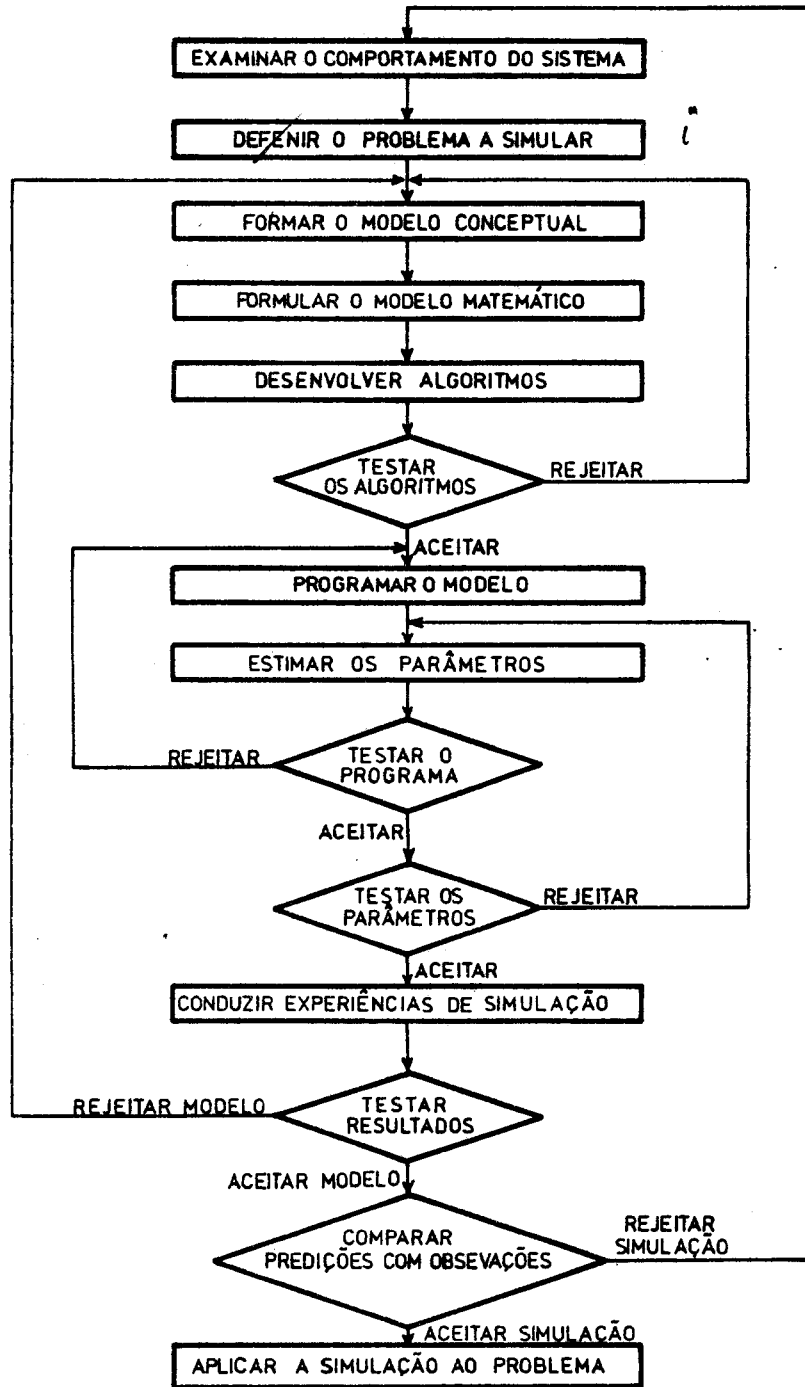


Fig. 2.2. Fases da construção de um modelo matemático de simulação

[Hillel (1977)]

2.5. A escolha de um modelo

Dada a grande quantidade de modelos hidrológicos existentes, põe-se muitas vezes o problema da escolha de um modelo. É evidente que esta depende muito da natureza do problema a resolver.

Dawdy e Lichty (1968) sugerem critérios a atender na escolha entre modelos alternativos, nomeadamente:

- 1 - precisão da predição
- 2 - simplicidade do modelo
- 3 - consistência das estimativas dos parâmetros
- 4 - sensibilidade dos resultados às alterações nos valores dos parâmetros

Com um modelo simulando o sistema com bastante complexidade matemática, correr-se-á um menor risco de não o representar, mas a dificuldade na obtenção de uma solução será maior. Mais dados serão precisos, maior trabalho de programação e computação será exigido e o custo do modelo será inevitavelmente maior. Inversamente, simplificando demasiado o modelo, o risco de não representar o sistema será maior mas já será mais fácil obter uma solução.

Vê-se assim que existe como que um compromisso a que deveremos atender, como muito sugestivamente Overton e Meadows (1973) traduziram num diagrama que reproduzimos na Fig. 2.3.

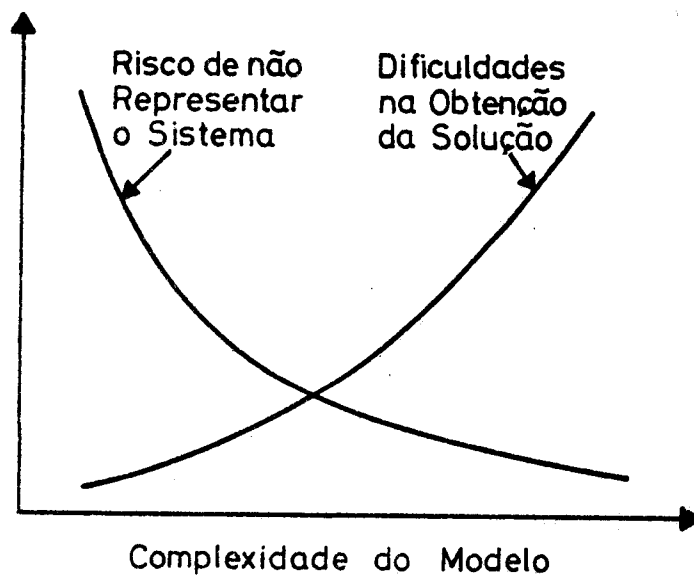


Fig. 2.3 Diagrama de compromisso da modelação matemática
[Overton e Meadows (1973)]

2.6. Conclusões

Neste capítulo abordámos de forma resumida conceitos indispensáveis ao bom enquadramento dos capítulos seguintes.

Assim apresentámos o conceito de sistema indicando a bacia hidrográfica como exemplo de um sistema hidrológico.

Introduzimos a noção de modelo e passamos em revista, sob a forma de fluxograma, as diferentes etapas da construção de um modelo matemático de simulação.

Por fim apontámos para as vantagens e inconvenientes da escolha de um modelo de complexidade crescente, a par da indicação de critérios a atender na escolha de modelos alternativos.

3. O MODELO CREC

(Centro de Pesquisas e Estudos do Cratou)

3.1. Introdução

Nos modelos de reservatórios a fase terrestre do ciclo hidrológico é interpretada de forma a que as diferentes zonas do solo se comportem como reservatórios de água que se enchem segundo determinada lei, condicionada pela parte do sistema a montante e que se esvaziam segundo leis dependentes da sua própria constituição, do seu grau de enchimento e, por vezes, das reservas situadas a jusante. A entrada nestes reservatórios pode ser a precipitação ou a saída de um reservatório precedente.

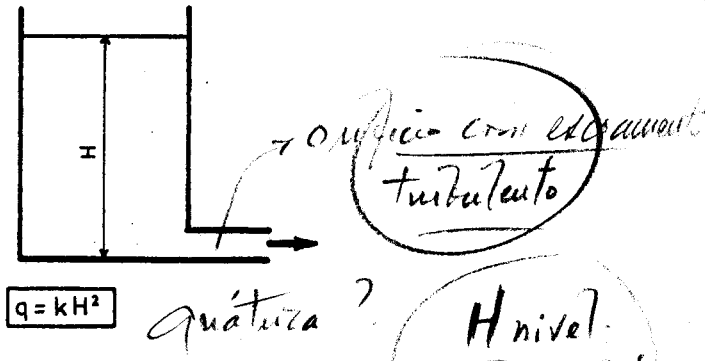
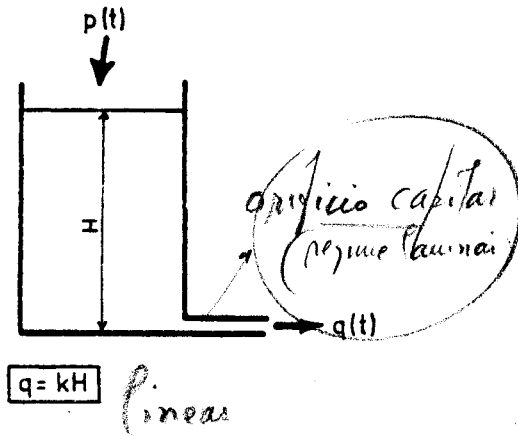
Um modelo pode constar de um ou mais reservatórios, em série (cascata) ou em paralelo, lineares ou não. Na fig. 3.1 extraída de Roche (1970), apresentamos exemplos de reservatórios utilizados nos modelos de precipitação - escoamento, com as respectivas leis de descarga.

O conceito de reservatório linear foi aplicado por Zoch, em 1934, ao analisar as relações da precipitação com o escoamento. Mais tarde, em 1957, Nash propôs um modelo conceptual considerando a bacia de drenagem como vários reservatórios iguais, ligados em série. Mas podemos dizer que os modelos de reservatórios, como modelos de conversão da precipitação em escoamento tiveram a sua primeira aplicação com Linsley e Crawford, no modelo de Standford.

O objectivo do modelo que vamos descrever, modelo CREC, é a determinação da série cronológica de caudais, numa secção de um curso de água, com base na precipitação e na evapotranspiração na bacia que o alimenta e também na movimentação da água sobre a sua

$$Q = k h^\alpha$$

$\alpha = 1$ laminar
 $= 0,5$ turbulento



H nível
 q caudal de descarga

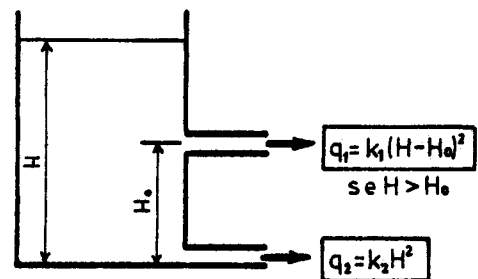
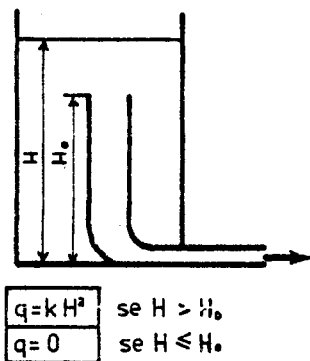
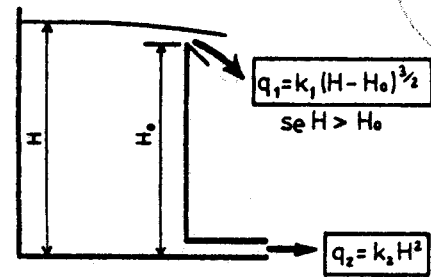
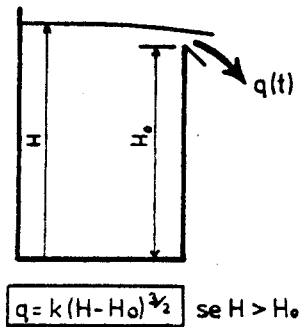


Fig 3.1 - Exemplos de reservatórios com as respectivas leis de descarga [Roche (1970)]

superfície e abaixo desta.

Parte-se da equação do balanço hidrológico num dado intervalo de tempo, neste caso o dia:

$$P - ET - Q_t = \Delta S$$

onde se representa por:

P - a precipitação

ET - a evapotranspiração

Q_t - o escoamento total

ΔS - a variação do volume de água armazenada na bacia

sendo todas as grandezas expressas na mesma unidade, geralmente em milímetros.

A precipitação e a evapotranspiração potencial são dados a fornecer ao modelo e constituem as variáveis de entrada do sistema. O escoamento, ou o caudal médio que dele se obtém, é o resultado da simulação e constitui a variável de saída do sistema. A variação do volume de água armazenada na bacia num dado dia é calculada com base no volume existente no dia anterior, nas variáveis de entrada e nos movimentos da água à superfície ou abaixo dela, quantificados por expressões conceptuais onde intervêm parâmetros a determinar.

3.2. Descrição do modelo

3.2.1. Generalidades

O modelo matemático com que trabalhamos foi o modelo CREC (Centre de Recherches et d'études de Chatou), elaborado em 1969 por

um grupo de investigadores dirigidos por Y. Cormary, na Universidade de Montpellier (Cormary e Guilbot, 1969).

Trata-se de um modelo conceptual de três reservatórios que põe em jogo, segundo um esquema estabelecido, os diferentes processos intervenientes no escoamento de uma bacia de drenagem.

O primeiro reservatório S, superficial, cujo nível tem em conta a humidade do solo, alimenta a evapotranspiração. é ele também que permite calcular a chuva eficaz, designação que no modelo se refere à chuva disponível para o escoamento que irá alimentar os reservatórios H, hipodérmico, e G, subterrâneo. O esvaziamento do reservatório H produz um escoamento rápido enquanto que o do reservatório G origina um escoamento lento. é também este reservatório S que controla a redução da evapotranspiração potencial.

isso indica o escoamento de superfície?

real?

Os reservatórios H e G representam respectivamente a zona insaturada e a zona saturada do perfil do solo. O reservatório H tem várias funções. é em relação ao teor em água deste reservatório que se define a fracção da precipitação que participará nos escoamentos hipodérmico e de base.

Os reservatórios H e G simulam o escoamento por esvaziamento em paralelo. Uma parte do escoamento da bacia pode resultar da fracção da precipitação que é escoada superficialmente, desde que a intensidade da chuvada ultrapasse determinado valor crítico.

O conjunto de operações efectuadas no modelo comporta duas partes essenciais:

- a primeira calcula a fracção da precipitação que participará nos escoamentos hipodérmico e de base (parte de produção)
- a segunda reparte esta chuva eficaz pelos reservatórios H e G.

e calcula... pag. seguinte



e calcula os respectivos esvaziamentos ao nível diário (parte de transferência).

Na fig. 3.2. apresentamos um esquema do modelo CREC. Os símbolos nela utilizados têm o seguinte significado.

- P_j chuva diária
- I_j infiltração potencial diária
- E_j chuva diária infiltrada *em mm*
- ΔS_j alimentação diária do reservatório S
- ETR_j evapotranspiração real diária
- ETP_j evapotranspiração potencial diária
- S_j, S_{j-1} níveis do reservatório S em dias consecutivos
- H_j, H_{j-1} níveis do reservatório H em dias consecutivos
- G_j, G_{j-1} níveis do reservatório G em dias consecutivos
- ΔH_j alimentação diária do reservatório H
- ΔG_j alimentação diária do reservatório G
- Q^S_j escoamento diário devido ao escoamento superficial
- Q^H_j escoamento diário hipodérmico
- Q^B_j escoamento diário de base
- X_i ($i = 1, \dots, 11$) parâmetros do modelo

dimensões

Volume ou caudal

Nas expressões analíticas das diferentes funções que caracterizam as partes de produção e de transferência do modelo aparecem parâmetros que serão determinados numericamente por processos de optimização, não lineares, segundo o método de Rosenbrock, descrito em 3.5.

3.2.2. A componente de produção no modelo

Designando a precipitação caída em determinado dia por P_j e a

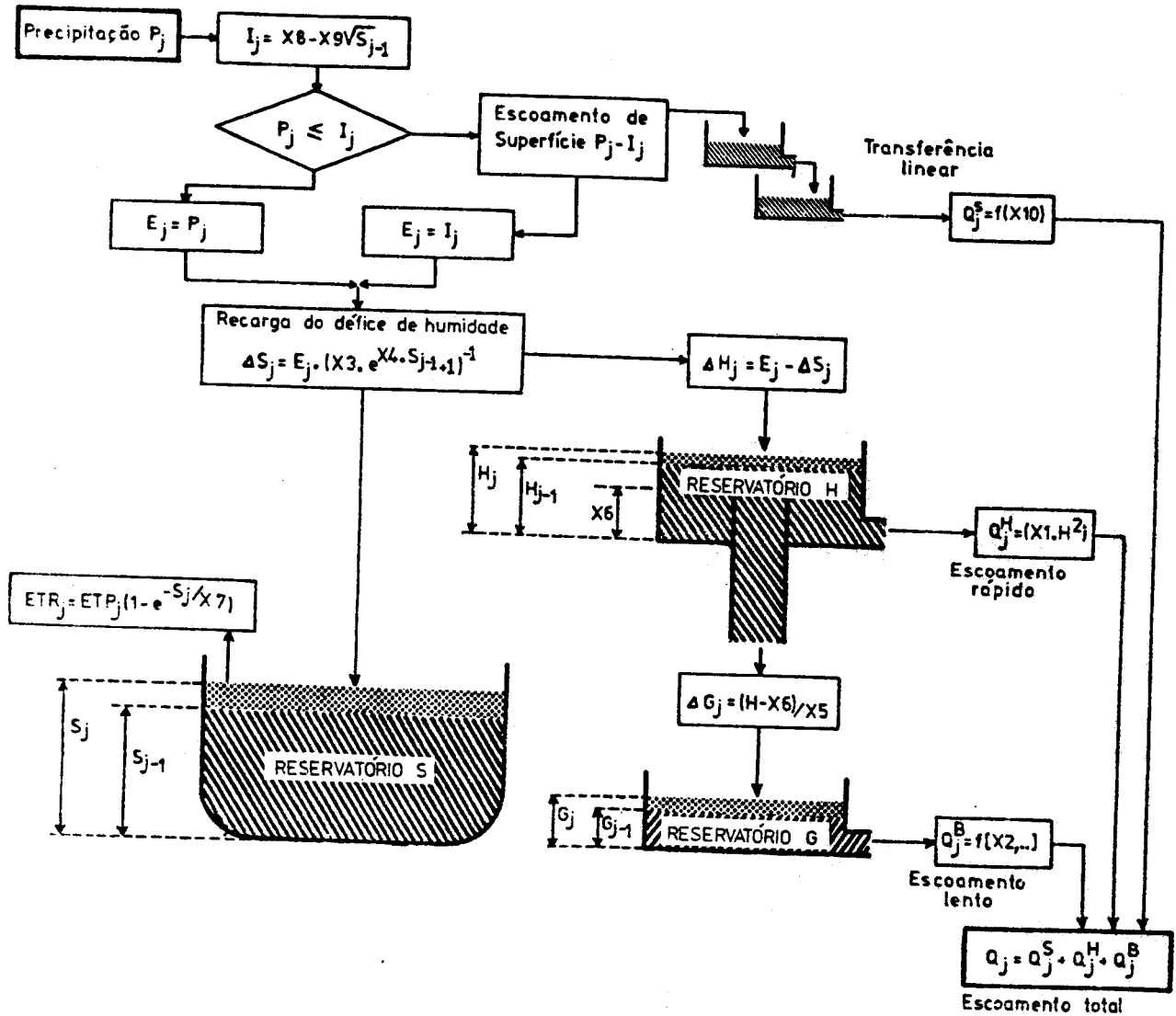


Fig. 3.2. - Representação esquemática do modelo CREC

do dia anterior por P_{j-1} , a quantidade de água precipitada disponível no j - ésimo dia, PD_j , será calculada por:

$$PD_j = P_{j-1} \cdot X_{11} + P_j (1 - X_{11}) \quad \text{Pergunta? vá pag. 26} \quad (3.1)$$

Determina-se uma infiltração potencial para o reservatório S, em função do nível de enchimento deste reservatório:

$$I_j = X_8 - X_9 \cdot \sqrt{S_{j-1}} \quad (3.2)$$

Esta infiltração permite definir um escoamento superficial

ES_j: em mm?

$$ES_j = PD_j - I_j \quad (3.3)$$

A quantidade infiltrada E_j , igual a I_j ou a PD_j conforme a precipitação for ou não superior a I_j , vai ser repartida pelos reservatórios S e H, em função do nível de enchimento do reservatório S e segundo uma lei exponencial. A quantidade de água que passa para S é dada por:

Quantidade de água que passa para S:

$$\Delta S_j = \frac{E_j}{1 + X_3 \cdot e^{X_4 \cdot S_{j-1}}} \quad (3.4)$$

e a que passa para H é:

$$\Delta H_j = E_j - \Delta S_j \quad (3.5)$$

Neste modelo, como já fizemos notar, chama-se chuva eficaz à quantidade ΔH_j .

A parte considerada de produção é completada pela evapotranspiração. Assim, o nível do reservatório S é diminuído em cada acréscimo de tempo, de um valor representativo da evapotranspiração real, calculado a partir da evapotranspiração potencial e tendo em consideração o estado hídrico do solo, de acordo com:

$$ETR_j = ETP_j (1 - e^{-S_j/\lambda_7}) \quad (3.6)$$

Temos pois para cada dia um novo valor para o nível do reservatório S_j :

$$S_{j+1} = S_j + \Delta S_j - ETR_j \quad (3.7)$$

3.2.3. A componente de transferência no modelo

O hidrograma observado à saída da bacia é formado por:

- escoamento de superfície
- escoamento hipodérmico
- escoamento de base

O escoamento de superfície é transferido por passagem num ou

ES_j ?
em mm?

inclui armazenamento S e caudal Q.

propagação do escoamento superficial

dois (para o caso das grandes bacias) reservatórios lineares. Vejamos como se faz esta propagação.

Sejam:

\overline{ES} : o escoamento superficial médio $[L^3T^{-1}]$

S_{j+1} : o volume armazenado no fim do dia $[L^3]$

S_j : o volume armazenado no início do dia $[L^3]$

Q_j : o caudal no início do dia $[L^3T^{-1}]$

Q_{j+1} : o caudal no final desse dia $[L^3T^{-1}]$

diário?

nao e o Qj (pag. 16)

na pag. 16 Sj e o nido?

que Qj e Qj+1 pag. 16

A equação de continuidade permite-nos escrever numa forma discretizada:

$$\overline{ES} = \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} + \frac{S_{j+1} - S_j}{\Delta t}$$

$\Delta t = 24 \text{ hrs.}$

Ora sendo o volume armazenado uma função linear da descarga, teremos:

porque?

$S = m Q$, sendo m uma constante $[T]$

donde, por substituição virá:

$$\overline{ES} = \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} + \frac{mQ_{j+1} - mQ_j}{\Delta t}$$

$$\overline{ES} = \frac{\Delta t Q_j + \Delta t Q_{j+1} + 2mQ_{j+1} - 2mQ_j}{2\Delta t}$$

$$\Delta G = \frac{H - X_6}{X_5} \quad (3.10)$$

Por fim, o reservatório 6 actua como um reservatório linear, cujo esvaziamento se dá de acordo com a expressão:

$$Q_{j+1} = X_2 \cdot Q_j + (1 - X_2) \Delta G_j \quad (3.11)$$

que é semelhante a uma lei de esgotamento mas que toma também em consideração o estado de enchimento do reservatório.

De facto, se atendermos à lei de esgotamento:

$$Q_j = Q_0 e^{-\alpha \cdot j}$$

podemos escrever.

$$Q_{j+1} = Q_0 e^{-\alpha(j+1)}$$

$$Q_{j+1} = Q_j e^{-\alpha}$$

donde $X_2 = e^{-\alpha}$ ou seja, $\alpha = -\log X_2$

O integral $\int_0^{\infty} Q_0 e^{-\alpha t} dt = \frac{Q_0}{\alpha}$ dá uma ordem de ideias da grandeza do volume de água armazenada nas reservas subterrâneas da bacia no instante $t=0$ escolhido como origem.

O termo suplementar da expressão de esvaziamento do reservatório 6, isto é, $(1 - X_2) \cdot \Delta G$, tem por objectivo tomar em consideração os acréscimos de água em período de chuva o que permite

ideia que já está contida na lei de esgotamento.

ingue

mas é evidente

9
par. 16
Q_{j+1} = Q_j + ΔG_j

utilizar a expressão quer em períodos secos, quer em períodos húmidos.

3.2.4. Os parâmetros do modelo

Os valores iniciais dos diferentes parâmetros são determinados pelo conhecimento adquirido com a utilização do modelo em diferentes bacias. Contudo estes valores iniciais apenas interferem na velocidade de convergência quando se procede à calibração automática.

No quadro 3.1 indicamos os valores iniciais dos parâmetros aconselhados pelos autores do modelo e as limitações ao seu campo de variação.

3.2.4.1. Parâmetro X_1

$$Q_H = (X_1 H)^2$$

O parâmetro X_1 intervém no esvaziamento do reservatório H (escoamento rápido). Quando X_1 for igual à unidade toda a quantidade de água contida nesse reservatório é escoada imediatamente conforme expressão (3.9).

3.2.4.2. Parâmetro X_2

O parâmetro X_2 determina o escoamento lento. Quanto mais perto se situar da unidade mais o escoamento de um dia se assemelha ao escoamento da véspera. Se for igual à unidade será nula a capacidade do reservatório G. Quanto mais se aproximar de zero tanto mais rápido será o escoamento, explicitado em (3.11).

mat estatísticos
inferior (inf. II.)
superior (superat. S)

Ordem do Parâmetro i	Valor inicial X_i	Limite inferior de variação do parâmetro XI_i	Limite Superior de variação do parâmetro XS_i
1	0.073	0.001	0.9999
2	0.97	0.5	0.9999
3.	0.03	0.001	0.9999
4	0.03	0.001	0.9999
5	20.0	1.0	50.0
6	1.0	0.001	50.0
7	5.0	0.001	150.0
8	120.0	0.001	200.0
9	0.1	0.001	200.0
10	0.0	0.001	0.9999
11	0.1	0.001	0.9999

Quadro 3.1. Valores dos parâmetros e respectivo campo de variação

3.2.4.3. Parâmetros X_3 e X_4

Os parâmetros X_3 e X_4 intervêm no cálculo da quantidade de água que vai recarregar o reservatório S, de acordo com a expressão (3.4).

3.2.4.4. Parâmetros X_5 e X_6

O parâmetro X_5 determina a quantidade de água do reservatório H que vai percolar para o reservatório G, a partir de um certo nível dado pelo parâmetro X_6 . Conforme se pode constatar pela expressão (3.10), X_5 só intervém quando o nível H for superior a X_6 . Por outro lado, quanto mais pequeno for X_5 mais importante será a transferência de H para G. Se X_5 igualar a unidade a quantidade de água que ultrapassar o nível H_0 , definido por X_6 , percolará em G na totalidade.

3.2.4.5. Parâmetro X_7

O parâmetro X_7 intervém no cálculo da evapotranspiração real, segundo (3.6).

3.2.4.6. Parâmetros X_8 e X_9

Estes parâmetros intervêm no cálculo da infiltrabilidade, cujo cálculo se faz de acordo com (3.2).



3.2.4.7. Parâmetro X_{10}

Este parâmetro intervém na transferência do escoamento superficial e equivale ao valor de m na expressão (3.8).

3.2.4.8. Parâmetro X_{11}

O parâmetro X_{11} influencia o atraso na resposta da bacia à chuvada de determinado dia. De facto, analisando a expressão (3.1) concluimos que se X_{11} for nulo, o atraso será inexistente, mas se X_{11} igualar a unidade a precipitação de determinado dia só será utilizada no dia seguinte.

3.2.5. A função objectivo utilizada

Partindo dos valores iniciais escolhidos, procuramos otimizar uma função-objectivo que tome em consideração os caudais observados e os caudais simulados, a fim de minimizar os seus desvios.

A função-critério utilizada, F_0 , é uma soma de desvios absolutos, ponderados pelos desvios relativos dos valores observados em relação ao débito médio, também em módulo.

$$\frac{1}{N} \sum \frac{|Q_{iobs} - Q_{ical}| \times |Q_{iobs} - Q_{med}|}{Q_{med}}$$

Porém, para pequenas bacias, os autores do modelo aconselham a utilização da seguinte função-objectivo:

$$\frac{1}{N} \sum \frac{|Q_{\text{obs}} - Q_{\text{cal}}|}{Q_{\text{obs}}} \times \frac{|Q_{\text{obs}} - Q_{\text{med}}|}{Q_{\text{med}}}$$

onde se indica por:

N - o número de anos do período de calibração

Q_{obs} - o caudal diário observado

Q_{cal} - o caudal diário calculado

Q_{med} - o caudal médio do período de calibração

3.3. As entradas e saídas do modelo

3.3.1. Precipitação

Os dados de precipitação diária a fornecer ao modelo são os representativos da precipitação na bacia.

Como os valores da quantidade de precipitação diária que constam das publicações oficiais se referem ao intervalo de tempo decorrido das nove horas de um dia às nove horas do dia seguinte atribuídas a este último dia, há que sincronizar estes valores com os do caudal médio diário, já que estes se referem ao intervalo de tempo decorrido entre as 0 e as 24 horas de um dado dia. Assim e de acordo com a correcção introduzida por Hipólito (1985) considerando uma distribuição diária uniforme, teremos:

$$P_j = \frac{3}{8} P_{1j} + \frac{5}{8} P_{1j+1} \quad (3.13)$$

onde se indica por:

P_j a precipitação diária corrigida para o j - ésimo dia.

Pl_j a precipitação publicada para o j - ésimo dia

Pl_{j+1} a precipitação publicada para o $j+1$ - ésimo dia

3.3.2. Evapotranspiração potencial

Outro dado de entrada a fornecer ao modelo é a evapotranspiração potencial diária. Utilizámos o método de Turc (1961) para o cálculo das quantidades mensais da evapotranspiração potencial. De acordo com este método teremos:

$$ETP = 0,40 \cdot \frac{t}{t+15} \cdot (I_g + 50) \quad (3.14)$$

com

ETP = evapotranspiração potencial mensal (mm)

t = temperatura média mensal do ar ($^{\circ}C$)

I_g = radiação global média diária durante o mês em
 $cal.cm^{-2}.dia^{-1}$

Também, de acordo com Turc.

$$I_g = I_{g_a} \cdot (0,18 + 0,62 \cdot \frac{h}{H}) \quad (3.15)$$

com

I_{g_a} = energia radiante que atingiria o solo se a atmosfera não existisse.

h = duração da insolação solar (horas)

H = duração astronómica do dia (horas)

Para o mês de Fevereiro o valor de 0,40 deve ser substituído por 0,37.

Se a humidade relativa do ar tiver durante o mês um valor médio inferior a 50%, o valor da evapotranspiração potencial fornecido pela expressão anterior deve ser multiplicado pelo factor:

$$1 + \frac{50 - h_r}{70}$$

em que h_r é o valor médio mensal da humidade relativa do ar (%)

3.3.3. O caudal

A saída do modelo é constituída fundamentalmente pela sucessão dos caudais diários registados na secção do curso de água que drena a bacia.

3.4. Metodologia da optimização do ajustamento

Na minimização da função critério utilizou-se o método sequencial de Rosebrock (1960), que é independente da forma da função critério já que não necessita do cálculo quer de primeiras

quer de segundas derivadas.

As restrições que interessam são apenas as que impõem limites normais aos eixos coordenados, como por exemplo o nível de um reservatório ser positivo, a evapotranspiração ser positiva, etc.. Assim não constitui grande dificuldade obrigar a pesquisa a respeitar estas condicionantes.

Antes de descrever o método para o caso de n variáveis, vamos detelhadamente exemplificar a sua aplicação ao caso de duas variáveis. Para tal consideremos as isolinhas dos valores de uma função objectivo conforme fig.3.3.

Antes de se iniciar o processo de minimização define-se um conjunto de incrementos iniciais λ_1 e λ_2 , a praticar segundo as direcções D_1 e D_2 , inicialmente coincidentes com os eixos coordenados.

Parte-se de um ponto arbitrariamente escolhido \bar{X}_1 (ponto 1 na figura) na primeira etapa de minimização.

Na pesquisa do mínimo ao longo da primeira direcção $D^{(1)}_1$, incrementa-se o ponto 1 de uma quantidade λ_1 e obtém-se o ponto 2. Neste caso temos $f(X_2) > f(X_1)$ e portanto, um insucesso.

Quando se obtém um insucesso, o incremento, na mesma direcção, para a nova iteração, será $-\beta \cdot \lambda_1$ com $0 < \beta < 1$. No caso de sucesso este incremento será de $\alpha \cdot \lambda_1$, com $\alpha > 1$. Os valores recomendados por Rosebrock são respectivamente de $\beta = \frac{1}{2}$ e $\alpha = 3$.

No exemplo figurado, o incremento de pesquisa segundo $D^{(1)}_1$ na iteração seguinte é $-\beta \cdot \lambda_1$. A pesquisa é agora feita a partir do ponto 1 segundo $D^{(1)}_2$, obtendo-se o ponto 3 e verificando-se um sucesso.

Assim, na próxima iteração, o incremento segundo $D^{(1)}_2$ será

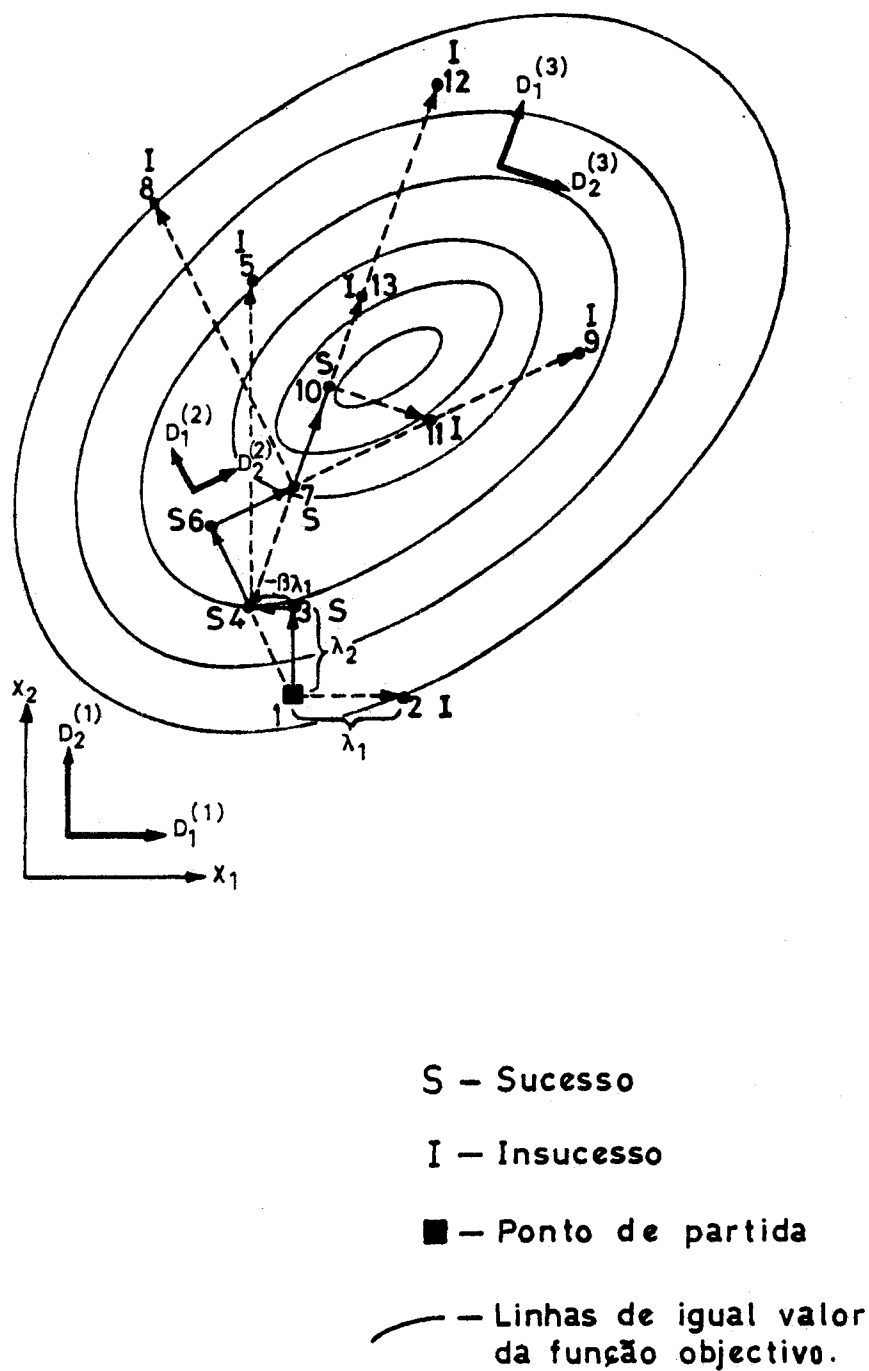


Fig. 3.3. Exemplificação da trajectória de Rosembrock

igual a $\alpha \cdot \lambda_2$. Tomando o ponto 3 como novo ponto-base e incrementando-o de $-\beta \lambda_1$ segundo $D^{(1)}_1$, obtemos um sucesso, definindo o ponto 4. Na próxima iteração o incremento a praticar, na mesma direcção é $\alpha \cdot (-\beta \cdot \lambda_1)$. A partir do ponto 4 e segundo $D^{(1)}_2$, incrementamo-lo de $\alpha \cdot \lambda_2$, obtendo o ponto 5, num insucesso. Então conservamos o ponto 4 como melhor ponto nesta etapa.

Como já obtivemos um sucesso e um insucesso em cada uma das direcções $D^{(1)}_1$ e $D^{(1)}_2$, terminámos esta etapa.

Ao iniciar-se nova etapa de minimização é preciso modificar as direcções $D^{(1)}_1$ e $D^{(1)}_2$ para $D^{(2)}_1$ e $D^{(2)}_2$, segundo o processo de ortogonalização de Gram-Schmidt. Genéricamente a nova direcção $D^{(2)}_1$ será a da linha unindo o ponto-base do início da primeira etapa, ponto 1, com o último ponto desta etapa, ponto 4.

Parte-se do ponto 4 como novo ponto-base. Incrementando-o de λ_1 segundo $D^{(2)}_1$, obtemos um sucesso, com o ponto 6. A partir deste ponto e com um incremento de λ_2 segundo $D^{(2)}_2$ define-se o ponto 7. Como ambos são sucesso os incrementos passarão agora a ser iguais a $\alpha \lambda_1$ e $\alpha \lambda_2$. Assim, a partir do ponto 7, e com um incremento $\alpha \lambda_1$ segundo $D^{(2)}_1$ definimos o ponto 8. Como é um insucesso partimos do ponto 7, com um incremento de $\alpha \lambda_2$ segundo $D^{(2)}_2$ e alcançamos o ponto 9 que é também um insucesso. Assim, novamente a partir do ponto 7, e uma vez que em cada direcção já obtivemos um sucesso e um insucesso, definimos as novas direcções $D^{(3)}_1$ e $D^{(3)}_2$ e continuamos com a terceira etapa da minimização.

Este procedimento era continuado até se alcançar um número de iterações pré-determinado. ou até que a distância entre pontos de partida e de finalização de qualquer etapa fosse inferior a certo valor, muito pequeno ε , previamente fixado.

Vamos agora generalizar o método de Rosebrock para o caso da minimização de uma função a n variáveis (fig. 3.4). Antes de iniciar o processo de minimização escolhemos um conjunto de incrementos iniciais $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ a serem praticados ao longo das direcções de pesquisa D_1, D_2, \dots, D_n , respectivamente. Para j -ésima etapa podemos resumir o processo deste modo.

a) O conjunto de direcções $D^{(j)}_1, D^{(j)}_2, \dots, D^{(j)}_n$ e o ponto-base são conhecidos no começo da etapa.

Um incremento λ_1 é tomado na direcção $D^{(j)}_1$ a partir do ponto-base. Se houver sucesso, λ_1 é multiplicado por α , o novo ponto é mantido e anota-se o sucesso. Se houver insucesso, λ_1 é multiplicado por $-\beta$ e regista-se um insucesso. Os valores de α e de β são usualmente 3,0 e 0,5, respectivamente.

b) Continua-se a pesquisa sequencialmente segundo as direcções $D^{(j)}_1, D^{(j)}_2, \dots, D^{(j)}_{n-1}, D^{(j)}_n, D^{(j)}_1, D^{(j)}_2, \dots$ até obter pelo menos um sucesso e um insucesso em cada uma das n direcções $D^{(j)}_1, D^{(j)}_2, \dots, D^{(j)}_n$.

c) Calcular o novo conjunto de direcções $D^{(j+1)}_1, D^{(j+1)}_2, \dots, D^{(j+1)}_n$ para utilizar na próxima etapa ($j+1$), pelo processo de ortogonalização de Gram-Schmidt.

d) Tomar o melhor ponto da etapa j -ésima como ponto-base para a próxima etapa e repetir o processo desde a)

e) Assumir a convergência quer após um número de iterações pré-determinado ou após a distância entre os pontos iniciais e de chegada se tornar inferior a ϵ , fixado previamente.

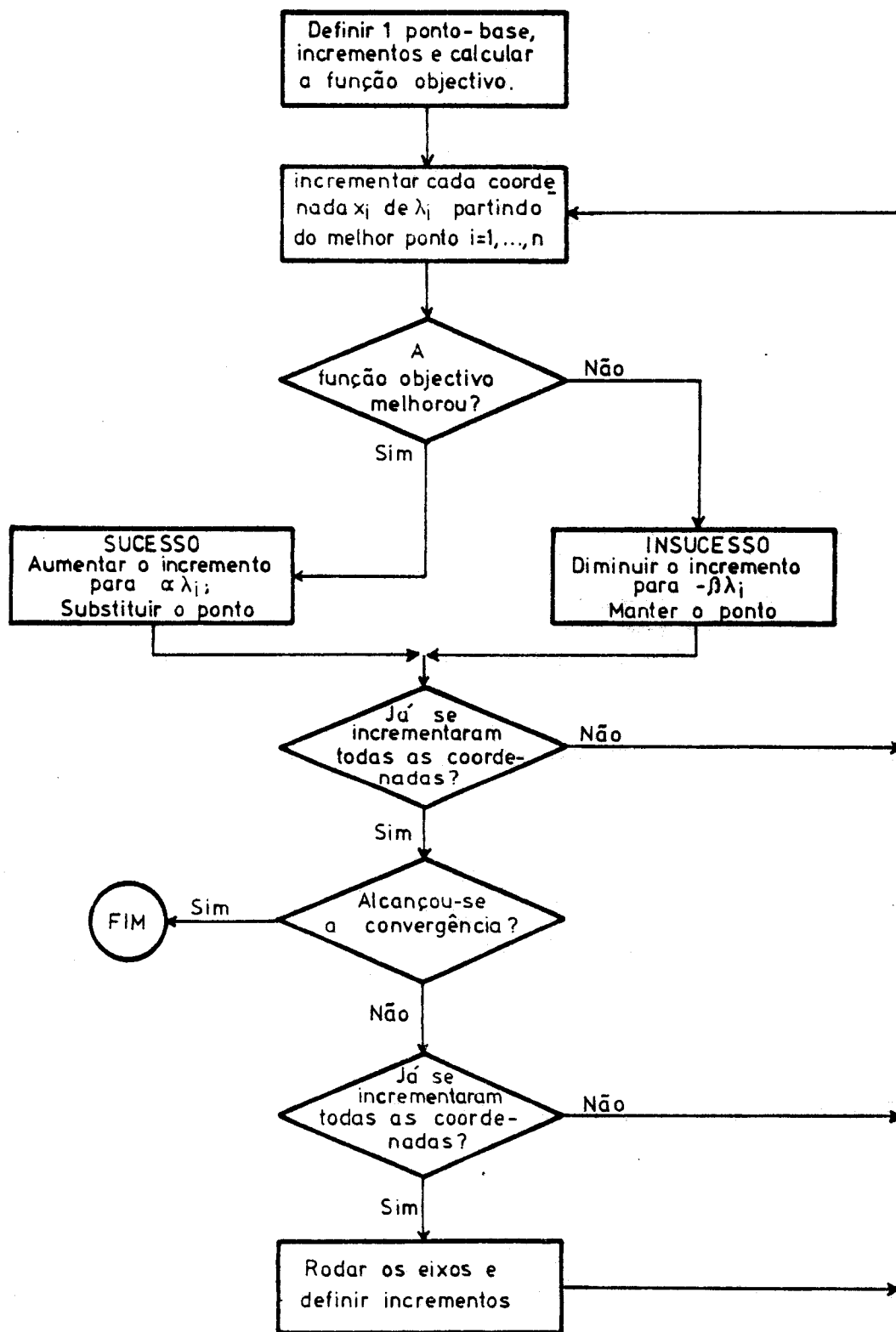


Fig. 3.4. Fluxograma do algoritmo de Rosenbrock

3.5. Estruturação do programa utilizado

O programa inicial com que trabalhamos estava escrito em FORTRAN IV. Contudo, por razões de nossa conveniência, escrevemos o programa em BASIC, mantendo a sua estruturação e apenas adaptando certos promenores às características do nosso trabalho.

Na fig. 3.5 apresentamos um esquema da estruturação do programa CREC, que consta das seguintes partes:

- programa principal
- sub-rotina OPTIMI
- sub-rotina CREC
- sub-rotina ETAL
- sub-rotina DIF

O programa principal é essencialmente um programa para leitura de dados, nomeadamente:

- número máximo de iterações de optimização (NK)
- número de parâmetros a optimizar (NOPT)
- ordem dos parâmetros a optimizar (IOPT)
- área da bacia (Z)
- número de anos de dados udohidrométricos (NA)
- número de dias de cada mês (NDI)
- precipitações diárias (PREO)
- caudal diário (DEB)
- evapotranspiração mensal (EVP)
- valor inicial dos parâmetros (X)
- limite superior de variação dos parâmetros (XS)

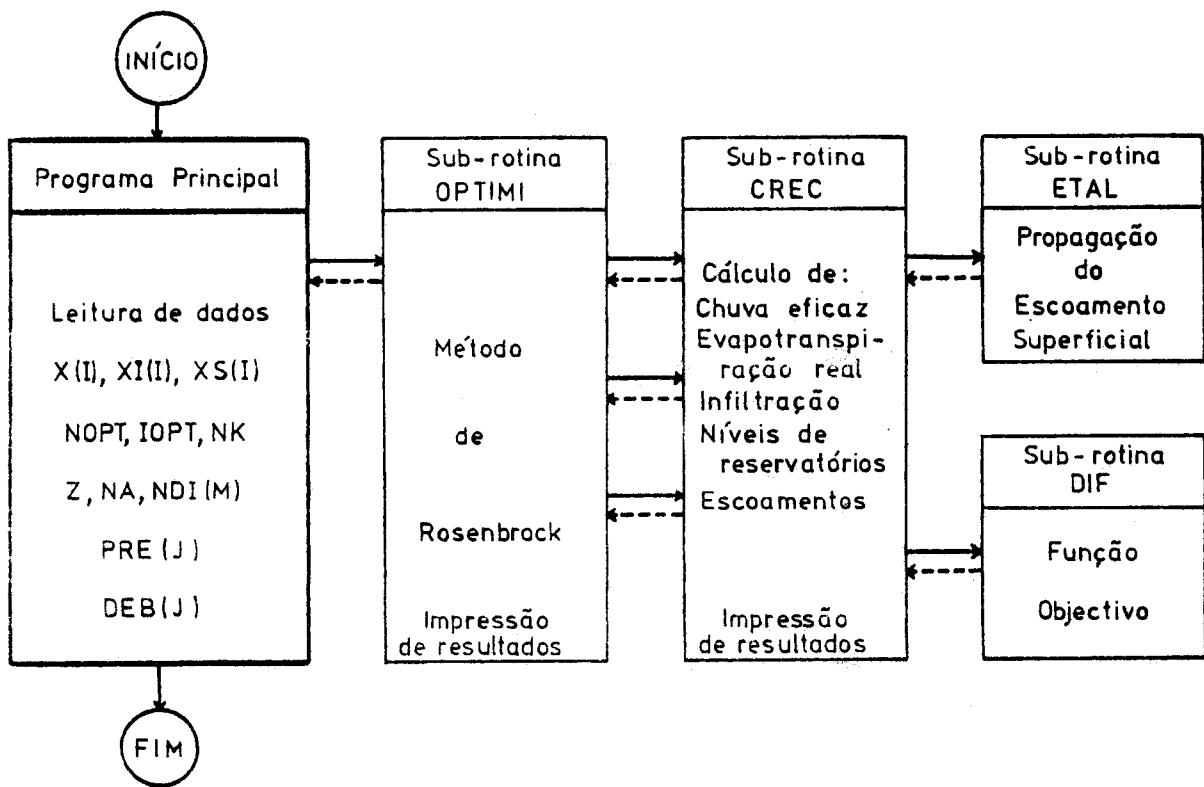


Fig. 3.5. Esquema da estruturação do programa CREC

- limite inferior de variação dos parâmetros (XI)

A sub-rotina OPTIMI desenvolve o método de minimização de Rosembrock.

A sub-rotina CREC consta do programa da conversão da precipitação em escoamento.

A sub-rotina ETAL consiste na propagação do escoamento superficial de acordo com a equação (3.8).

A sub-rotina OPTIMI desenvolve o método de minimização de Rosembrock.

Finalmente a sub-rotina DIF calcula o valor da função-objectivo em cada iteração de optimização.

O programa CREC, quando em fase de validação ocupa cerca de 250 Kbytes.

O programa principal chama a sub-rotina de optimização e esta, por cada iteração, faz três chamadas à sub-rotina CREC. As sub-rotinas ETAL e DIF são chamadas uma vez pela sub-rotina CREC.

3.6. Conclusões

Neste capítulo apresentamos o modelo CREC apontando para o seu carácter global. Descrevemos as componentes de produção e de transferência bem como os diferentes parâmetros que nelas intervêm. Definimos a função-objectivo utilizada na optimização dos parâmetros e a estratégia de minimização adoptada. As entradas do modelo, precipitação e evapotranspiração, bem como a respectiva saída, os caudais, foram analisados. Por último apresentámos um esquema mostrando a interligação do programa principal com as diferentes sub-rotinas.

4. APLICAÇÃO DO MODELO CREC

4.1. Introdução

A aplicação do modelo CREC, para além da conversão do programa original para a língua BASIC, exigiu a recolha e gravação de dados, compatibilizações diversas entre equipamento, programa e dados, a elaboração de programas de desenho em traçador de gráficos, bem como o desenvolvimento de programas de cálculos auxiliares (precipitação média nas bacias, duplas acumulações de precipitações, etc.).

A aplicação do modelo CREC que vai seguir-se insere-se nos moldes aconselhados pelos seus autores. Contudo apontaremos um ou outro desvio pontual que julgámos oportuno fazer, dadas as condições ambientais em que decorreu o nosso estudo, deixando para o capítulo 5ª a crítica ao modelo e as modificações introduzidas.

4.2. Bacias hidrográficas estudadas

Escolhemos duas bacias hidrográficas: uma a norte do Tejo, a bacia do rio Simonte, em Louçainha, e outra a sul do Tejo, a bacia do rio Xarrama, em Torrão.

Atendeu-se nesta escolha à dimensão das bacias, à qualidade dos registos dos caudais médios diários e das observações udométricas cobrindo as bacias e às características pedológicas, climáticas e fisiográficas das mesmas.

Nas Figs. 4.1 e 4.2 apresentamos as bacias seleccionadas e no Quadro 4.1 indicamos algumas das suas características.

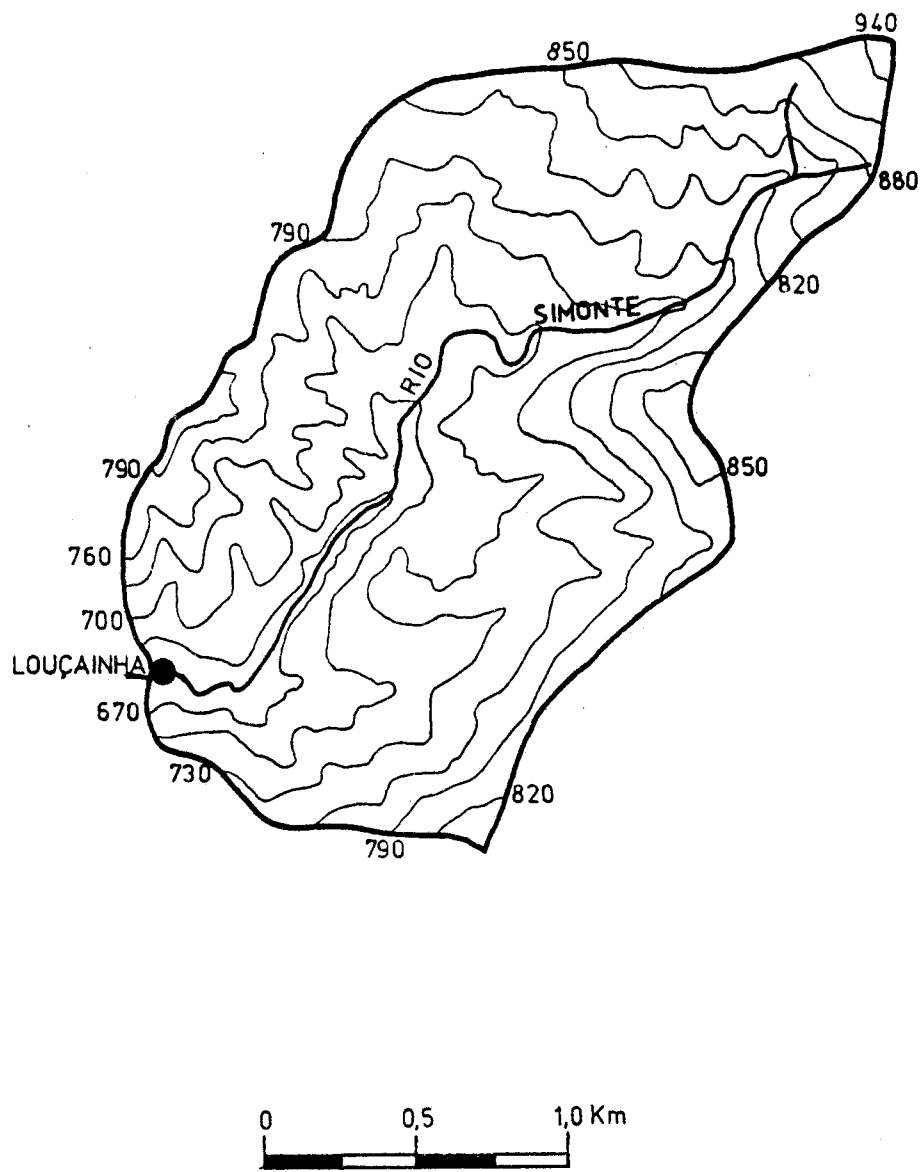


Fig. 4.1. Bacia do rio Simonte, em Louçainha

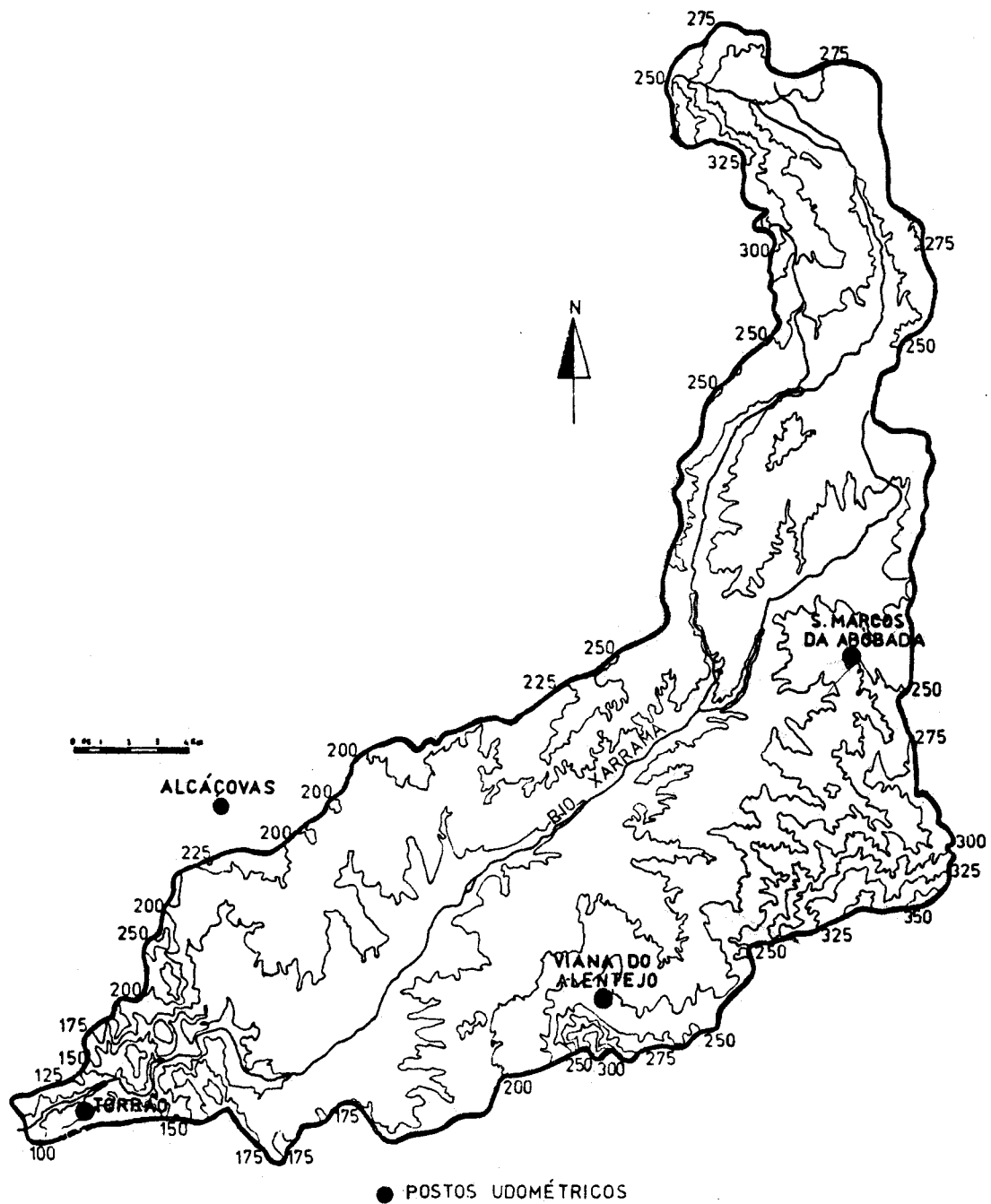


Fig. 4.2. Bacia do rio Xarrama, em Torrão

BACIA HIDROGRAFICA	RIO SIMONTE	RIO XARRAMA
	EM LOUÇAINHA	EM TORRAO
AREA (Km ²)	4	465
PRECIPITAÇÃO ANUAL MÉDIA (mm)	1 431	619
ESCOAMENTO ANUAL MEDIO (mm)	966 <i>67%</i>	138 <i>22%</i>
PERÍODO DE TEMPO CONSIDERADO	1968/69 a 1977/78	1965/66 a 1974/75
COMPRIMENTO DO CURSO PRINCIPAL (Km)	3.5	65.0
ÍNDICE DE COMPACIDADE <i>Gradientes</i>	1.21	1.83
INCLINAÇÃO MÉDIA DA BACIA (%)	26	0.4
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (h)	1.6	17
DENSIDADE DE DRENAGEM <i>km²/km²</i>	4.75	1.29

10 anos

≥ 1

Quadro 4.1. Características das bacias hidrográficas

4.3. Dados hidrometeorológicos diários. (*)

4.3.1. Precipitação.

O Quadro 4.2. apresentamos a localização, áreas de influência (método de Thiessen) e o período de anos em que se recolheram dados nos postos udométricos utilizados para cada uma das bacias estudadas.

A análise dos valores anuais acumulados não revelou quebras sensíveis de homogeneidade.

4.3.2. Caudal

Para calibração do modelo utilizaram-se valores médios diários do caudal nas secções terminais das bacias em que incidiu o nosso estudo.

No Quadro 4.3. apresentamos a localização e o período de anos de recolha de dados das estações utilizadas.

Nos Quadros 4.4 e 4.5 podemos observar a precipitação mensal e anual, conjuntamente com o escoamento mensal e anual para cada uma das bacias ensaiadas.

4.3.3. Evapotranspiração

Utilizaram-se valores da evapotranspiração potencial mensal, calculados através das fórmulas de Turc (3.14) e (3.15) e a partir

(*) Inclusos no Anexo.

deles calcularam-se valores diários.

Para o cálculo dos valores mensais recolhemos dos Anuários do I.N.M.G. a temperatura média mensal e a insolação mensal nas estações

BACIA	POSTO	LATITUDE (N)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)	AREA DE INFLUENCIA(%)			PERIODO DE RECOLHA
SIMONTE em LOUÇAINHA	Louçainha	40° 02'	8° 18'	770	100			1968/69 a 1977/78
XARRAMA EM TORRAO	TORRAO	38° 17'	8° 13'	109	6,9	12,5	6,9	1965/66 a 1974/75
	ALCAÇOVAS	38° 24'	8° 09'	250	15,6	-	23,9	1965/66 a 1974/75 (*)
	VIANA DO ALENTEJO	38° 19'	8° 00'	230	29,6	39,6	69,2	1965/66 a 1974/75
	S. MARCOS DA ABÓBODA	38° 25'	7° 54'	239	47,9	47,9	-	1965/66 a 1974/75 (**)

* Excepto Novembro de 1970

** Excepto a partir de Abril de 1975

Quadro 4.2. Postos Udométricos. Localização, Áreas de Influência e período de recolha de dados.

de Évora e de Coimbra. A primeira estação foi utilizada para estabelecimento da evapotranspiração potencial na bacia do rio Simonte e a segunda estação para definição da referida grandeza na bacia do rio Xarrama.

Nos Quadros 4.6 e 4.7 apresentamos a localização destas estações meteorológicas, os valores da temperatura média mensal e da insolação média mensal. No Quadro 4.8 podem ver-se os valores da radiação mensal média no topo da atmosfera extraída de AZEVEDO (1973), bem como os valores calculados para a evapotranspiração potencial mensal para cada uma das estações meteorológicas.

ESTAÇÃO	LATITUDE N	LONGITUDE W	ALTITUDE (m)	PERÍODO DE RECOLHA
LOUÇAINHA	40° 02'	8° 18'	640	1968/69 a 1977/78
TORRAO	38° 17'	8° 14'	50	1965/66 a 1974/75

Quadro 4.3. Estações hidrométricas. Localização e Período de recolha de dados

4.4. Estimação dos parâmetros do modelo

4.4.1. Valores iniciais dos parâmetros e dos reservatórios

Os valores iniciais dos parâmetros aconselhados pelos autores

PRECIPITAÇÃO MENSAL E ANUAL (mm) SOBRE A BACIA DO RIO SIMONTE
 ESCOAMENTO MENSAL E ANUAL (mm) NA BACIA DO RIO SIMONTE

ANO		DUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	ANUAL
1968/69	P	42.8	310.8	212.3	210.9	215.7	238.1	131.0	221.5	90.3	20.0	2.2	193.7	1934.3
	E	3.8	83.4	223.9	182.5	191.0	266.8	91.1	176.0	59.4	17.6	6.8	10.6	1312.9
1969/70	P	83.0	167.5	143.7	414.1	63.5	39.4	29.8	175.6	165.4	9.8	13.2	13.0	1318.0
	E	11.6	51.8	72.3	470.6	103.8	28.7	14.1	68.6	53.9	21.1	6.7	3.5	906.8
1970/71	P	10.2	192.4	44.4	237.2	67.9	119.1	268.8	187.3	180.1	54.2	39.0	12.2	1402.8
	E	2.9	8.4	7.9	99.2	78.2	78.2	146.7	157.2	174.0	25.7	12.0	4.4	794.8
1971/72	P	23.6	30.7	67.4	206.5	383.4	188.8	65.4	77.4	47.5	59.0	6.0	72.5	1228.2
	E	3.2	3.0	4.1	60.2	349.1	190.2	49.2	28.1	15.9	10.1	4.1	4.4	721.5
1972/73	P	223.1	148.3	171.8	264.7	97.2	115.0	32.6	193.1	37.3	40.6	1.8	58.9	1384.4
	E	13.1	100.1	165.3	291.9	69.0	73.4	56.9	132.6	36.3	14.6	4.3	4.3	961.8
1973/74	P	118.4	101.6	141.5	235.0	208.5	129.6	134.5	101.6	155.0	3.6	0.4	36.4	1366.1
	E	7.0	13.4	41.7	194.6	249.2	64.5	95.1	79.9	51.5	61.2	8.2	5.0	871.2
1974/75	P	46.2	195.6	30.6	183.5	160.7	219.2	46.0	88.1	39.2	2.9	0.3	103.0	1115.3
	E	4.5	20.8	17.4	116.8	135.1	219.4	67.1	22.1	20.5	8.4	4.5	4.7	641.5
1975/76	P	55.0	118.3	59.2	63.8	136.7	102.5	120.1	21.3	43.1	17.7	71.9	116.9	926.5
	E	3.8	6.9	15.6	10.6	66.3	62.0	41.8	37.8	12.4	5.6	3.2	5.9	271.8
1976/77	P	229.0	176.6	352.3	299.3	292.4	95.2	79.0	145.9	116.2	40.0	28.8	48.4	1903.1
	E	106.6	228.0	277.2	374.4	386.9	129.4	67.6	41.6	59.9	33.3	12.5	5.5	1772.9
1977/78	P	258.4	83.4	287.0	214.6	290.1	134.0	196.3	142.5	91.3	2.5	0.0	33.5	1733.6
	E	66.2	63.9	271.5	153.8	285.6	179.5	132.3	167.4	45.6	26.7	8.4	5.7	1406.8
MÉDIA	P	109.0	151.5	151.0	233.0	191.6	138.1	110.4	135.4	96.5	25.0	16.4	68.9	1431.2
	E	22.3	58.0	109.7	195.5	191.4	129.2	76.2	91.1	52.9	22.4	7.1	5.4	966.2
DESVIO PADRÃO	P	93.6	76.0	107.8	98.7	106.5	60.5	76.9	62.3	55.4	21.7	23.7	56.0	330.5
	E	35.3	69.0	113.2	144.1	120.0	80.2	40.8	61.3	46.1	16.2	3.3	2.0	428.8

Quadro 4.4. Precipitação e Escoamento para a bacia do rio Simonte

PRECIPITAÇÃO MENSAL E ANUAL (mm) SOBRE A BACIA DO RIO XARRAMA
ESCOAMENTO MENSAL E ANUAL (mm) NA BACIA DO RIO XARRAMA

ANO		OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	ANUAL
1965/66	P	143.0	112.6	66.9	148.8	166.7	0.0	147.4	7.8	20.7	0.0	5.3	21.1	840.3
	E	7.0	25.9	24.5	97.6	118.6	10.0	39.2	2.0	0.6	0.1	0.0	0.0	325.7
1966/67	P	135.0	44.7	20.2	57.7	77.2	47.3	43.6	47.0	58.8	0.0	0.3	4.4	536.2
	E	0.3	2.8	0.4	3.2	23.7	16.4	4.1	1.3	1.1	0.1	0.0	0.0	53.5
1967/68	P	66.0	92.2	22.4	5.9	201.3	107.4	47.5	26.4	7.4	0.0	3.4	16.3	596.2
	E	0.1	0.3	0.2	0.2	46.2	48.9	8.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.1
1968/69	P	42.8	189.0	100.9	101.4	156.5	190.6	30.5	66.5	43.7	0.0	0.0	31.4	953.3
	E	0.1	15.9	52.5	64.4	82.1	126.3	8.1	2.0	1.5	0.0	0.0	0.0	352.9
1969/70	P	72.7	121.6	60.0	324.6	12.8	33.6	6.5	52.0	86.5	0.2	3.9	0.9	775.3
	E	0.6	9.3	5.1	217.2	13.7	3.1	2.3	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	252.1
1970/71	P	7.8	37.0	35.9	142.8	4.4	42.5	135.4	109.0	40.4	7.6	1.5	1.0	565.6
	E	0.2	0.1	0.1	10.2	4.0	2.0	15.4	15.6	5.5	0.1	0.0	0.0	53.2
1971/72	P	5.8	6.1	47.5	120.6	151.9	79.5	2.3	21.4	0.3	6.5	0.0	23.0	465.1
	E	0.0	0.0	0.0	4.5	70.4	28.9	3.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	107.6
1972/73	P	127.6	42.0	92.8	97.8	10.3	15.3	9.5	84.7	14.4	4.4	0.0	6.7	505.8
	E	0.5	1.3	12.1	45.5	4.4	1.0	1.9	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	67.3
1973/74	P	23.4	40.4	76.0	77.0	73.2	47.8	69.1	20.7	39.7	0.0	0.0	0.6	468.5
	E	0.0	0.0	0.0	0.7	18.1	3.1	4.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	27.6
1974/75	P	8.0	58.2	20.3	80.1	113.0	122.4	34.9	24.5	12.7	0.0	0.0	15.9	490.2
	E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	31.0	2.8	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	35.5
MEDIA	P	63.2	74.4	54.3	115.7	96.7	68.6	52.7	46.0	32.5	1.9	1.4	12.1	619.7
	E	.9	5.6	9.5	44.3	38.2	27.1	9.1	2.5	1.0	0.0	0.0	0.0	138.1
DESVIO PADRÃO	P	55.0	54.3	29.9	84.5	72.0	57.5	51.1	32.4	26.6	3.1	2.0	10.9	173.6
	E	2.2	8.9	17.1	69.4	40.0	38.3	11.4	4.6	1.7	0.0	0.0	0.0	124.0

Quadro 4.5. Precipitação e escoamento para a bacia do rio Xarrama

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA: COIMBRA

LAT. 40° 12' N

LONG. 08° 25' W

ALT. 141 m

TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C)

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1968/69	19.2	14.2	10.6	11.3	11.9	12.0	13.5	15.3	19.5	23.6	22.7	18.6
1969/70	19.0	11.3	7.8	11.0	10.0	10.7	13.7	17.7	18.6	22.1	21.0	22.4
1970/71	18.1	15.7	8.1	10.0	11.9	10.8	14.1	15.0	17.9	22.7	20.2	21.1
1971/72	20.2	12.4	11.2	7.8	9.9	11.0	13.8	14.0	16.4	21.3	21.2	19.2
1972/73	15.9	13.1	10.0	9.4	9.8	12.5	14.7	16.1	20.5	20.6	22.3	19.6
1973/74	17.3	13.9	9.0	11.1	10.0	11.5	12.9	16.5	19.4	22.5	20.8	17.7
1974/75	13.9	12.4	11.0	10.7	11.9	10.2	13.7	16.3	19.4	21.3	22.2	19.2
1975/76	17.7	12.5	8.7	9.2	11.3	12.5	13.0	16.9	22.2	22.8	22.1	18.8
1976/77	14.8	11.3	11.1	9.7	11.3	13.1	16.9	17.8	19.3	19.4	19.8	22.0
1977/78	16.8	12.0	12.9	7.4	11.6	11.9	12.4	15.4	17.9	20.7	21.3	22.8

INSOLAÇÃO MÉDIA MENSAL (h)

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1968/69	0.48	0.39	0.51	0.40	0.44	0.45	0.37	0.54	0.50	0.75	0.76	0.42
1969/70	0.53	0.52	0.51	0.25	0.58	0.66	0.72	0.64	0.48	0.66	0.66	0.69
1970/71	0.76	0.47	0.74	0.40	0.71	0.53	0.36	0.38	0.46	0.61	0.66	0.68
1971/72	0.64	0.80	0.55	0.35	0.38	0.37	0.62	0.59	0.52	0.64	0.69	0.45
1972/73	0.45	0.37	0.41	0.58	0.63	0.62	0.69	0.53	0.62	0.58	0.66	0.71
1973/74	0.59	0.67	0.68	0.33	0.61	0.48	0.43	0.58	0.55	0.76	0.77	0.68
1974/75	0.68	0.55	0.77	0.51	0.32	0.47	0.60	0.57	0.57	0.71	0.79	0.52
1975/76	0.57	0.61	0.65	0.83	0.55	0.64	0.43	0.63	0.69	0.70	0.66	0.65
1976/77	0.44	0.58	0.27	0.39	0.28	0.51	0.57	0.54	0.56	0.64	0.68	0.68
1977/78	0.47	0.49	0.38	0.37	0.37	0.52	0.39	0.47	0.49	0.72	0.70	0.61

Quadro 4.6. Estação meteorológica de Coimbra: Temperaturas médias mensais e Insolação média mensal

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA: ÉVORA

LAT. 38° 34' N
 LONG. 07° 54' W
 ALT. 309 m

TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C)

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1965/66	17.0	11.5	10.2	11.5	11.0	12.6	13.9	18.6	20.0	22.9	22.5	23.2
1966/67	15.2	10.2	9.8	9.4	10.8	14.1	13.7	14.8	20.9	22.7	22.4	20.4
1967/68	17.7	11.8	8.4	9.6	9.8	11.0	12.6	16.6	20.9	23.1	22.8	20.1
1968/69	20.2	13.0	9.0	9.8	8.4	11.0	12.8	14.8	19.0	25.3	23.6	18.2
1969/70	17.1	11.3	8.3	10.2	9.7	10.2	14.0	17.4	18.4	23.4	22.0	22.0
1970/71	17.7	15.2	7.0	8.3	10.9	9.6	12.3	13.6	17.7	22.5	21.0	21.6
1971/72	20.0	11.1	10.2	7.7	9.2	10.1	13.7	14.8	17.2	21.8	22.2	18.7
1972/73	15.4	12.6	9.5	8.7	9.1	11.1	14.5	16.5	20.8	21.6	24.4	20.5
1973/74	16.9	13.8	8.7	10.6	9.4	10.5	11.7	16.8	19.7	25.2	23.2	19.4
1974/74	14.6	13.1	11.4	10.4	11.0	9.9	13.2	14.9	19.2	22.6	24.0	19.3

INSOLAÇÃO MÉDIA MENSAL (%)

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1965/66	0.39	0.43	0.31	0.19	0.32	0.82	0.60	0.84	0.75	0.83	0.88	0.68
1966/67	0.52	0.59	0.67	0.57	0.55	0.63	0.63	0.64	0.74	0.86	0.89	0.66
1967/68	0.64	0.38	0.72	0.84	0.38	0.48	0.48	0.74	0.82	0.82	0.76	0.65
1968/69	0.59	0.44	0.44	0.39	0.36	0.42	0.57	0.56	0.62	0.88	0.88	0.57
1969/70	0.55	0.50	0.68	0.22	0.69	0.61	0.77	0.67	0.97	0.86	0.86	0.78
1970/71	0.78	0.54	0.66	0.36	0.65	0.62	0.39	0.41	0.62	0.74	0.82	0.72
1971/72	0.63	0.79	0.52	0.48	0.37	0.38	0.70	0.74	0.79	0.72	0.83	0.49
1972/73	0.40	0.39	0.41	0.58	0.71	0.53	0.68	0.69	0.75	0.80	0.88	0.72
1973/74	0.62	0.63	0.73	0.38	0.66	0.51	0.47	0.69	0.59	0.87	0.92	0.78
1974/75	0.76	0.60	0.78	0.54	0.35	0.48	0.63	0.58	0.75	0.83	0.88	0.58

Quadro 4.7. Estação meteorológica de Évora: Temperaturas médias mensais e Insolação média mensal

RADIAÇÃO SOLAR MENSAL MÉDIA NO TOPO DA ATMOSFERA (cal.cm-2.dia-1)

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
COIMBRA	545	397	328	361	491	657	818	938	988	963	866	718
ÉVORA	557	414	339	378	501	668	825	940	987	962	870	728

EVAPOTRANSPIRAÇÃO MENSAL (mm)

COIMBRA

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1968/69	69.7	42.3	35.2	35.1	44.6	62.5	72.9	107.6	118.0	164.1	147.9	81.1
1969/70	73.1	42.9	29.1	28.9	46.6	72.8	107.4	128.0	115.6	147.1	130.7	116.5
1970/71	88.6	48.5	36.4	32.7	58.0	64.3	73.6	88.0	110.9	141.5	128.6	112.7
1971/72	83.6	57.6	37.8	26.5	37.4	54.0	98.1	108.5	114.1	142.5	135.0	85.2
1972/73	61.8	39.6	30.8	37.7	48.3	76.5	108.3	109.1	140.4	139.1	134.0	112.2
1973/74	74.4	55.1	37.1	32.1	48.0	63.1	76.8	116.5	127.4	162.5	143.9	104.3
1974/75	72.7	46.5	45.0	38.2	38.6	58.2	95.8	114.6	130.2	151.9	150.4	92.2
1975/76	73.8	49.4	35.4	45.7	48.6	78.0	77.1	124.0	155.3	154.7	133.5	104.3
1976/77	59.0	45.4	27.8	31.8	35.5	70.1	103.1	115.7	128.5	136.6	129.9	112.5
1977/78	64.9	43.0	34.5	30.5	43.8	67.4	71.5	99.7	114.9	151.5	136.5	108.0

ÉVORA

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1965/66	60.6	40.8	28.5	28.2	37.5	93.1	97.2	156.9	156.9	173.6	163.5	118.5
1966/67	66.4	44.7	39.8	38.8	48.2	83.6	99.4	123.4	158.5	177.3	164.5	110.4
1967/68	80.4	39.1	37.7	49.2	37.8	62.5	81.1	136.7	169.9	172.7	148.8	109.7
1968/69	81.3	44.1	30.5	33.1	33.5	58.2	90.3	108.4	135.7	187.8	166.6	96.1
1969/70	72.5	43.5	36.2	27.5	51.5	68.5	114.4	131.0	127.0	179.4	159.5	128.2
1970/71	90.9	53.0	31.8	28.8	53.3	66.7	71.7	87.1	131.4	159.5	151.4	119.5
1971/72	84.1	55.7	35.7	31.3	35.9	32.7	106.3	129.2	151.9	154.6	156.2	89.3
1972/73	58.4	41.0	30.6	37.3	50.4	66.3	107.4	130.2	159.6	165.3	168.8	116.9
1973/74	77.2	54.9	38.8	34.3	49.2	62.8	76.9	131.3	133.7	186.1	170.7	120.3
1974/75	81.4	51.9	47.5	40.1	39.0	58.7	97.5	111.1	154.2	172.7	167.7	99.7

Quadro 4.8. Radiação solar mensal média no topo da atmosfera e evapotranspiração potencial mensal, para a estação meteorológica de Coimbra e Évora.

do modelo CREC são as que constam do Quadro 4.9.

Dado que o início da simulação coincide com o começo do ano hidrológico, atribuiu-se conteúdo inicial nulo aos reservatórios S, H e G.

Ordem do Parâmetro	Valor inicial
1	0.073
2	0.970
3	0.030
4	0.030
5	20.0
6	1.0
7	5.0
8	200.0
9	1.0
10	0.0
11	0.1

Quadro 4.9. Valores iniciais dos parâmetros.

4.4.2. Optimização do ajustamento

Na optimização do ajustamento dos parâmetros do modelo seguimos o método de Rosebrock, exposto em 3.4.

Os incrementos utilizados tinham o valor constante de 0.01. Mesmo que os incrementos sejam inicialmente muito grandes ou muito pequenos, eles serão rapidamente ajustados às dimensões requeridas. Testámos esta particularidade comparando dois ensaios: um tomando inicialmente incrementos idênticos em todos os parâmetros e outro com incrementos proporcionais aos seus valores iniciais. Após um certo número de iterações os valores da função objectivo eram perfeitamente comparáveis.

4.5. Resultados

4.5.1. Rio Simonte em Louçainha

No Quadro 4.10 apresentam-se os resultados da optimização efectuada no período de calibração, que compreende os anos hidrológicos de 1968/69 a 1972/73.

Conforme se pode verificar os parâmetros X_8 e X_9 foram alterados nos seus valores iniciais, em relação ao esquema geralmente utilizado. Desta forma conseguiu-se obter escoamento superficial ao contrário do que sucede habitualmente com a aplicação deste modelo, onde só as chuvadas muito intensas e raras produzem este tipo de escoamento.

Na Figura 4.3 apresentamos a variação da percentagem da precipitação que contribui para o escoamento rápido e lento, em função do nível do reservatório S e de acordo com os valores finais obtidos para os parâmetros X_3 e X_4 .

infiltrabilidade?

209.50

Ordem do parâmetro	Valor inicial	Valor final
1	0.073	0.0554
2	0.970	0.9890
3	0.030	0.3
4	0.030	0.0268
5	20.0	40.0
6	1.0	0.0001
7	5.0	16.5994
8	80.0	42.9887
9	1.0	2.0
10	0.0	0.1
11	0.1	0.5570
Função Objectivo	0.09602690	0.09563643

Quadro 4.10. Rio Simonte em Louçainha, Resultados da otimização

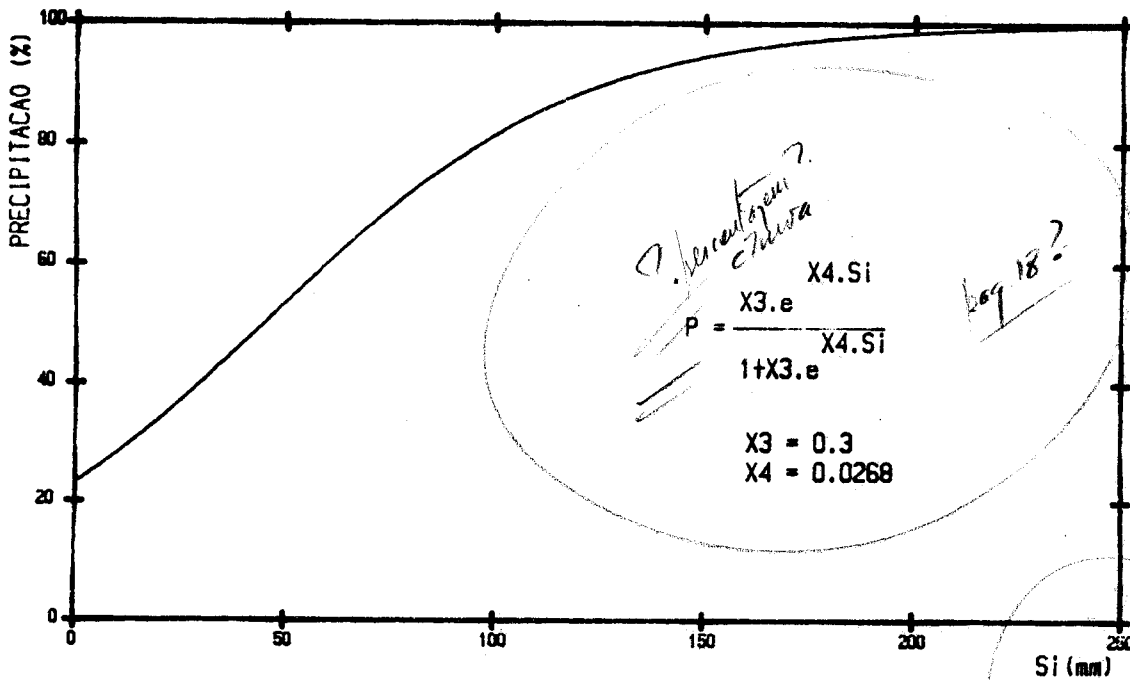


FIG. 4.3. Variação da percentagem da precipitação que contribui para os escoamentos rápido e lento em função do nível de S.

Na Figura 4.4. representa-se o escoamento do reservatório H para diferentes níveis de água e para o valor X_1 encontrado. Como se vê o escoamento rápido permanece fraco enquanto o nível do reservatório H se conserva inferior a 20 mm.

pag 21

O valor final do parâmetro X_6 , igual a 0.0001, mostra que há constantemente percolação de H em G, pois o nível de H ao longo do ano varia de 2 a 70 mm, mas a parte transferida é pequena dado o valor elevado de X_5 .

Em período de não realimentação o escoamento a partir de H é comparável a um verdadeiro esgotamento, conforme se vê na Fig. 4.5.

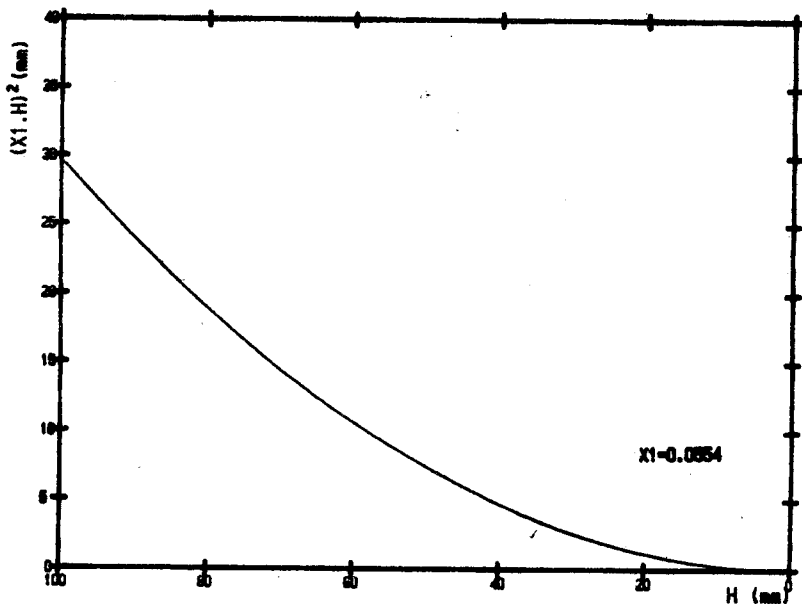
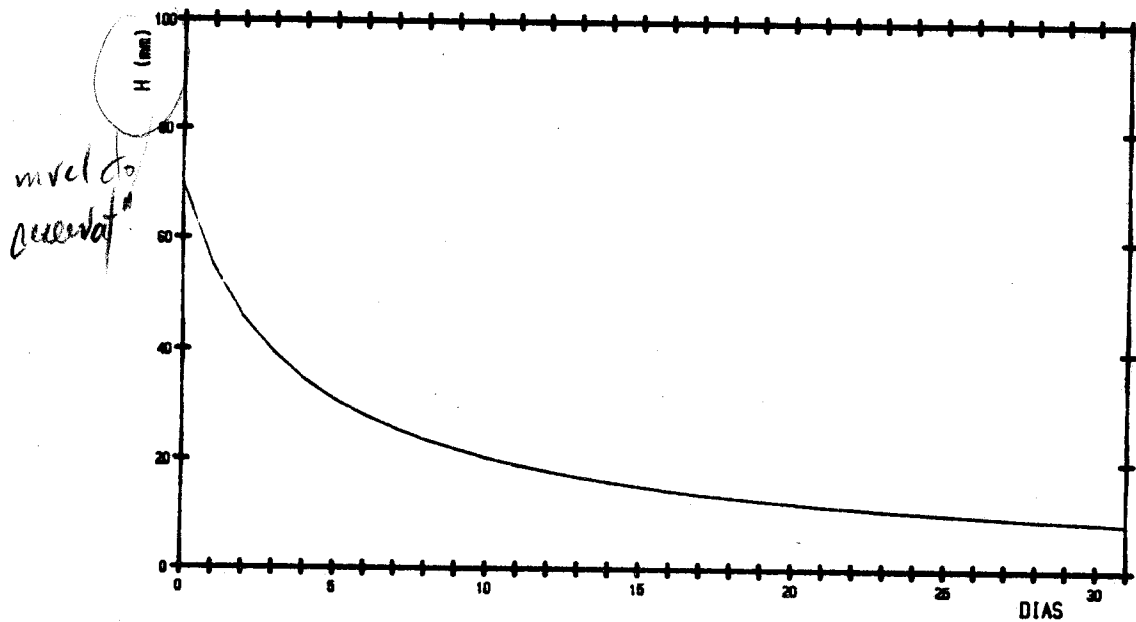


Fig. 4.4 - Variação do escoamento do reservatório H para diferentes níveis de água



a partir de
que espessa?

Fig. 4.5. Escoamento a partir do reservatório H em período de não realimentação

circled: nivel?

é sua característica hidrológica (capacidade de infiltração, condutividade hidráulica)

Dos resultados obtidos para a bacia do rio Simonte verifica-se que o escoamento total é constituído, em média para o período de calibração, por:

- escoamento de superfície:.....4%
- escoamento rápido (hipodérmico):.....77%
- escoamento lento (de base):.....19%

Quão perfeito são?

Esta subdivisão do escoamento que resulta da aplicação do modelo CREC não pode deixar de nos merecer uma crítica, na medida em que apenas está em correspondência directa com os reservatórios utilizados no modelo. De facto, ao analisarmos a composição do escoamento que é habitual seguir-se em hidrologia (Quintela, 1967), somos levados a concluir que parte do escoamento rápido deverá pertencer ao escoamento de superfície e a outra parte deverá constituir o verdadeiro escoamento hipodérmico.

para se poder apurizar tal distinção

Na Figura 4.6 apresentamos um exemplo de um balanço, relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1968/69.

tem interesse e é válida a separação?

No período de calibração (1968/69 a 1972/73) o coeficiente de determinação linear médio anual entre os valores do caudal médio diário observado e simulado é 0.844. No período de verificação (1973/74 a 1978/79) o mesmo coeficiente tem o valor 0.750.

Na Figura 4.7 apresentam-se os resultados da simulação no período de calibração e no Quadro 4.11 as séries anuais da precipitação e dos escoamento observados, do coeficiente de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados e do erro entre os escoamentos anuais simulados e observados.

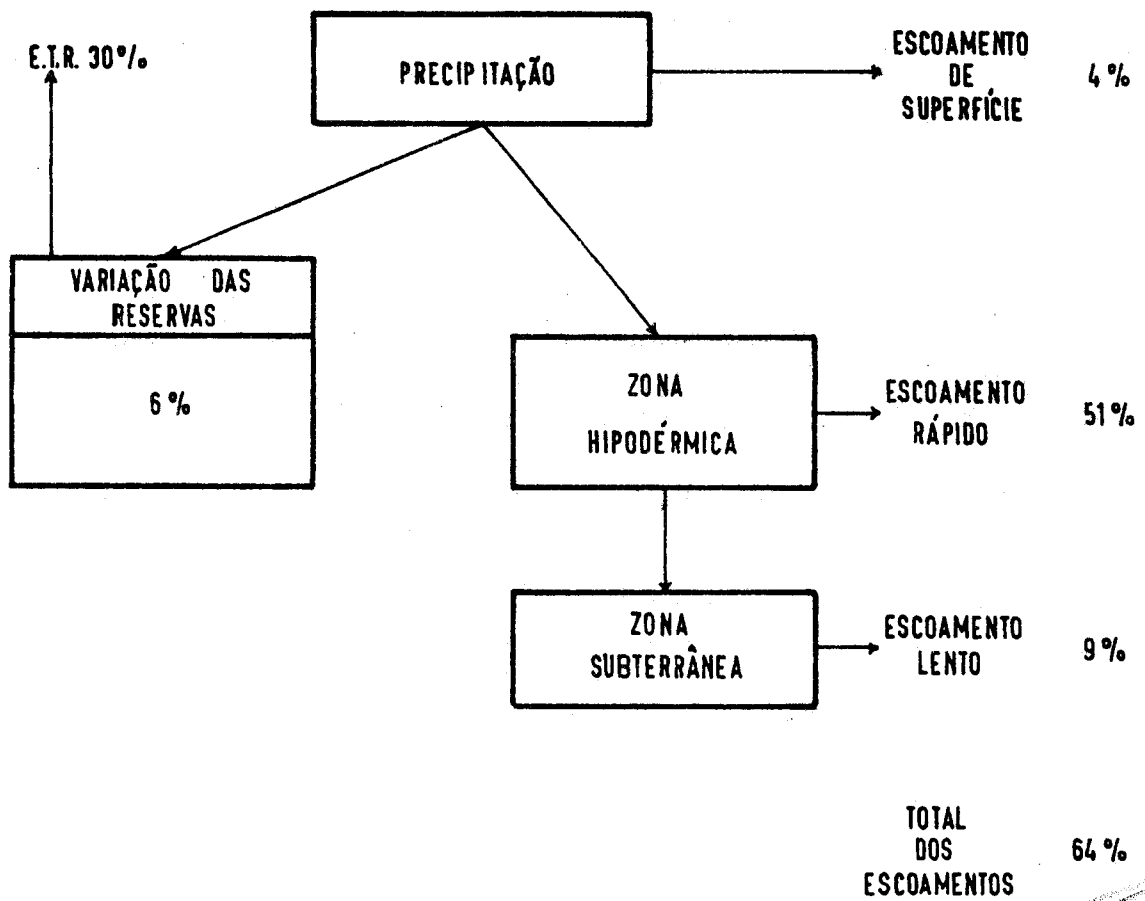


Fig. 4.6. Balanço hídrico relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1968/69 na bacia do rio Simonte em Louçainha

*Escorim. 1313
Precip. 1934 = 67%
quadro 4.11*

Ano	Precipitação (mm)	Escoamento (mm)	r	Erro anual (S-O) (mm)	Observações
1968/69	1934	1 313	0.902	-81	Período de calibração
1969/70	1318	907	0.929	-36	
1970/71	1403	795	0.895	+19	
1971/72	1228	722	0.960	+40	
1972/73	1384	962	0.903	-121	
1973/74	1366	871	0.925	-108	Período de Verificação
1974/75	1115	642	0.845	-21	
1975/76	927	272	0.670	+101	
1976/77	1903	1723	0.915	-370	
1977/78	1734	1407	0.948	-218	

Quadro 4.11. Rio Simonte em Loucainha. Precipitação e escoamento anuais observados. Coeficiente de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados. Erro entre os escoamentos anuais simulados e observados.

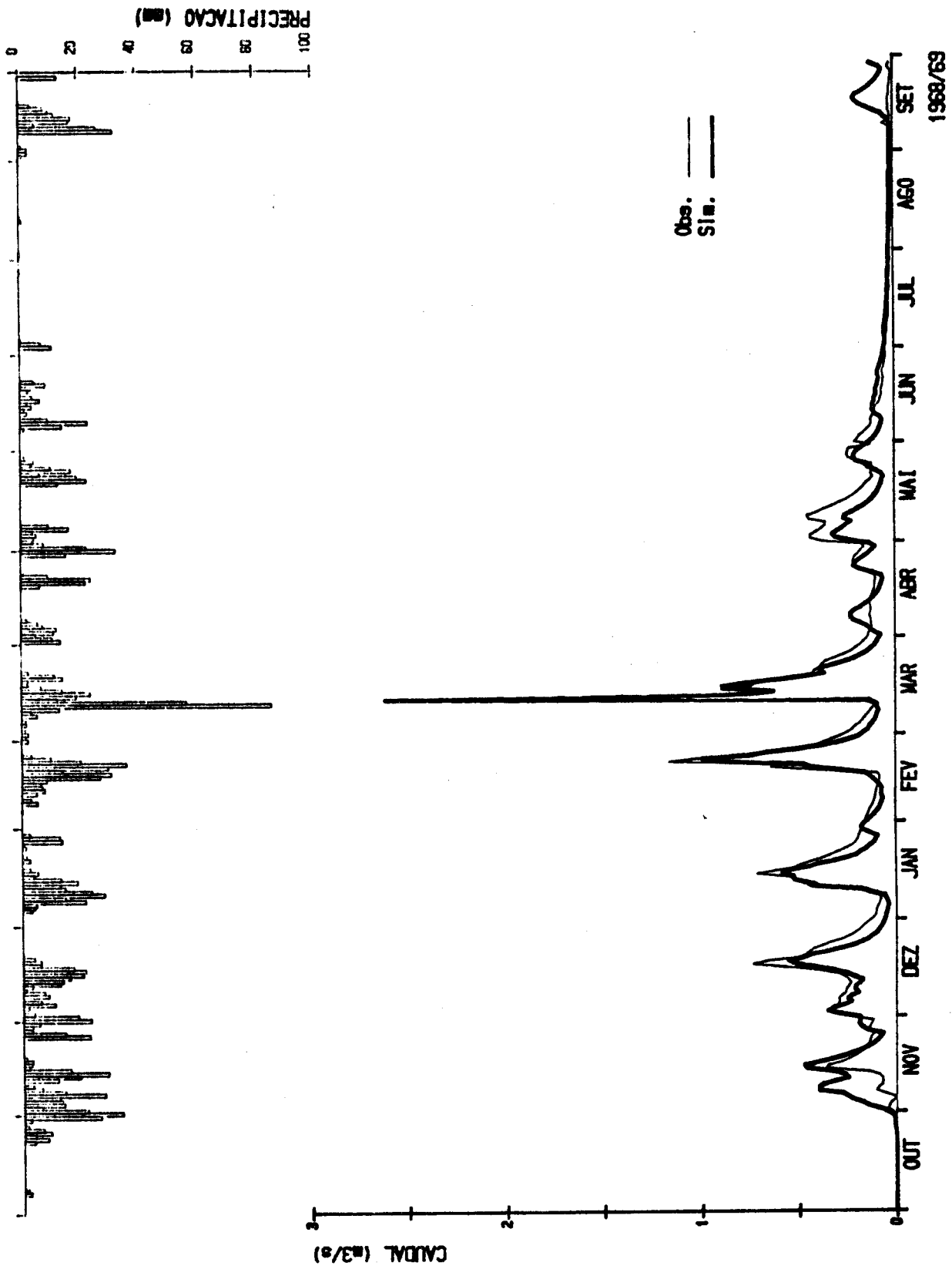


Fig. 4.7. Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resulta
do da simulação com o modelo CREC (1/6)

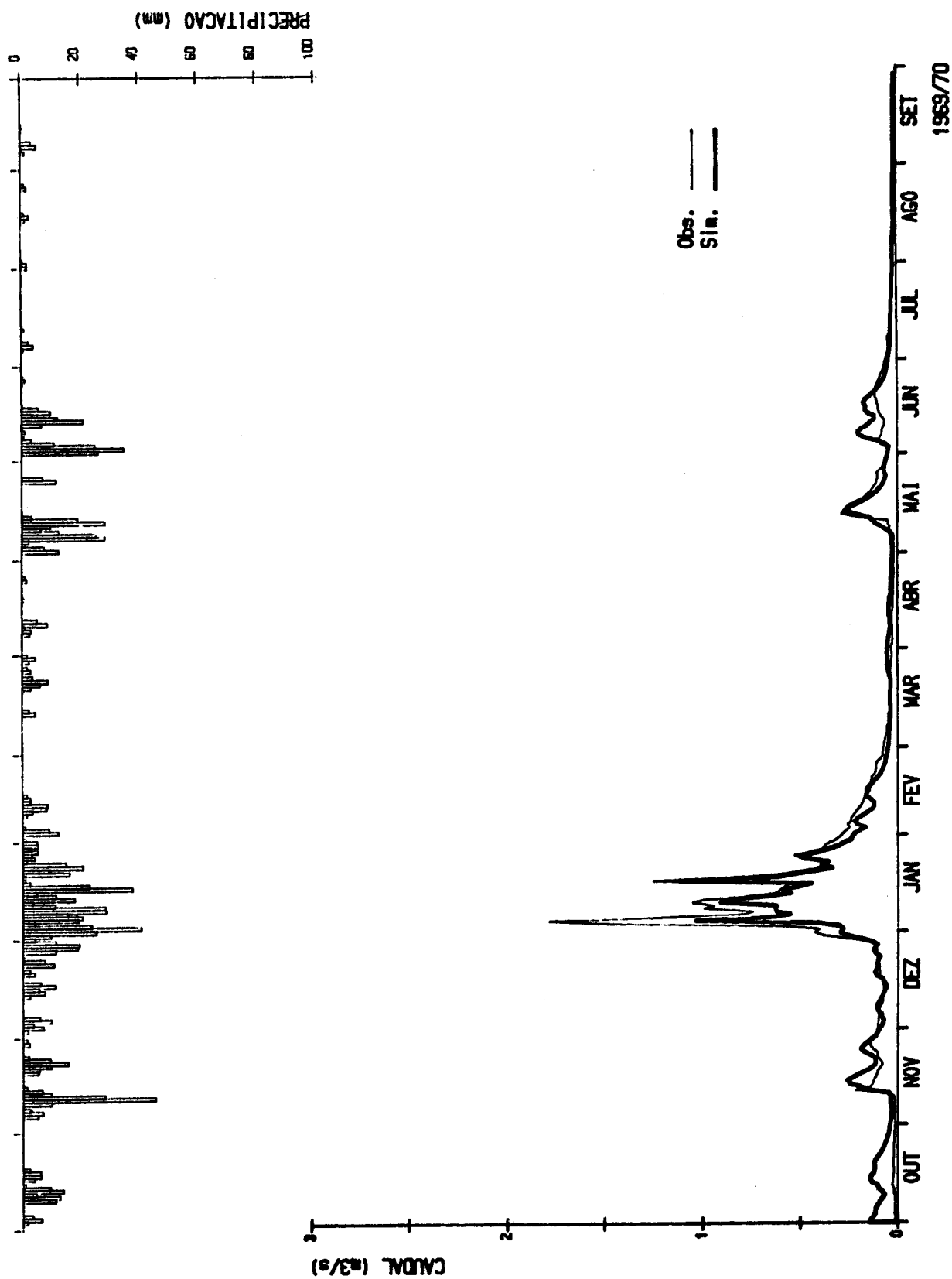


Fig. 4.7. Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resulta
do da simulação com o modelo CREC (2/6)

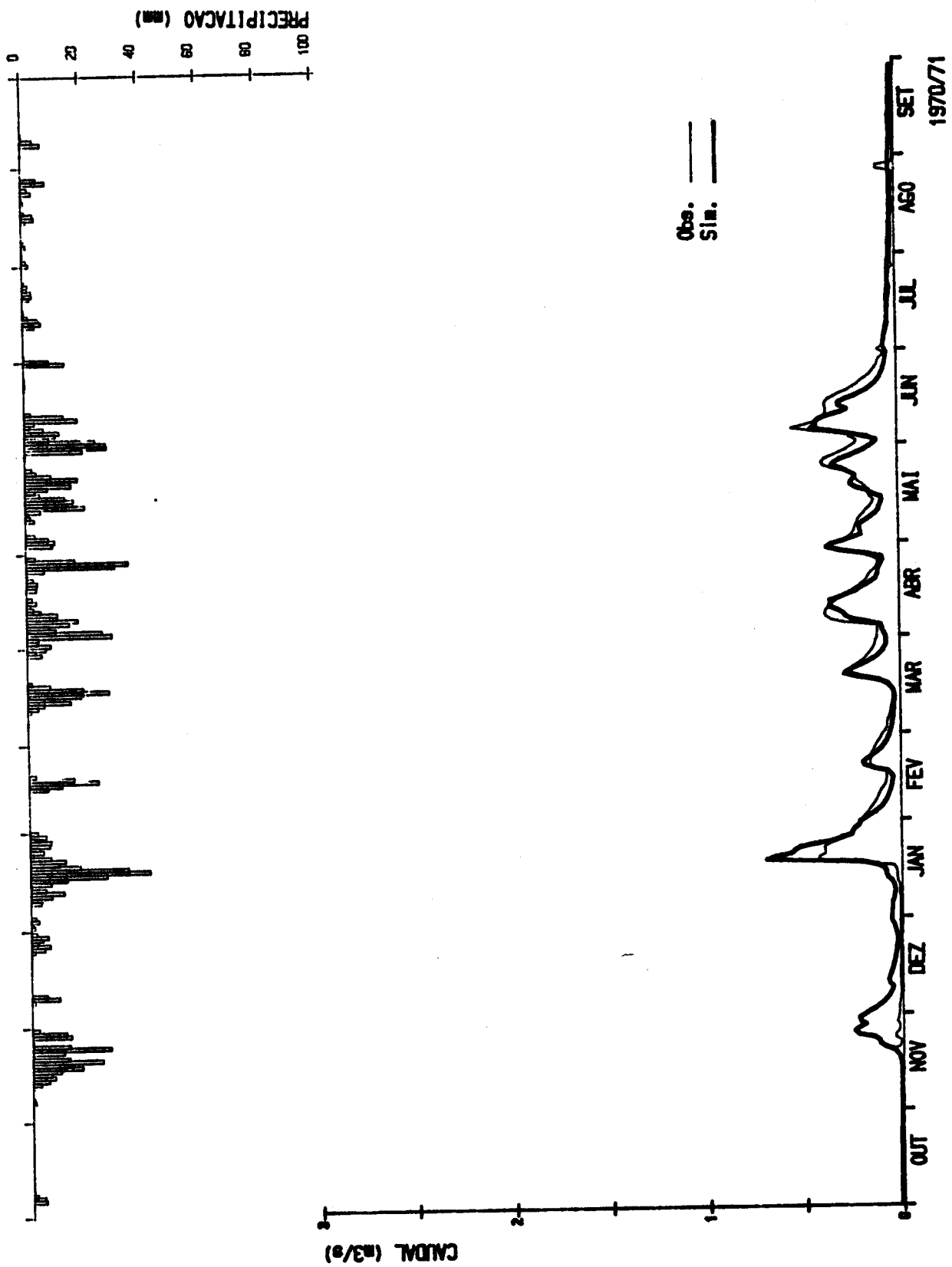


Fig. 4.7. Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resulta
do da simulação com o modelo CREC (3/6)

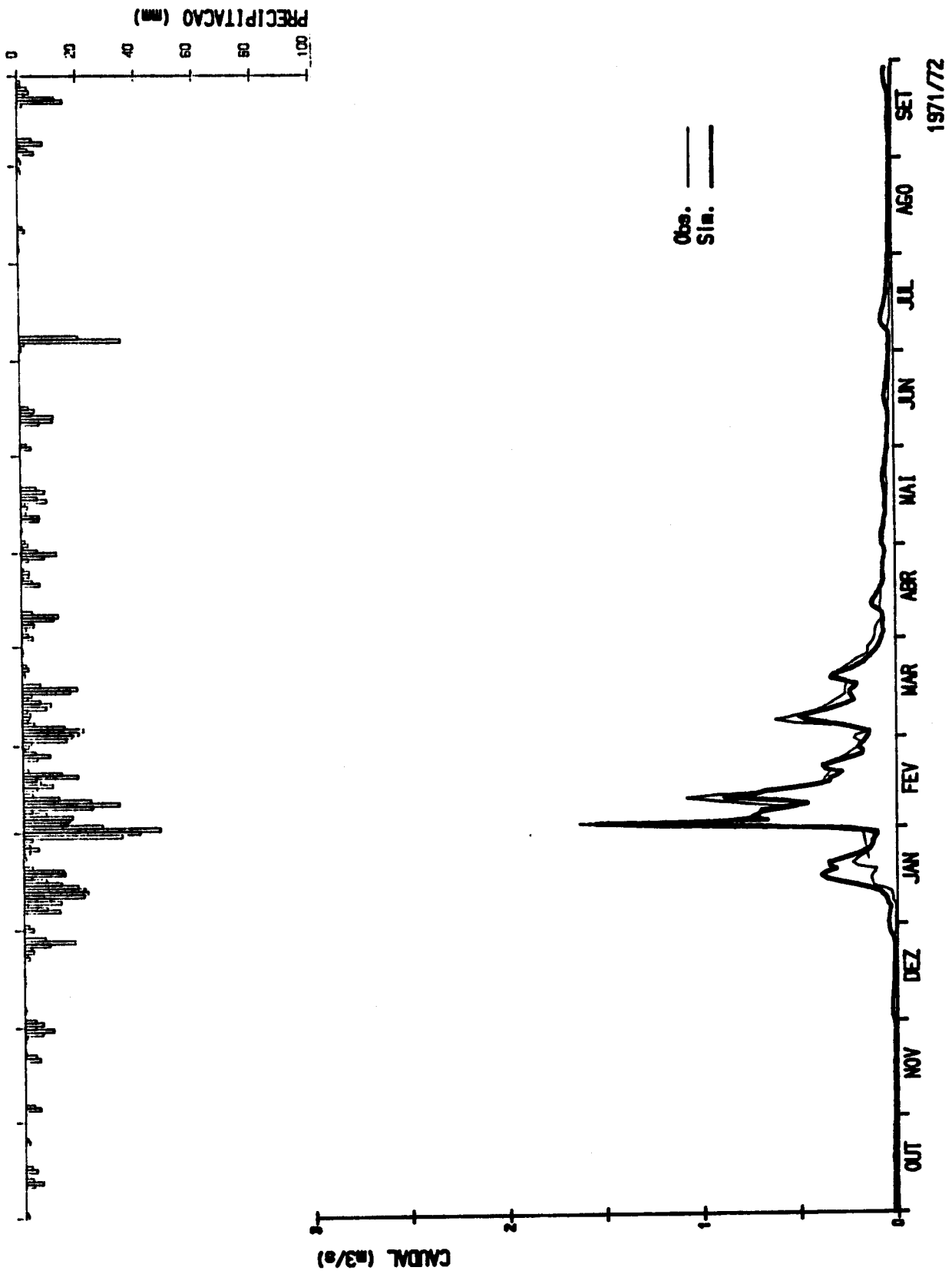


Fig. 4.7. Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC (4/6)

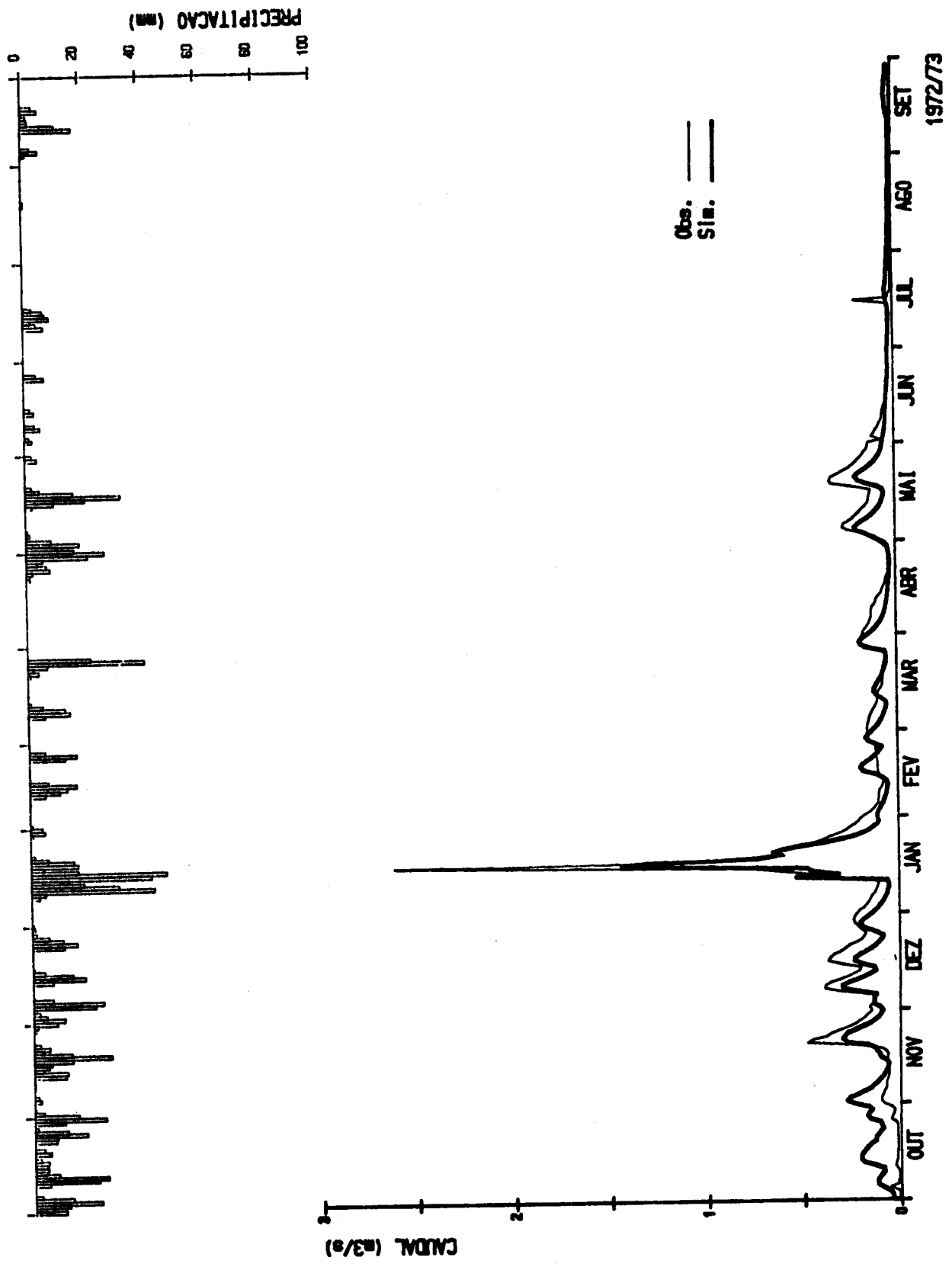


Fig. 4.7. Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resulta
do da simulação com o modelo CREC (5/6)

CURVAS DE DURACAO DO CAUDAL MEDIO DIARIO
RIO SIMONTE-LOUCAINHA 1968/69 A 1972/73

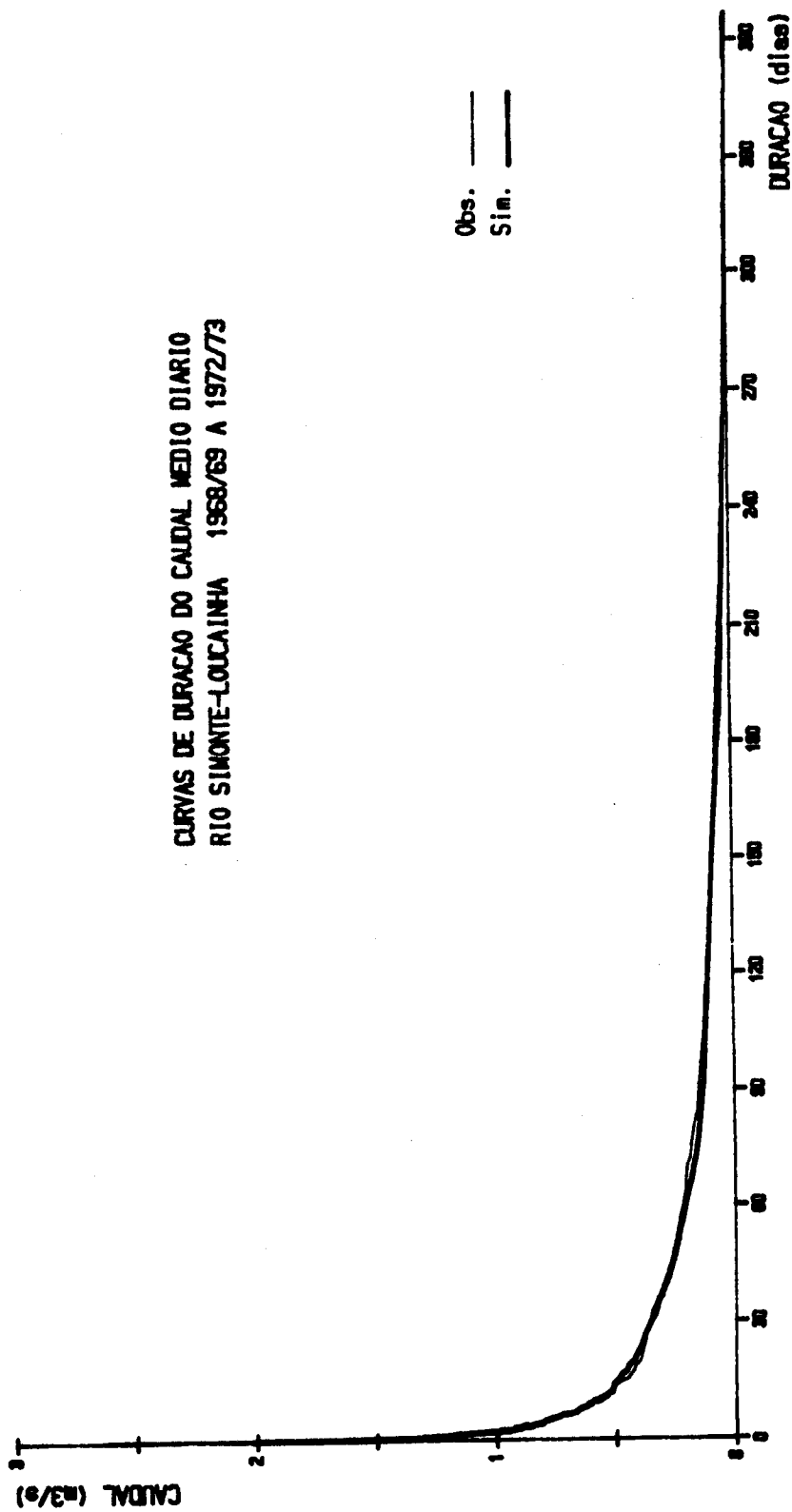


Fig. 4.7. Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resulta
do da simulação com o modelo CREC (6/6)

4.5.2. Rio Xarrama em Torrão

No Quadro 4.12 apresentam-se os resultados da optimização efectuada no período de calibração, que compreende os anos hidrológicos de 1965/66 a 1969/70.

Tal como em 4.5.1, optimizaram-se todos os parâmetros.

A Figura 4.8 mostra a variação da percentagem da precipitação que contribui para os escoamentos rápido e lento, em função do nível do reservatório S.

Verifica-se que aqui a contribuição da precipitação para estes escoamentos é, para o mesmo valor de S, bastante mais diminuta.

Dos resultados obtido para a bacia do rio Xarrama, em Torrão, verifica-se que o escoamento total, em média a para o período de calibração. é constituído por:

- escoamento de superfície:.....4%
- escoamento rápido (hipodérmico):...75%
- escoamento lento (de base):.....21%

Qual o efeito do solo?

O valor apontado para escoamento rápido merece-nos uma análise crítica semelhante à que fizemos atrás em 4.5.1., dado que este escoamento rápido determinado pelo modelo CREC engloba certamente parte do escoamento de superfície, no sentido teórico desta designação.

Na Figura 4.9 apresentamos um exemplo de um balanço, relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1965/66.

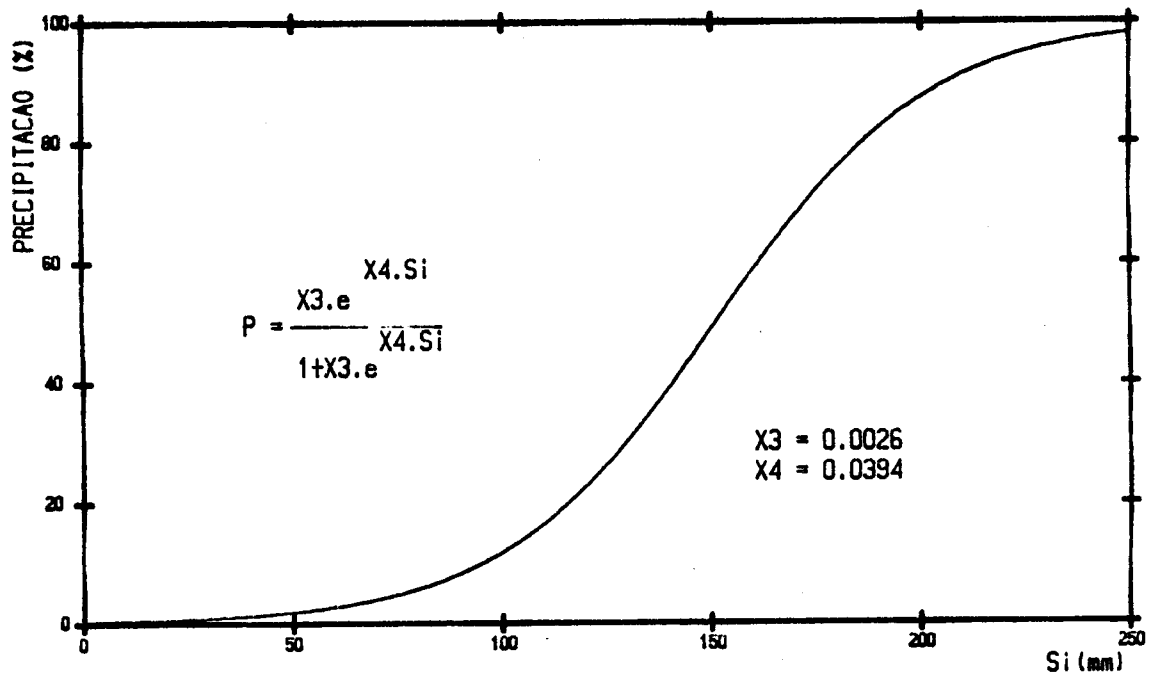
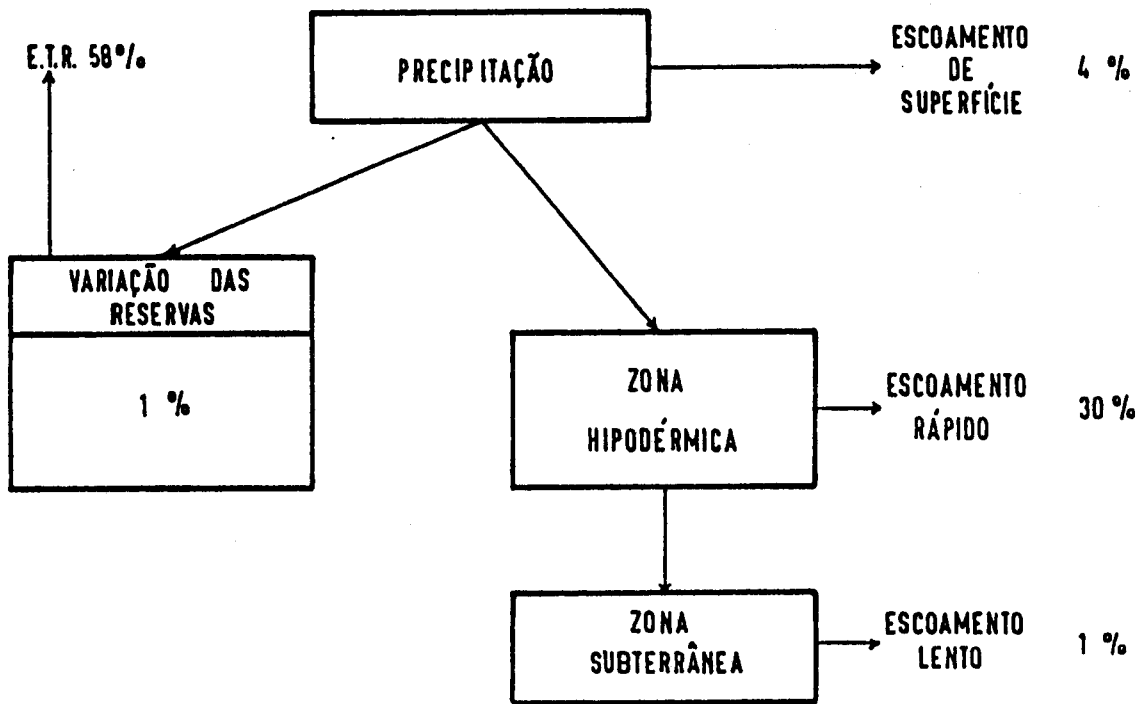


Fig. 4.8. Variação da percentagem de precipitação que contribui para os escoamentos rápido e lento em função do nível de S

Analizando este balanço para o ano de 1965/66 verifica-se a forte influência dos escoamentos superficial e hipodérmico no escoamento total, que não é de estranhar dadas as características pedológicas dos solos desta bacia hidrográfica.

Quais as características que intervieram no modelo?



TOTAL DOS ESCOAMENTOS 35%

100% ?

58
1
35
94% ?

Fig. 4.9. Balanço hídrico relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1965/66 na bacia do rio Xarrama em Torrão

$$\frac{\text{Escorim. } 326}{\text{Precipet. } 840} = 38,8\%$$

Ordem do Parâmetro	Valor inicial	Valor final
1	0.073	0.2395
2	0.970	0.5240
3	0.030	0.0026
4	0.030	0.0394
5	20	65.6164
6	1	4.3957
7	5	17.7614
8	120	147.7932
9	0.1	10.1705
10	0	0.3207
11	0.1	0.1823
Função Objectivo	22,7390	13.6455

Quadro 4.12 Rio Xarrama em Torrão. Resultados da optimização

No período de calibração (1965/66 a 1969/70) o coeficiente de determinação linear médio anual entre os valores do caudal médio diário observado e simulado é 0.701. No período de verificação (1970/71 a 1974/75) o mesmo coeficiente tem o valor de .849.

Na Figura 4.10 apresentam-se os resultados da simulação no período de calibração e no Quadro 4.13 as séries anuais da precipitação e do escoamento observados, do coeficiente de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados e do erro entre os escoamentos anuais simulados e observados.

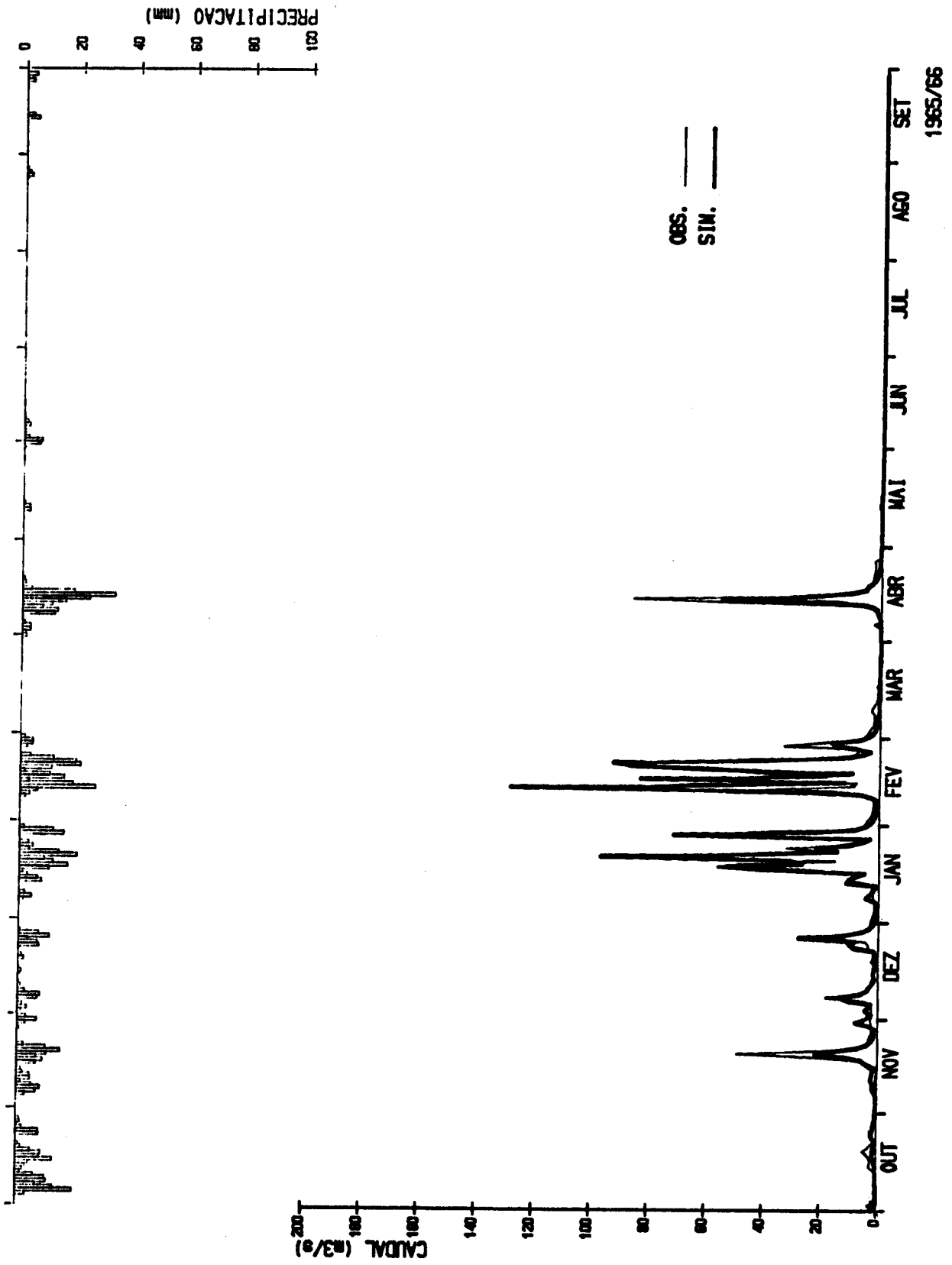


Fig. 4.10. Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC (1/6)

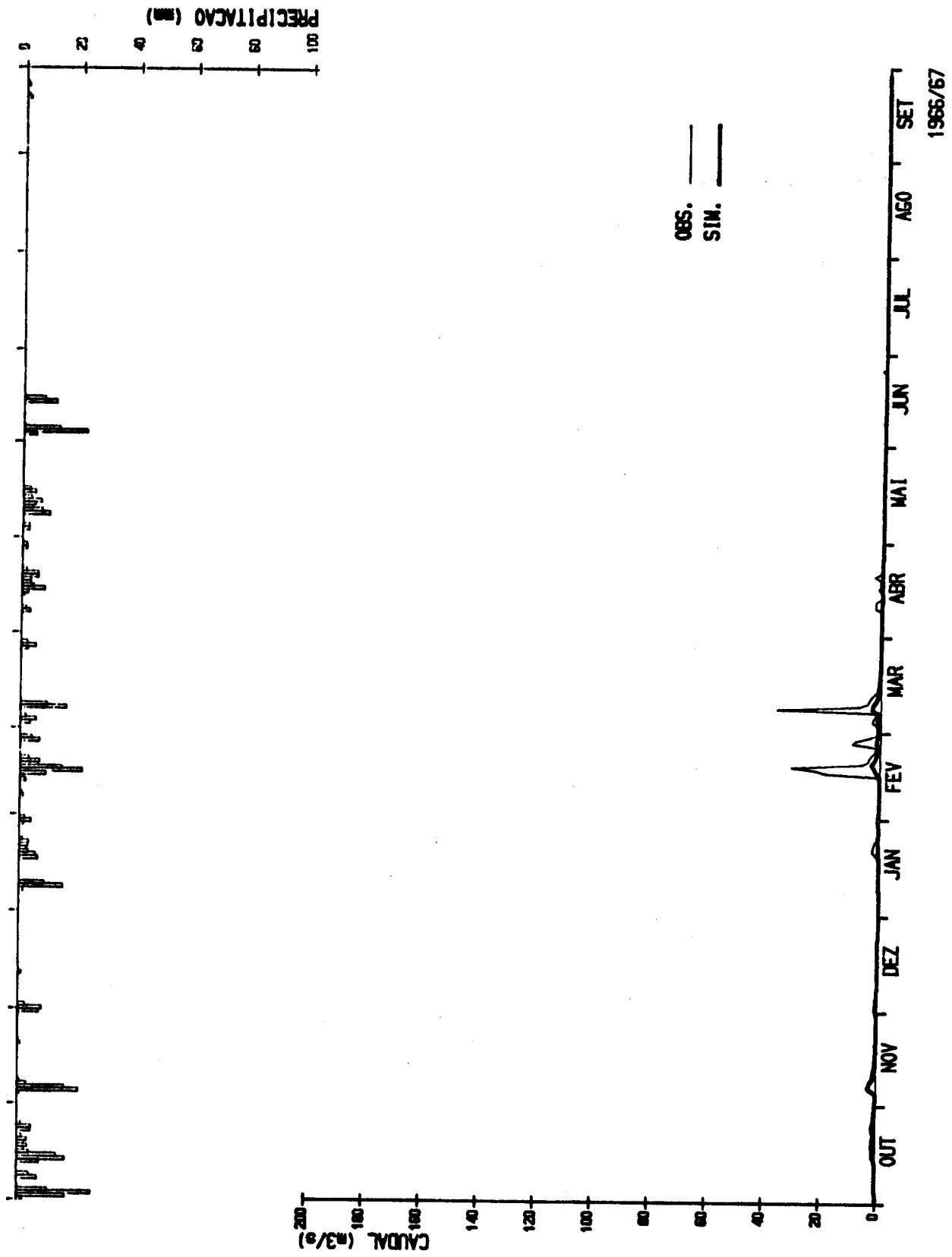


Fig. 4.10. Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC (2/6)

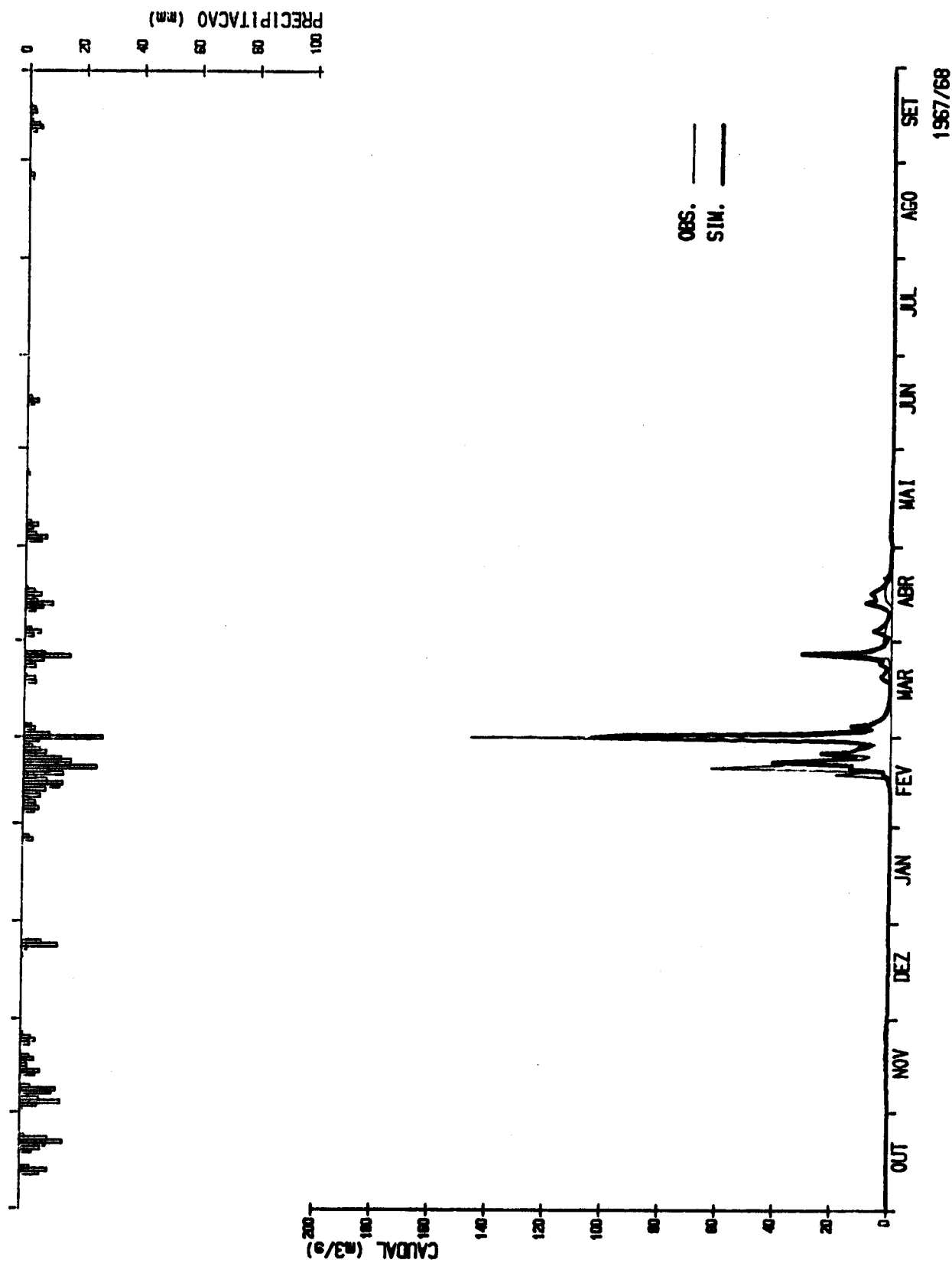


Fig. 4.10. Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC (3/6)

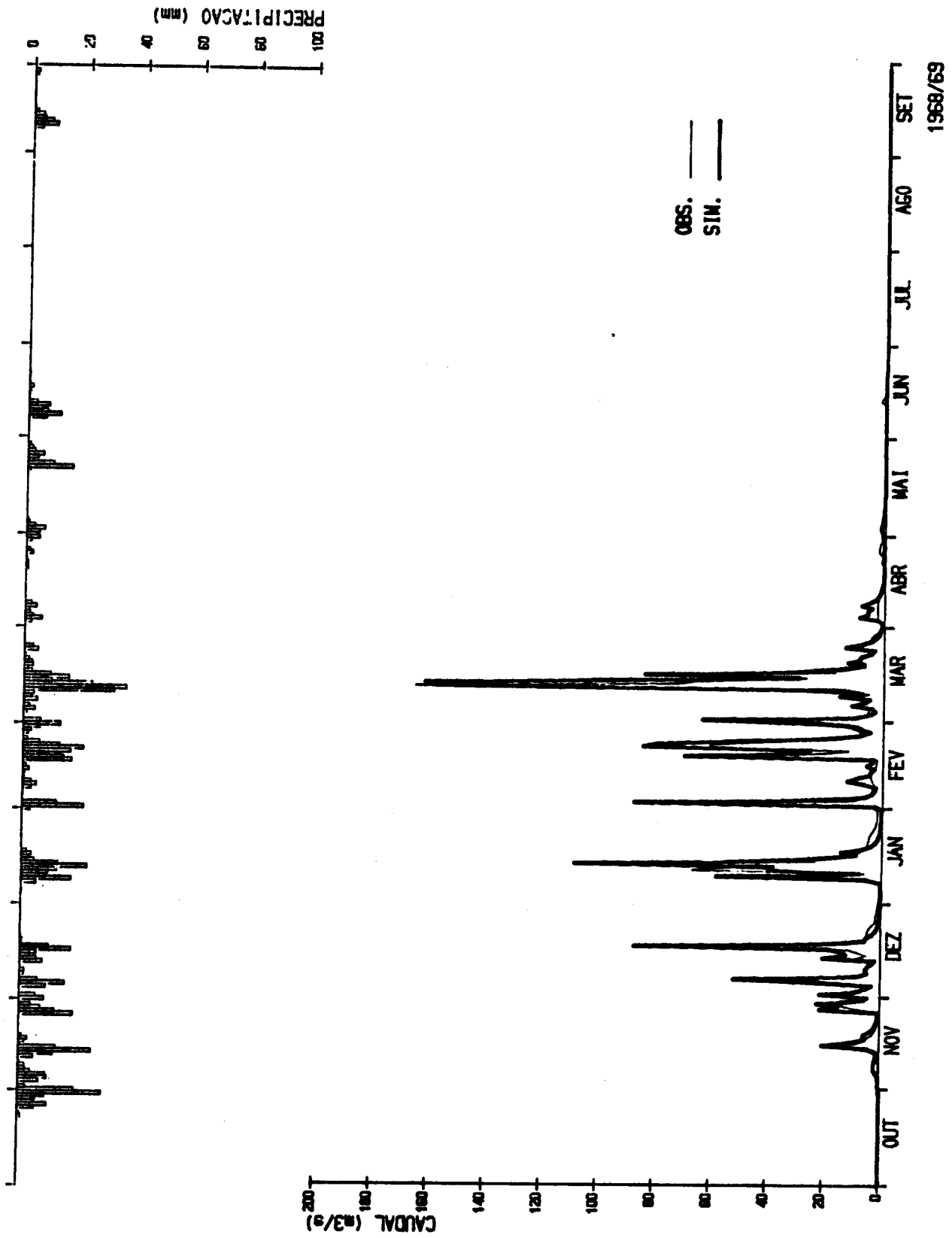


Fig. 4.10. Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC (4/6)

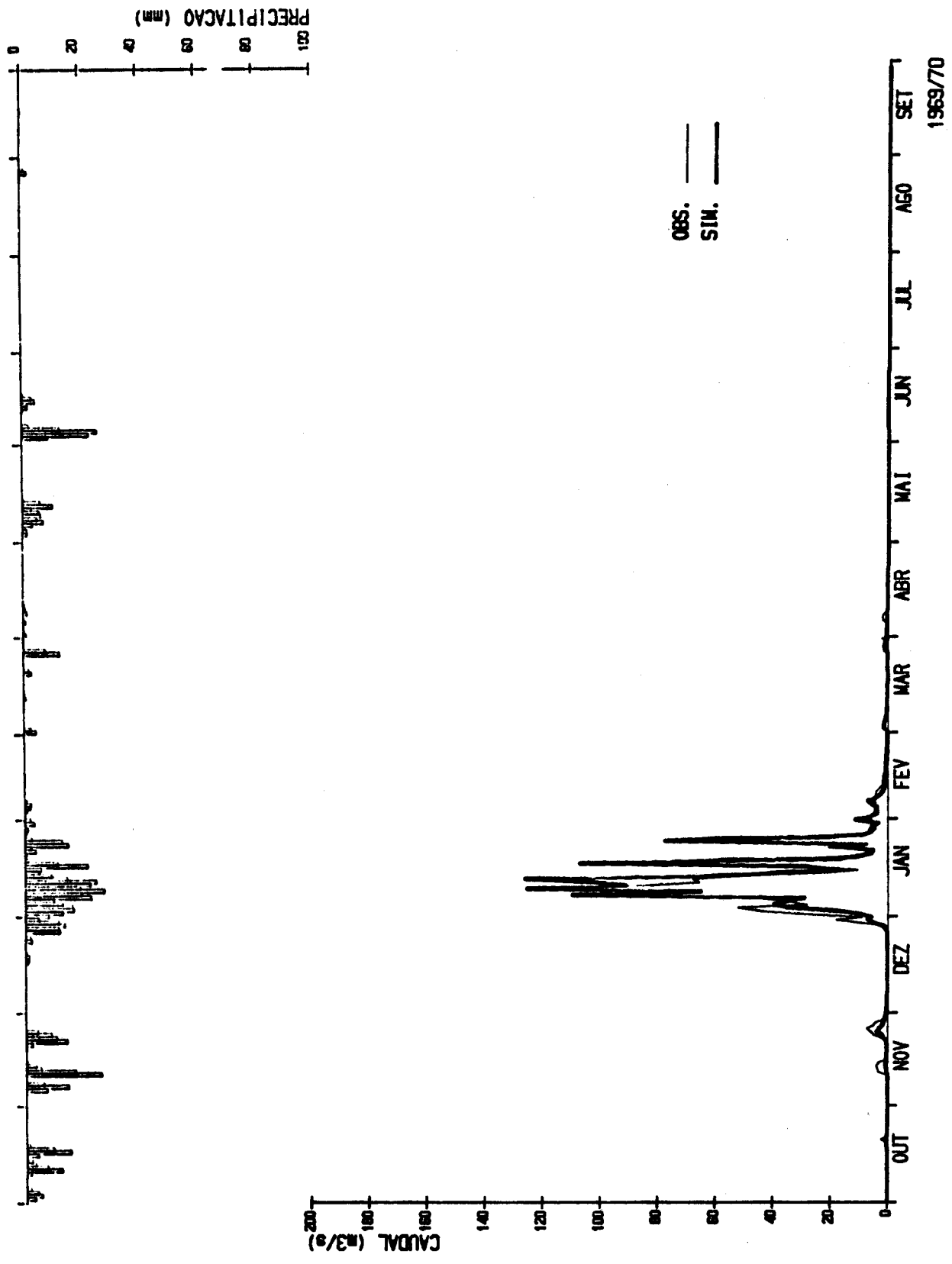


Fig. 4.10. Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC (5/6)

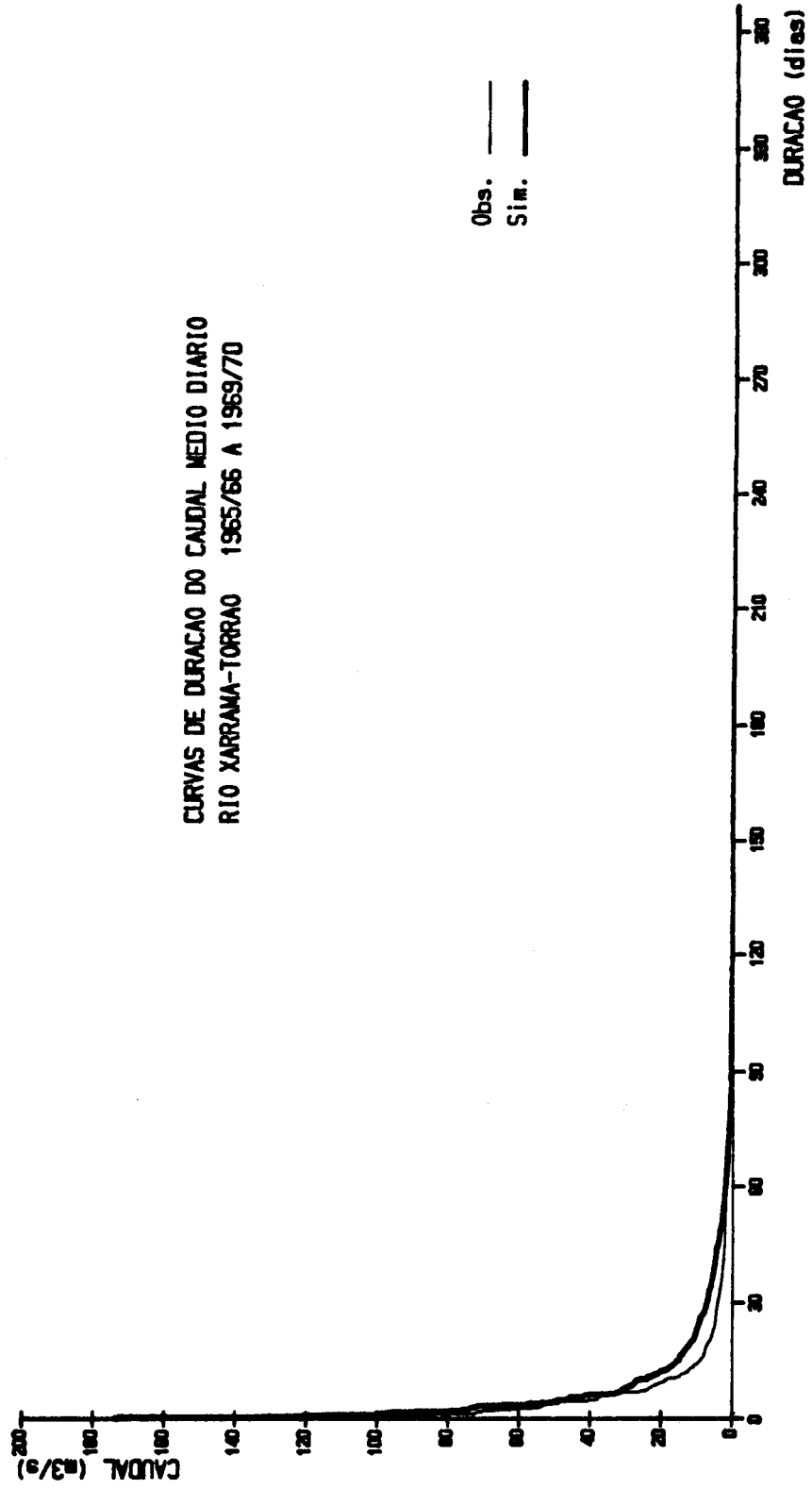


Fig. 4.10. Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC (6/6)

Ano	Precipitação (mm)	Escoamento (mm)	r	Erro anual (S-O) (mm)	Observações
1965/66	840	326	.863	-15	Período de calibração
1966/67	536	54	.589	-33	
1967/68	596	105	.800	+10	
1968/69	953	353	.938	+82	
1969/70	775	252	.946	+17	
1970/71	566	53	.871	+6	Período de verifica- ção
1971/72	465	108	.973	+25	
1972/73	506	67	.930	+4	
1973/74	469	28	.924	+2	
1974/75	490	36	.906	+38	

Quadro 4.13 Rio Xarrama em Torrão. Precipitação e escoamento anuais observados. Coeficiente de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados. Erro entre os escoamentos anuais simulados e observados.

4.6. Conclusões

Neste capítulo descreveram-se as bacias hidrográficas submetidas à aplicação do modelo e apresentaram-se os dados hidroclimáticos diários que constituem as entradas do modelo em fase de calibração.

Apresentaram-se os resultados da otimização do ajustamento do modelo e os gráficos dos caudais médios diários, calculados. Pode observar-se a aproximação satisfatória aos valores observados.

Analisando valores anuais do escoamento nas duas bacias

ensaiadas, tanto no período de calibração como no período de verificação, podemos concluir que o modelo global conduz a resultados aceitáveis, embora subestimando os valores dos maiores caudais de ponta.

Na bacia do rio Xarrama o ajustamento é de pior qualidade, sendo os valores simulados quase sempre por excesso, como ressalta da observação das curvas de duração do caudal médio diário, na Figura 4.10 (6/6).

5. MODIFICAÇÕES INTRODUZIDAS NO MODELO CREC

5.1. Introdução

O modelo CREC é um modelo global que tem sido largamente aplicado a zonas cársticas, onde o escoamento superficial raramente ocorre, como se pode constatar pelos resultados obtidos pelos autores do modelo (Cormary e Guilbot, 1974)

A fim de melhorar o resultado da aplicação do modelo às bacias ensaiadas, preocupámo-nos em, mantendo a função de produção, introduzir algumas alterações no modelo, respectivamente no cálculo da evapotranspiração real e no cálculo da infiltração.

5.2. A evapotranspiração real (ETR)

A humidade do solo vai diminuindo devido principalmente à evapotranspiração. A evapotranspiração real de um solo cultivado não depende sómente dos factores meteorológicos, como é o caso da potencial mas também dos factores relacionados com a cultura e com as propriedades físicas do solo.

Quando o solo está saturado de humidade a evapotranspiração real é mantida na taxa potencial. A medida que o solo seca a evapotranspiração real vai-se processando a uma taxa inferior à da evapotranspiração potencial. Ora, é precisamente no valor do decréscimo desta relação ETR/ETP que existem diferentes opiniões.

Veihmeyer e Hendrickson (1955) defendem que a evapotranspiração se processa à taxa potencial até ao coeficiente de emurhecimento e cai bruscamente a partir de então. Entretanto

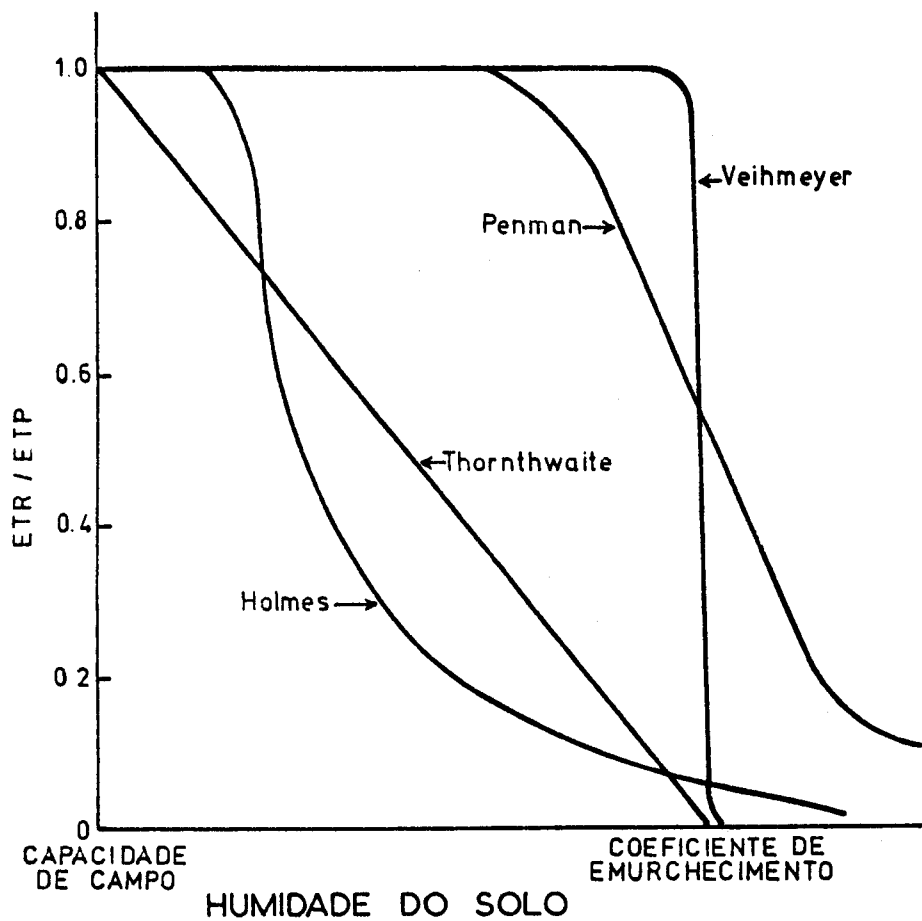


Fig. 5.1. Razão entre a Evapotranspiração real e a evapotranspiração potencial para diferentes níveis de humidade do solo [Saxton e Lenz (1967)].

Thorntwaite e Mather (1955) sugerem a existência de um decréscimo linear na relação ETR/ETP para níveis de humidade situados entre a capacidade de campo e o coeficiente de emurchecimento. Estas e outras teorias são esquematizadas na Figura 5.1.

Vários outros esquemas poderiam ser referidos, como o de Baier (1969) que apresenta 5 tipos de relações entre a humidade utilizável e a razão ETR/ETP, ou os modelos mais sofisticados de Johns e Smith (1975) Eagleman (1971) Baier e Robertson (1966) e Riiitema e Aboukhaled (1975) [Doorenbus e Kassan (1979)].

Num modelo global de escoamento como o utilizado, preferimos criar uma expressão que desse uma maior flexibilidade na redução da ETP. Assim, designando o nível de água no reservatório S por S_i e o nível de armazenamento máximo de água no solo por S_t , teremos:

$$\frac{ETR}{ETP} = \left(\frac{S_i}{S_t}\right)^{X_{15}} \quad \text{Vá 3.6, pag. 19} \quad (5.1)$$
$$ETR = ETP \times \left(\frac{S_i}{S_t}\right)^{X_{15}}$$
$$ETR_i = ETP_i \left(1 - e^{-S_i/X_z}\right)$$

onde X_{15} representa um parâmetro dependente do binómio solo-vegetação.

Esta expressão tem certa analogia com a expressão proposta por Boonyatharokul e Walker (1979) para cálculo do termo de extracção radicular e está de acordo com Norero et al. (1972) que afirmam que para fins práticos podemos admitir que a razão ETR/ETP é unitária quando o armazenamento de água é máximo e nula se o armazenamento é nulo.

A expressão (3.6) utilizada habitualmente no modelo CREC é análoga à que Van der Beken e Bylos (1977) empregaram em modelos de

pouco interessante

balanço hídrico.

Nas figuras 5.2 e 5.3 representamos o comportamento das expressões (3.6) e (5.1) para diferentes valores dos seus parâmetros. É notória a maior flexibilidade apresentada pela expressão (5.2).

(maior sensibilidade às variações de S_i (aproximando-se de Thornthwaite?))

5.3. A infiltração da água no solo

5.3.1. A função proposta

O cálculo da capacidade de infiltração no modelo CREC pareceu-nos demasiado simplificado, não traduzindo a influência que as características hidrodinâmicas da zona insaturada do solo exercem sobre o processo da infiltração.

$I_j = X_8 - X_9 \cdot \sqrt{S_j - 1}$ (3.2) pag. 18

Foi assim ensaiada a expressão:

$F = X_{12} - \frac{S_i}{S_t} X_{13} \cdot e^{X_{14}} \cdot (1 - \frac{S_i}{S_t})$

há alguma variação do tempo?
apenas variações com a humidade antecedente?

(5.2)

Vê também pag. 80

onde se representa por

X_{12} - a capacidade máxima de infiltração (F_0)

X_{13} - a diferença entre a capacidade máxima de infiltração

F_0 , e a capacidade mínima de infiltração, F_c , para

$S_i = S_t.$

X_{14} - parâmetro de ajustamento

(capacidade de infiltração é dependente do teor de humidade? e a capacid. max. é S_{i0} saturado?)

Esta função permite calcular diariamente a infiltração em função do nível de S_i .

Escrevendo a expressão (5.2) na forma.

$$\frac{X_{12} - F}{X_{13}} = \frac{S_i}{S_t} \cdot e^{X_{14}} \cdot \left(1 - \frac{S_i}{S_t}\right) \quad (5.3)$$

e, designando-se $\frac{X_{12} - F}{X_{13}}$ por F^* , vem

$$F^* = \frac{S_i}{S_t} \cdot e^{X_{14}} \cdot \left(1 - \frac{S_i}{S_t}\right) \quad (5.4)$$

Atendendo a que:

$$F^* = 0 \quad \text{se} \quad F = F_0$$

$$F^* = 1 \quad \text{se} \quad F = F_c$$

$$i = i_c + (i_0 - i_c) e^{-kt}$$

Horton

podemos representar gráficamente o comportamento da função F^* para diferentes valores de X_{14} , conforme se vê na Figura 5.4.

Esta expressão, inspirada na equação de Horton é semelhante à utilizada por Minderhoud (1982). Exige-se o conhecimento das capacidades máxima e mínima de infiltração, problema que seguidamente abordaremos.

?
no fun
a variável
Tempo

5.3.2. Informação necessária para o cálculo dos parâmetros da equação de infiltração proposta

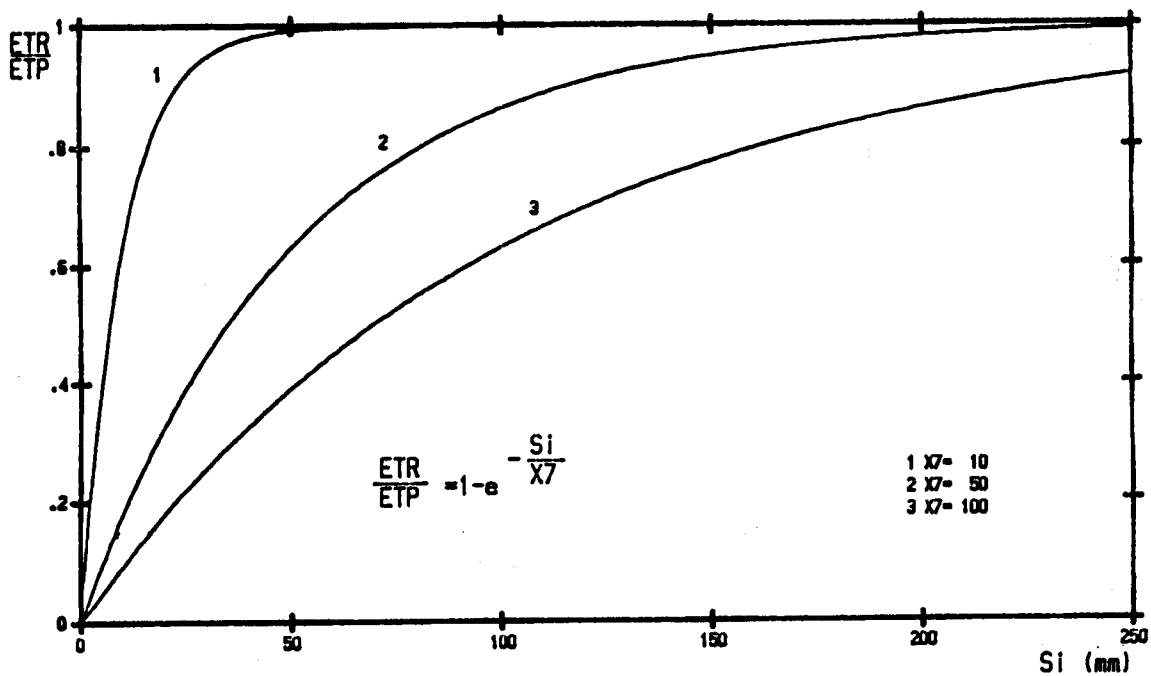


Fig. 5.2 Evolução da razão $\frac{ETR}{ETP}$ do modelo em função do nível do reservatório S.

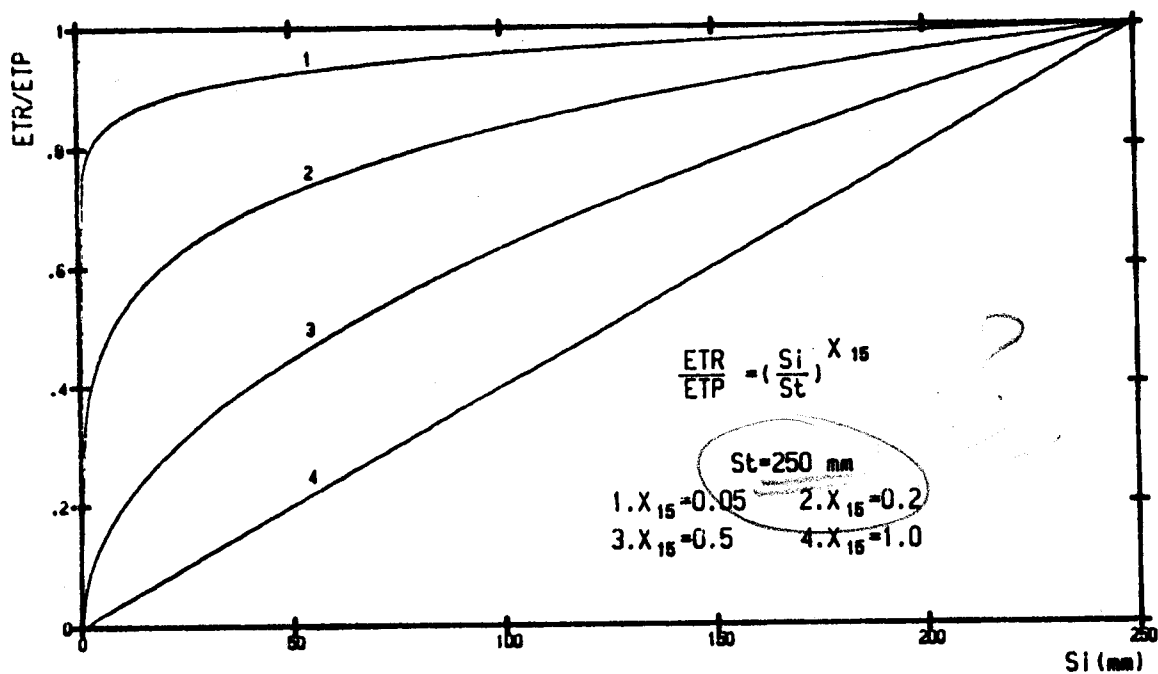


Fig. 5.3. Evolução da razão $\frac{ETR}{ETP}$ proposta em função do nível do reservatório S.

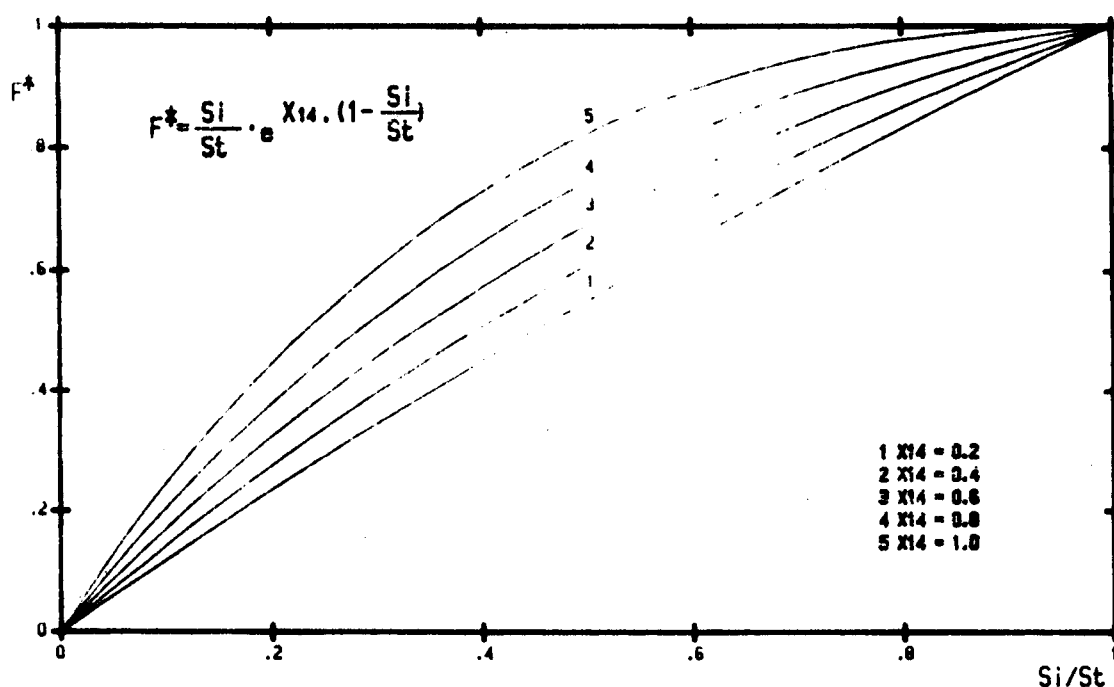


Fig. 5.4. Função de infiltração proposta.

5.3.2.1. Caracterização hidrodinâmica da zona insaturada do solo

A fim de se quantificar a transferência de água na zona não-saturada do solo e de se poderem caracterizar as propriedades físicas do solo, influenciando a dinâmica da água, é necessário o conhecimento de duas relações importantes:

- a relação sucção-humidade, $\Psi(\theta)$, que permite definir a energia que é necessário desenvolver para levar um certo volume de solo a determinado teor de humidade.

- a relação condutividade hidráulica-humidade, $K(\theta)$, que permite conhecer a facilidade com que a água se escoará entre duas camadas de solo, em resposta a um ~~gradiente hidráulico~~

um gradiente hidráulico

Seguindo o modelo de Van Genuchten (1980), baseado na teoria de Mualem (1976), admitiremos que a relação humidade-sucção é do tipo:

$$\theta^* = \frac{1}{[1 + (a_1 \cdot \Psi)^{a_2}]^{a_3}} \quad (5.5)$$

curva caract. humidade-sucção

com $\theta^* = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r}$, $a_3 = 1 - \frac{1}{a_2}$ e $0 < a_3 < 1$

humidade efectiva (El Kadi)

teoria de humidade adimensional (Genuchten)

onde θ_s e θ_r se referem respectivamente à humidade à saturação e à humidade residual.

afirma

A condutividade hidráulica relativa, segundo o referido modelo, é:

$$K_r = \frac{K}{K_s} \quad \left| \begin{array}{l} K \text{ condutividade} \\ K_s \text{ " à saturação} \end{array} \right.$$

$$K_r(\theta^*) = \theta^{*1/2} \cdot [1 - (1 - \theta^{*1/a_3})^{a_3}]^2$$

condut. relativa (5.6)

ou, se expressa em função da sucção

$$K_r(\Psi) = \frac{\left\{ 1 - (a_1 \cdot \Psi)^{a_2-1} [1 + (a_1 \cdot \Psi)^{a_2-1}]^{-a_3} \right\}^2}{[1 + (a_1 \cdot \Psi)^{a_2}]^{a_3/2}} \quad (5.7)$$

*? a para sat. (condutiv)
a para residual (humidade)*

Utilizando um método numérico podemos determinar θ_r , a_1 e a_2 (portanto também a_3) de forma a tornar mínima a soma dos quadrados dos desvios entre os pares de valores (θ, Ψ) observados e os calculados pela equação 5.5. Uma vez estimados estes parâmetros as funções $\Psi(\theta)$ e $K_r(\Psi)$ ficam pois definidas.

Outras expressões poderiam ter sido adoptadas, como as que são referidas por Alexander e Skaggs (1986).

5.3.2.2. Resolução numérica da equação do movimento da água no solo.

5.3.2.2.1. A equação do movimento da água no solo

A descrição matemática do movimento da água no solo é obtida considerando a equação da continuidade e a equação dinâmica. A equação da continuidade, admitindo a água e o meio incompressíveis, exprime-se por:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \operatorname{div} (\vec{q}) \quad (5.8)$$

onde:

\vec{q} - representa o vector velocidade aparente ou de filtração
(Santos Júnior, 1971)

t - representa o tempo

Para um escoamento ~~unidimensional~~ vertical, esta equação

reduz-se a:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \frac{\partial q}{\partial z} \tag{5.9}$$

orientada para cima?

sendo q o volume de água escoado por unidade de superfície de solo e por unidade de tempo e onde z representa a cota, orientada positivamente para baixo e tendo como origem a superfície do solo.

A equação dinâmica, exprimindo a lei de Darcy aplicada a meios porosos não saturados e admitindo certas hipóteses simplificadoras adiante mencionadas, ~~pode traduzir-se por:~~

fornece para movimento vertical a seguinte expressão escalar.

$$\vec{q} = - K(\theta) \text{ grad } H \tag{5.10}$$

onde $K(\theta)$ representa a condutividade hidráulica e H o potencial hidráulico, expresso em energia por unidade de peso, (carga hidráulica) definido por:

carga piezométrica

$$H = h - z$$

necessário

com h representando a componente de pressão e z a componente gravitacional.

A combinação das equações (5.9) e (5.10) conduz à equação do movimento vertical da água.

matriz e vetorial?

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} [K(\theta) \cdot \left(\frac{\partial h}{\partial z} - 1 \right)] \tag{5.11}$$

II eq (5.10) deveria ter sido escalar.

A introdução da capacidade específica para a água, definida por:

$$C(h) = \frac{d\theta}{dh} \quad (5.12)$$

permite escrever a equação (5.11) sob a forma:

$$C(h) \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} [K(h) \cdot (\frac{\partial h}{\partial z} - 1)] \quad (5.13)$$

2
03 (já foi mudado na errata)

onde $K(h)$ representa a condutividade hidráulica em função do potencial de pressão.

A equação (5.13) é geralmente conhecida por equação de Richards.

Uma vez admitidas certas hipóteses simplificadoras como escoamento monofásico, ~~meio inerte, isotérmico, homogêneo e isotrópico,~~ *fluido incompressível, homogêneo, isotérmico, homogêneo e isotrópico?* podemos dizer que é a resolução numérica desta equação aquela que melhor se adapta a diferentes condições iniciais e de fronteira, já que certas aproximações quasi-analíticas de resolução apenas são aplicáveis em condições particulares.

A equação (5.13) é uma equação às derivadas parciais, de segunda ordem, não linear, tipo parabólico.

Num solo insaturado, o potencial de pressão h é negativo e pode ser expresso em termos de sucção Ψ . Assim, retomando a equação (5.13), e atendendo a que $C = - \frac{\partial \theta}{\partial \Psi}$, conforme Hillel (1980), podemos

dar-lhe a forma:

$$- c \frac{\partial \Psi}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial z} [K(\Psi) \cdot \frac{\partial \Psi}{\partial z}] - \frac{\partial K(\Psi)}{\partial z}$$

ou

$$c \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} [K(\Psi) \cdot \frac{\partial \Psi}{\partial z}] + \frac{\partial K}{\partial z} \tag{5.14}$$

Contudo, desenvolveremos os calculos entrando sempre com o potencial de pressão h, limitando a utilização da succção apenas aos gráficos ou aos casos em que se utilizem logaritmos ou potências.

Seguiremos um método de resolução numérica baseado no esquema implícito de Crank-Nicolson para diferenças finitas do tipo utilizado por Hanks e Bowers (1962) e mais tarde adoptado por Smith e Woolhiser (1971) e também por Mein e Larson (1971).

Assim, aproximando as derivadas parciais pelas diferenças finitas, a expressão (5.13) toma a forma:

$$c \cdot \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} (K \cdot \frac{\partial h}{\partial z}) - \frac{\partial K}{\partial z}$$

$$\frac{\Delta \theta}{\Delta h} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{K_s}{\Delta z} \cdot \Delta (K_r \frac{\Delta h}{\Delta z}) - K_s \frac{\Delta K_r}{\Delta z}$$

K_s - condut. à saturação
 $K_r = \frac{K}{K_s} \rightarrow (5.15) K = K_r K_s$

onde $\frac{\Delta \theta}{\Delta h}$, aproximação da capacidade específica para água pelas diferenças finitas, será representada por C_a. Multiplicando ambos os membros desta equação por Δz, vem:

$$C_a \cdot \Delta z \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t} = K_s [\Delta (K_r \frac{\Delta h}{\Delta z}) - \Delta K_r]$$

enata

Na figura 5.5 apresentamos um esquema da malha adoptado para o estabelecimento das diferenças finitas. Para cada nó usamos o índice i para a profundidade e o índice j para o tempo. Assim $i = 1$ e $j = 1$ referem-se à origem, quer das profundidades quer dos tempos.

A profundidade z_i diz respeito à espessura do solo Δz_i compreendida desde o ponto médio entre z_i e z_{i-1} , ao ponto médio entre z_i e z_{i+1} . Representando estes pontos médios por $-$ e $+$ respectivamente, teremos:

$$\Delta z_i = \Delta z_{i-} + \Delta z_{i+} \quad \text{com } i = 1, 2, \dots, n$$

Os valores das grandezas assumidos nestas ~~distâncias~~ ^{intervalos} médias são calculados no ponto médio do acréscimo de tempo Δt .

Temos pois:

$$C_{a_i}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta z_i}{\Delta t} (h_i^j - h_i^{j-1}) = K_s \left[K_{r+}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta h^{j-1/2}}{\Delta z_+} - K_{r-}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta h^{j-1/2}}{\Delta z_-} + K_{r-}^{j-1/2} - K_{r+}^{j-1/2} \right]$$

malha

(5.16)

com $i = 1, 2, \dots, n$

e

$j = 1, 2, \dots, m$

$$\text{Fazendo } \Delta h_+^{j-1/2} = \frac{1}{2} (h_{i+1}^j + h_{i+1}^{j-1} - h_i^j - h_i^{j-1}) \quad (5.17)$$

$$\text{e } \Delta h_-^{j-1/2} = \frac{1}{2} (h_i^j + h_i^{j-1} - h_{i-1}^j - h_{i-1}^{j-1}) \quad (5.18)$$

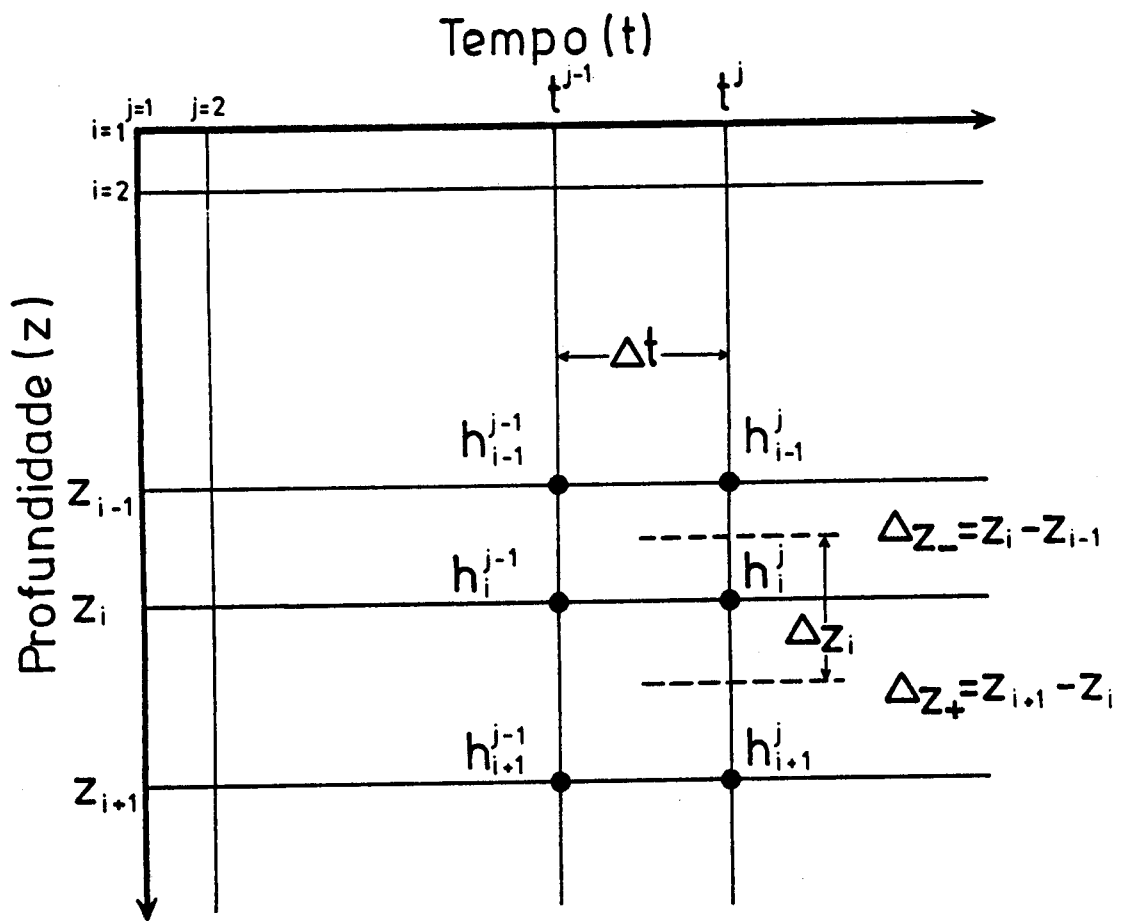


Fig. 5.5. Esquema da malha adoptada na discretização para diferenças finitas

e tomando as médias temporais $K_{r-}^{j-1/2} = \frac{1}{2} \left(K_{r_{i-1}}^j + K_{r_{i-1}}^{j-1} \right)$

e $K^{j-1/2} = \frac{1}{2} \left(K_{r_i}^j + K_{r_i}^{j-1} \right)$

vem, por substituição de (5.17) e (5.18) em (5.16)

$$C_{a_i}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta Z_i}{\Delta t} h_i^j - h_i^{j-1} = K_s K_{r_+}^{j-1/2} \frac{h_{i+1}^j + h_{i-1}^{j-1} - h_i^j - h_i^{j-1}}{2\Delta Z_+} -$$

$$- K_{r_-}^{j-1/2} \frac{h_i^j + h^{j-1} - h_{i-1}^j - h_{i-1}^{j-1}}{2\Delta Z_-} + K_{r_r} - K_{r_+}$$

A variável desconhecida é h^j . Passando para o primeiro membro todos os termos onde ela intervem, temos:

$$- C_{a_i}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta Z_i}{\Delta t} h_i^{j-1} - K_s \cdot K_{r_+}^{j-1/2} \frac{h_{i+1}^{j-1} - h_i^{j-1} + 2\Delta Z_+}{2\Delta Z_+} +$$

$$+ K_s K_{r_-}^{j-1/2} \frac{h_i^{j-1} - h_{i-1}^{j-1} - 2\Delta Z_-}{2\Delta Z_-} = h_{i-1}^j \cdot \frac{K_s \cdot K_{r_-}^{j-1/2}}{2\Delta Z_-} - h_i^j \frac{K_s K_{r_+}^{j-1/2}}{2\Delta Z_+}$$

$$- \frac{K_s K_{r_-}^{j-1/2}}{2\Delta Z_-} - C_{a_i}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta Z_i}{\Delta t} + h_{i+1}^j \cdot K_s \cdot \frac{K_{r_+}^{j-1/2}}{2\Delta Z_+} \quad (5.19)$$

5.3.2.2.2. Condições iniciais e de fronteira

Condições de fronteira superior

a) caso em que a superfície não está saturada.

é necessário considerar a intensidade de precipitação I_p , juntamente com a equação de continuidade, no nó $i = 1$. Assim, temos:

$$C_{a_1}^{j-1/2} \frac{\Delta Z_1}{\Delta t} (h_1^j - h_1^{j-1}) = - K_s K_{r+} \frac{h_2^j + h_2^{j-1} - h_1^j - h_1^{j-1}}{2\Delta Z_+} + 1 + I_p$$

Passando para o 2º membro os valores desconhecidos vem:

$$- C_{a_1}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta Z_1}{\Delta t} h_1^{j-1} + K_s K_{r+} \frac{h_2^{j-1} - h_1^{j-1} + 2\Delta Z_+}{2\Delta Z_+} - I_p$$

$$= h_2^{j-1/2} \frac{K_s K_{r+}}{2\Delta Z_+} - C_{a_1}^{j-1/2} \frac{\Delta Z_1}{\Delta t} - h_2^j \frac{K_r K_r^+}{2\Delta Z_+}$$

ou ainda:

$$D_2^{j-1/2} = b_1 h_1^j + c_1 h_2^j$$

que será a primeira equação do sistema tridiagonal (5.22)

b) caso em que a superfície do solo está saturada

Então a sucção h_1^j é nula, admitindo-se que não há alagamento significativo à superfície. Saltamos o nó 1 e iniciamos os cálculos

Sucessão

no nó 2. Como h_1^j é nulo, a equação (5.20) transforma-se em:

$$D_2^{j-1/2} = b_{22} h_2^j + c_{23} h_3^j$$

que passará a ser a primeira equação do sistema (5.22)

Condição de fronteira inferior

Nos primeiros instantes da infiltração a frente de humedecimento ainda não penetrou grandemente no perfil. Assim, os nós que ainda não foram atingidos pela frente de humedecimento são excluídos do cálculo. A matriz [A] é pois truncada e, supondo o caso para o nó m , teremos.

$$h_m^j = h_m^{j-1}$$

e a equação (5.20) transforma-se em:

$$D_m^{j-1/2} = a_{m,m-1} h_{m-1}^j + b_{m,m} h_m^j$$

que constitui a última equação do sistema tridiagonal (5.22). Na resolução deste sistema seguimos o algoritmo de Thomas (Reason et al., 1971).

Condições iniciais

As condições iniciais a especificar são o teor de humidade em cada nó e se há saturação ou não à superfície do solo no início do tempo.

5.3.2.2.3. A resolução da equação (5.16) para cada incremento de tempo

Propriedades do solo

Para cada incremento de tempo é necessário calcular os valores de K_r e de C correspondentes à sucção em cada nó. Recorremos à interpolação linear a partir de uma tabela de valores. Para cálculo de $C_a^{j-1/2}$ a partir das tabelas (θ, h) escolheu-se o ponto mais próximo do ponto médio $S_{i,j-1}$ e $S_{i,j}$. O declive era determinado partindo da parábola entre estes pontos e os seus adjacentes.

Iterações

Para resolver a equação (5.16) para dado incremento de tempo são necessários valores correctos de K_r e C_a em cada nó. Contudo, para sua obtenção é necessário estimar h . A equação 5.19 é então resolvida para os novos valores de h e as discrepâncias avaliadas.

Transição das condições de fronteira

Quando a infiltração se processar a uma taxa superior a K_s a superfície do solo vai-se tornando cada vez mais húmida. Assim, uma verificação permanente das humidades no nó superficial, permite, quando se alcançar a saturação, ajustar o passo temporal de modo ao fenómeno ocorrer apenas no fim do incremento de tempo e o passo recalculado. Os incrementos temporais seguintes admitem que há condições de saturação à superfície.

Aceleração da convergência

a convergência para cada processo iterativo acima descrito pode acelerar-se utilizando o método de Aitken Δ^2 que prediz um valor melhorado a partir do resultado das 3 iterações anteriores:

$$S'_{n+2} = S_n - \frac{(S_{n+1} - S_n)^2}{(S_{n+2} - 2S_{n+1} + S_n)}$$

Cálculo da infiltração

após a convergência ser alcançada, calcula-se a infiltração acumulada por:

$$F^j = \sum_{i=1}^m \Delta z_i (\theta_i^j - \theta_i^1)$$

A taxa de infiltração média referente ao intervalo de tempo é:

$$f = \frac{F^j - F^{j-1}}{\Delta t}$$

Incrementos de profundidade

Alguns autores aconselham um acréscimo constante de profundidade. Contudo Smith mostrou que a escolha do acréscimo de profundidade tem uma influência considerável no resultado e propôs que os incrementos fossem menores perto da superfície onde os gradientes de sucção são maiores, e maiores nos pontos mais distantes

da superfície.

Assim, seguimos os incrementos utilizados por Mein e Larson (1971) e que reproduzimos no Quadro 5.1

Profundidade (cm)	Espessura do incremento (cm)	N° de incrementos
0 - 1	0.20	5
1 - 8	0.25	28
8 - 10	0.50	4
10 - 15	1.00	5
15 - 25	2.00	5
> 25	5.00	3

Quadro 5.1. Incrementos de profundidade usados no esquema de diferenças finitas

Incrementos de tempo

A equação (5.13) é não linear porque C e K são funções de h. Assim, a sua resolução pressupõe que K e C são constantes em cada passo temporal.

O incremento de tempo inicial era arbitrariamente escolhido, como o tempo necessário para preencher 10% do armazenamento inicial na camada superior do perfil. Maiores incrementos iniciais causam instabilidade na solução. Então o critério limitante usado para a escolha do passo de tempo era a mudança na razão $\frac{\Delta\theta}{\Delta h}$ ao longo do incremento de tempo o que se baseava na mudança de curvatura da curva (θ, h).

O incremento de tempo era aumentado de 20% se o número de iterações no passo anterior era inferior a quatro e reduzido para metade se este número era superior a vinte.

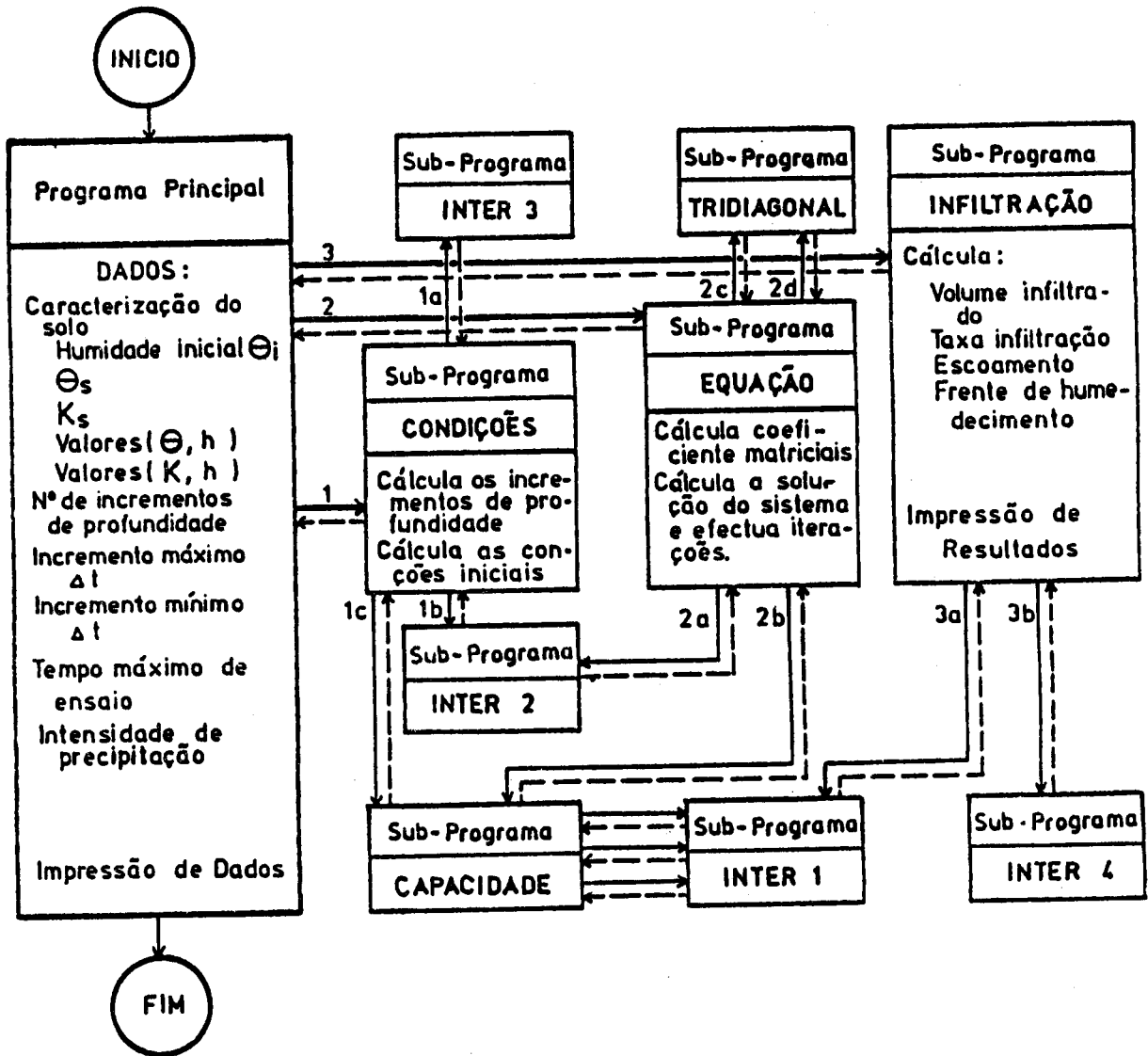


Fig. 5.6. Esquema da estruturação do programa de cálculo utilizado na resolução da equação de Richards.

5.3.2.2.4 Estruturação de um programa de cálculo

Na Fig. 5.6 apresentamos a estrutura do programa utilizado para resolução da equação de Richards.

Trata-se de um programa escrito em BASIC adaptado de outros existentes e com vários subprogramas originais.

Um programa PRINCIPAL recebe os dados de entrada e faz a chamada a diferentes sub-programas. O sub-programa CONDIÇÕES calcula os incrementos de profundidade e as condições iniciais. O sub-programa EQUAÇÃO calcula os coeficientes matriciais e, após chamada ao sub-programa TRIDIAGONAL, resolve o sistema de equações. O sub-programa CAPACIDADE calcula a capacidade específica a partir dos valores (θ, h) e os diferentes sub-programas INTER efectuam interpolações de dados a partir dos pares de valores (θ, h) , (K, h) e (h, z) . Por último, o sub-programa INFILTRAÇÃO calcula o volume infiltrado, a taxa de infiltração, escoamento e a posição da frente de humedecimento. No capítulo seguinte apresentamos uma saída destes resultados.

5.4. Conclusões

Apresentámos as modificações introduzidas no modelo CREC, afectando fundamentalmente o cálculo da evapotranspiração real e da capacidade de infiltração da água no solo. Relativamente a esta última detalhámos o cálculo da equação do movimento vertical da água no solo com base nas suas características hidrodinâmicas, recorrendo a métodos numéricos para diferenças finitas. Esta informação será aplicada à estimação dos parâmetros da equação de infiltração proposta o que constitui matéria do capítulo seguinte.

6. APLICAÇÃO DO MODELO CREC MODIFICADO

6.1. Introdução

As modificações introduzidas no modelo CREC, descritas no capítulo anterior, foram aplicadas às duas bacias hidrográficas que temos vindo a estudar. Assim, foi necessário determinar as características hidrodinâmicas dos solos destas bacias, o que, para um modelo tipo global como o CREC, trouxe grandes dificuldades metodológicas.

Na impossibilidade de efectuarmos um estudo exaustivo dos diferentes solos que constituem as bacias para as quais modelámos os escoamentos e sem abordarmos técnicas de apreciação da variabilidade espacial, como referem Warrick e Nielsen (1980), estudámos as características dos solos mais representativos em cada uma das bacias, de modo a obter os parâmetros necessários às funções modificadas que queríamos introduzir no modelo.

6.2. Bacia do rio Simonte em Louçainha

6.2.1. Caracterização hidrodinâmica

Examinados os solos desta bacia hidrográfica, foram escolhidos os solos litólicos húmicos de xistos e grauvaques, Qx (Cardoso, 1974), dado que as suas características hidrodinâmicas se podem tomar como representativas da bacia em estudo.

Da análise do horizonte A1 de um solo desta unidade pedológica seleccionámos as características físicas que constam do Quadro 6.1:

Areia	Limo	Argila	Densidade aparente
61.9	25.3	12.8	1.13

Quadro 6.1. Análise do horizonte A1 do solo Qx ensaiado

A curva característica de humidade, $\Psi(\theta)$, foi determinada a partir dos valores laboratoriais aos quais se ajustou o modelo de Van Genuchten (1980), atrás descrito, com parâmetros indicados na figura 6.1.

Recorrendo à equação (5.7) determinou-se a função condutividade relativa, $K_r(\Psi)$.

A determinação da condutividade hidráulica à saturação foi realizada pelo método do duplo-anel (Ahuja, 1982). No Anexo, figura A.1., pode ver-se o dispositivo experimental que foi instalado no solo e que conduziu ao seguinte resultado:

$$K_s = 3 \text{ cm.h}^{-1} = 0,00093 \text{ cm/seg.}$$

6.2.2. Resolução da equação do movimento vertical da água no solo

Iremos considerar apenas os dois casos que interessam à ocorrência de escoamento superficial:

- a) a intensidade de precipitação é superior à condutividade hidráulica à saturação, mas inferior à capacidade de infiltração.

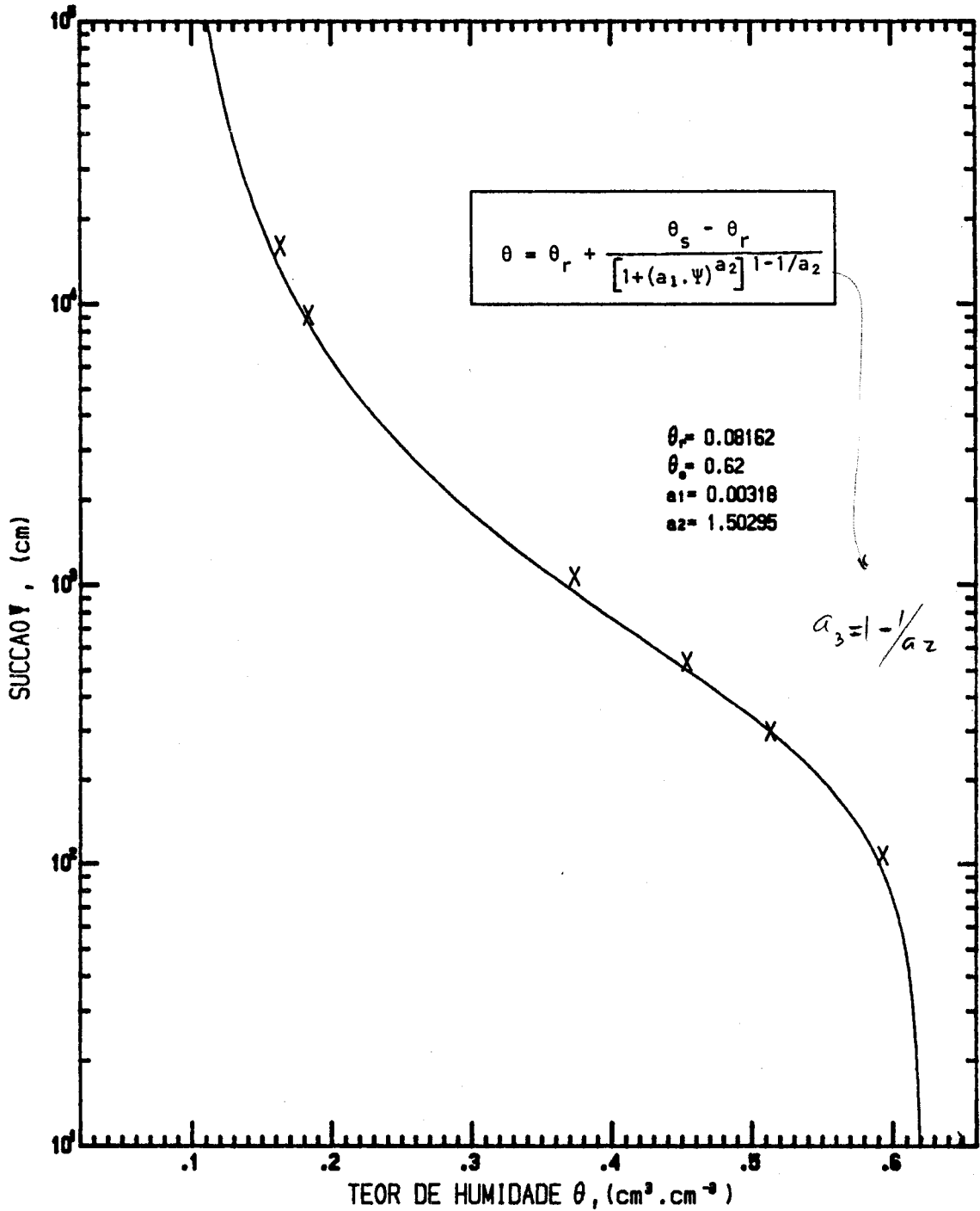


Fig. 6.1. Curva $\Psi(\theta)$ para a camada superficial do solo ensaiado (Qx)



b) a intensidade de precipitação é superior à capacidade de in filtração.

Na transição de a) para b) surge a produção de escoamento superficial, em correspondência com o tempo de submersão.

Ensaaiaram-se diferentes combinações dos valores de intensidade de precipitação e de humidade inicial, conforme Quadro 6.2.

I_p/K_s		θ_i		
4	8	0.32	0.40	0.50

Quadro 6.2. Valores da intensidade de precipitação relativa e da humidade inicial

A título exemplificativo apresentamos na figura 6.2. uma saída dos valores obtidos numa etapa de cálculo da equação do movimento vertical da água no solo.

Com os valores calculados para os diferentes incrementos, quer de profundidade quer de tempo, podemos traçar os perfis de humidade conforme exemplificamos na figura 6.3.

Nas figuras 6.4 e 6.5 desenharam-se as taxas de infiltração para dois níveis de intensidade de precipitação, mostrando o efeito que nelas exerce o teor de humidade inicial do solo e, sendo esta constante, o tempo de submersão diminui com o aumento da intensidade de precipitação e, para determinada intensidade de precipitação, o tempo de submersão diminui com o aumento da humidade inicial do solo.

o tempo para escoamento?

J=64 Nós e teores de humidade

1	0.62000	2	0.61999	3	0.61999
4	0.61995	5	0.61994	6	0.61992
7	0.61985	8	0.61980	9	0.61976
10	0.61980	11	0.61960	12	0.61950
13	0.61942	14	0.61934	15	0.61916
16	0.61907	17	0.61896	18	0.61881
19	0.61866	20	0.61848	21	0.61828
22	0.61824	23	0.61800	24	0.61760
25	0.61757	26	0.61760	27	0.61697
28	0.61666	29	0.61688	30	0.61644
31	0.61572	32	0.61588	33	0.61583
34	0.61509	35	0.61441	36	0.61387
37	0.61286	38	0.61224	39	0.61036
40	0.60820	41	0.60577	42	0.60302
43	0.59977	44	0.59237	45	0.58299
46	0.57089	47	0.55620	48	0.53583
49	0.48209				

Frente de humedecimento.....	25.90 cm
Sucção na frente de humedecimento...	267.49 cm
Incremento de tempo.....	200.00 s
Tempo desde início.....	1870.20 s
Taxa de infiltração.....	0.00170 cm/s
Altura total de água infiltrada.....	5.70 cm
Altura total de água precipitada....	6.23 cm
Intensidade de precipitação.....	0.00333 cm/s
Escoamento superficial.....	0.54 cm/s
Número de iterações.....	4

Fig. 6.2. Exemplo dos resultados obtidos numa etapa do cálculo da equação do movimento vertical da água no solo (Q_x)

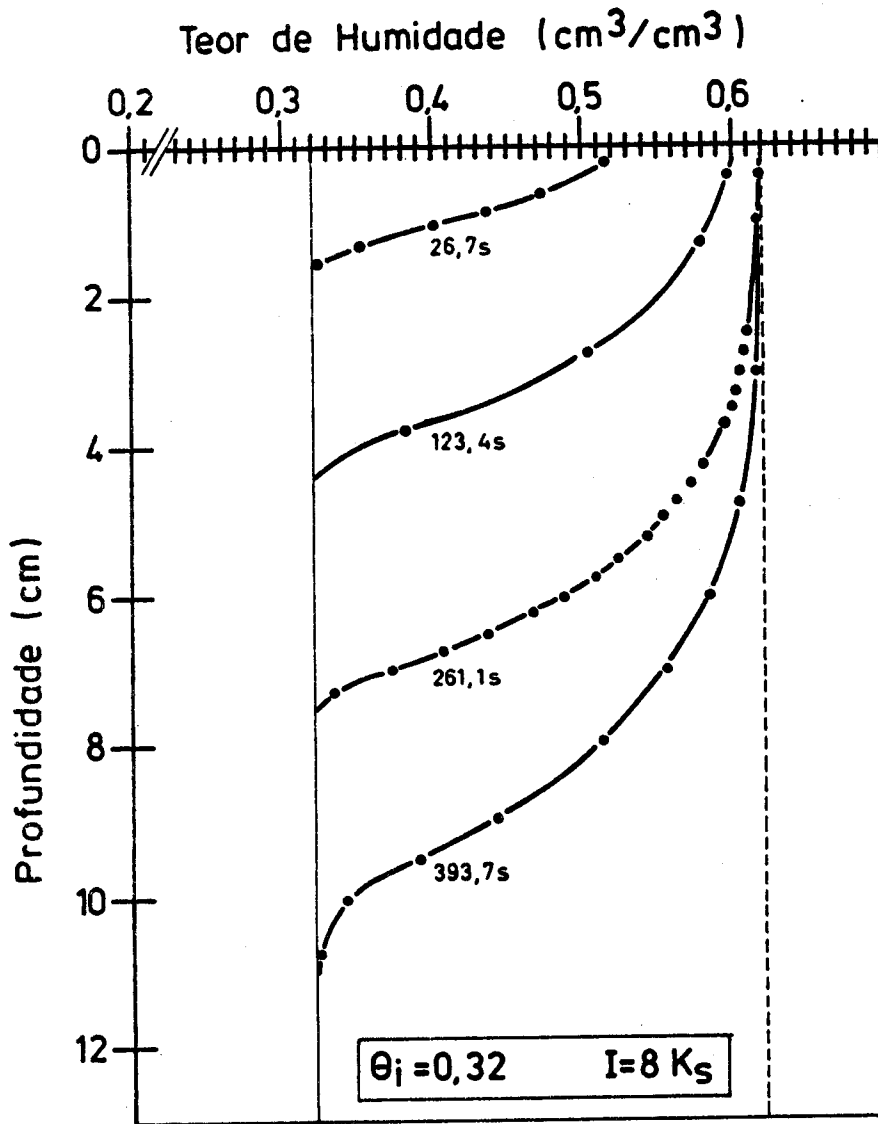
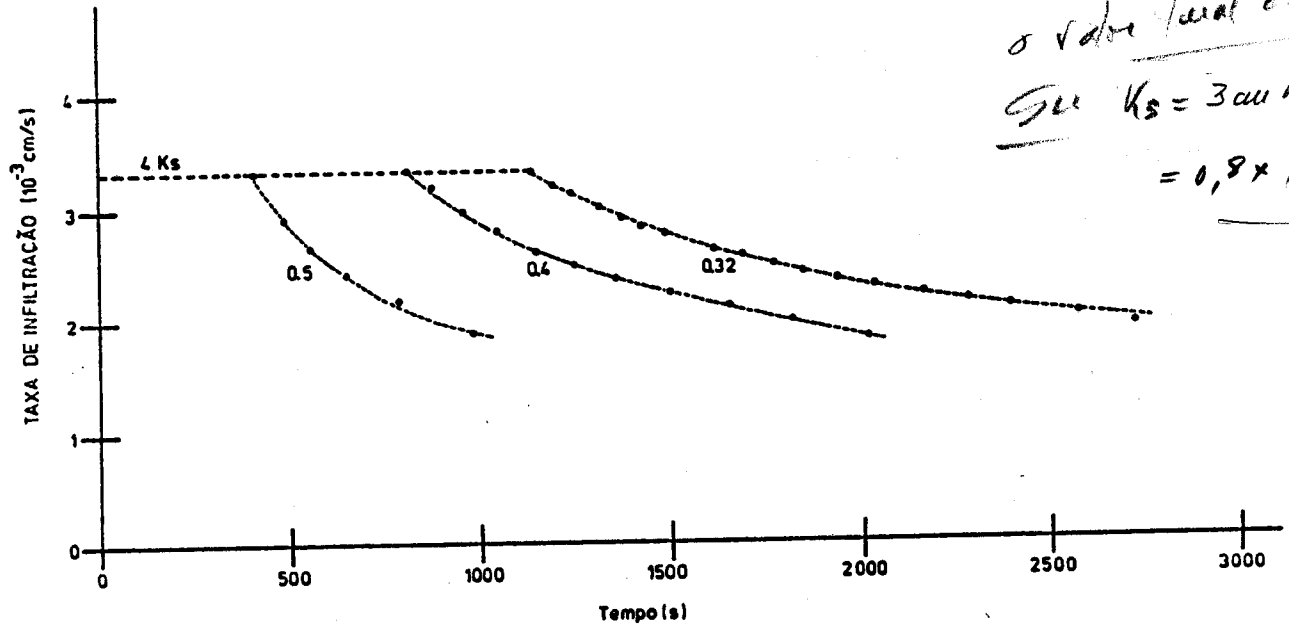


Fig. 6.3. Perfis de humidade (Solo Qx) para as condições $\theta_i = 0,32$ e

$I_p = 8 K_s$



em solo homogêneo
o valor final de K_s
Seu $K_s = 3 \text{ cm h}^{-1} =$
 $= 0,8 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

Fig. 6.4. Taxas de infiltração para diferentes níveis de humidade inicial do solo (Q_x) e $I_p = 4K_s$

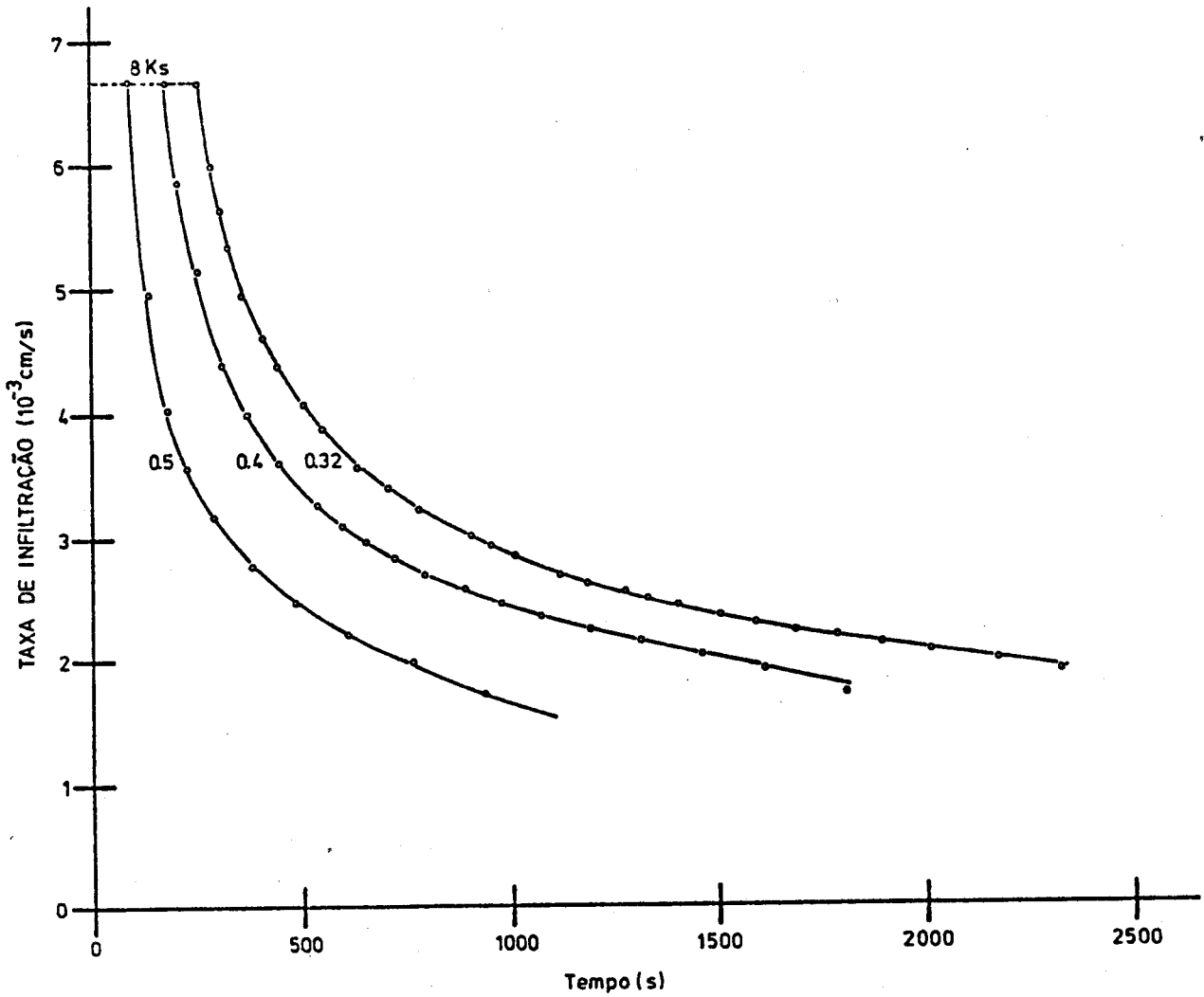


Fig. 6.5. Taxas de infiltração para diferentes níveis de humidade inicial do solo (Q_x) e $I_p = 8K_s$

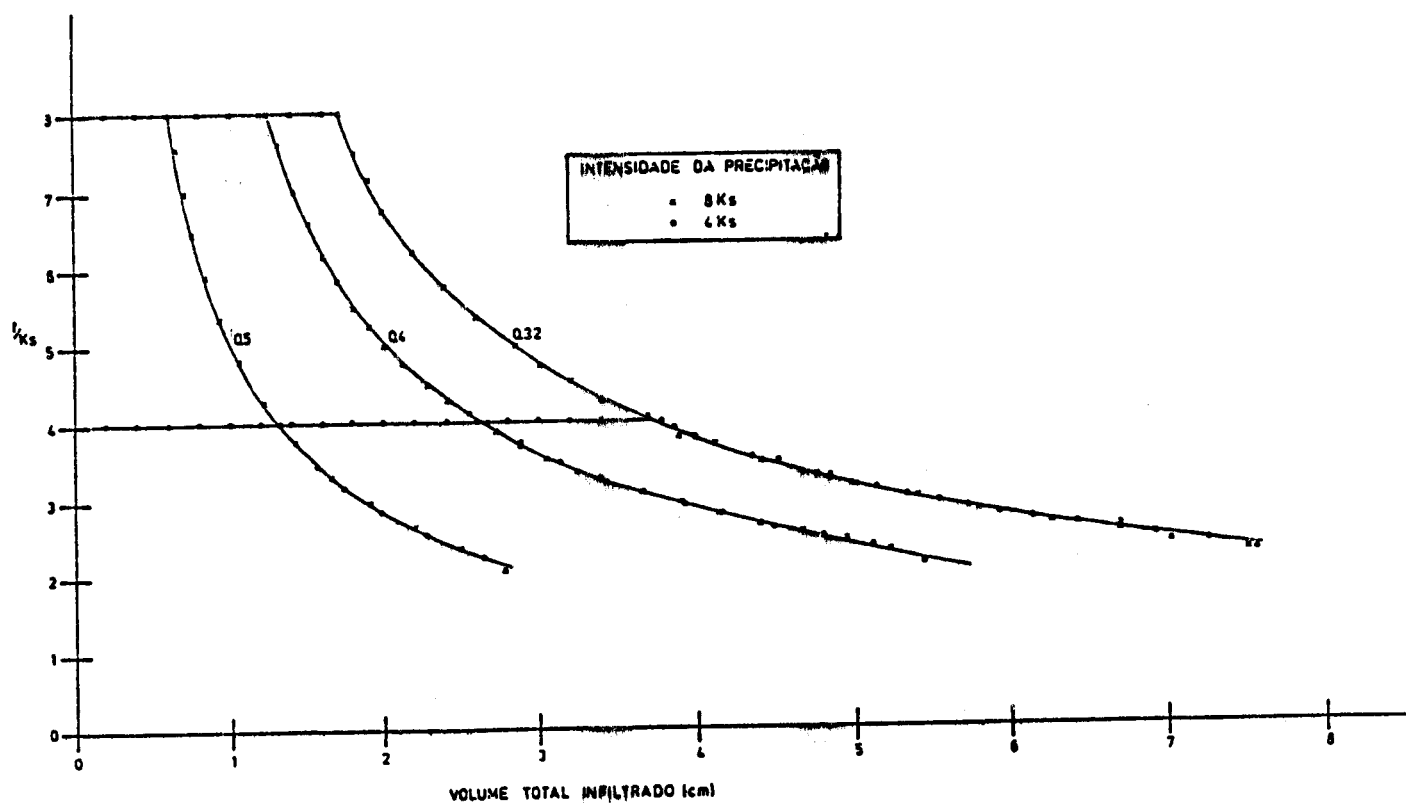


Fig. 6.6 Taxas de infiltração relativas (f/K_s) em função do volume total infiltrado, para diferentes valores de intensidade de precipitação e de humidade inicial do solo (θ_x)

Construindo curvas de infiltração para diferentes teores de humidade inicial e para diferentes intensidades de precipitação, mas tomando como abcissas os volumes totais infiltrados, verifica-se, conforme se vê na Figura 6.6, uma boa coincidência de curvas para as diferentes intensidades de precipitação, o que evidencia o facto já apontado por Mein e Larson (1971) de que a capacidade de infiltração é melhor expressa em termos do volume infiltrado e do teor de humidade inicial do solo, do que pelas habituais equações onde ela é expressa em função do tempo.

6.2.3. Os parâmetros da equação de infiltração utilizada

A equação de infiltração (5.2) proposta:

$$F = X_{12} - \frac{S_i}{S_t} X_{13} \cdot e^{-X_{14}} \cdot \left(1 - \frac{S_i}{S_t}\right)$$

*X₁₂ Cap. max. inq. (F₀)
X₁₃ diferença entre a
Cap. max. inq. (F₀) e a
Cap. min. de inq. (F_c) para
S_i = S_t*

necessita, para aplicação no modelo CREC, do conhecimento da capacidade máxima de infiltração F₀ e da capacidade mínima de infiltração F_c, para S_i = S_t. *X₁₄ = um de ajustamento*

Dada a elevada capacidade potencial dos solos desta bacia para armazenar água na zona superficial do seu perfil, devido principalmente ao facto de se tratar de um solo florestal com grande teor de materiais orgânicos à superfície, apenas prejudicada pelos grandes declives registados, estimámos para S_t, armazenamento máximo da camada superficial, um valor de 250 mm.

Pela análise da fig. 6.6 tomamos para capacidades máxima e mínima de infiltração diária o valor de 40 mm e de 5 mm, o que conduz a atribuir a X₁₂ e a X₁₃ as estimativas de 40 mm e 35 mm,

?
?
?

respectivamente.

6.2.4. Resultados

No Quadro 6.3 apresentamos os resultados da optimização efectuada no período de calibração (anos hidrológicos de 1968/69 a 1972/73).

Dos resultados obtidos para a bacia do rio Simonte verificamos que o escoamento total é constituído, em média para o período de calibração, por:

- escoamento de superfície.....	11%	} 67%	} 81%
- escoamento rápido (hipodérmico)...	57%		
- escoamento lento (de base).....	32%		
			PREC 4% 77% 19%

Na Figura 6.7 apresentamos o exemplo de um balanço hídrico relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1968/69.

No período de calibração (1968/69 a 1972/73) o coeficiente de determinação linear médio anual entre os valores do caudal médio diário observado e simulado é de 0.872. No período de validação (1973/74 a 1978/79) o mesmo coeficiente tem o valor de 0.990.

Na Figura 6.8 apresentamos os resultados da simulação para o período de calibração e no Quadro 6.4 as séries anuais da precipitação e do escoamento observados, do coeficiente de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados e do erro entre os escoamentos anuais simulados e observados.

Pode verificar-se que as modificações introduzidas no modelo conduziram à melhoria da função objectiva e à melhor distribuição do

Ordem do parâmetro	Valor inicial	Valor final
1	0.073	0.0331
2	0.970	0.5157
3	0.030	0.0569
4	0.030	0.0569
5	20.0	1.0
6	1.0	49.1637
10	0.0	0.0930
11	0.1	0.6992
12	40.0	36.4554
13	35.0	30.5192
14	0.7	0.72
15	0.1	0.3359
Função Objectivo	0.32745409	0.00762078

CREC

0,09563643

Quadro 6.3. Rio Simonte em Louçainha. Resultados da optimização com o modelo CREC modificado

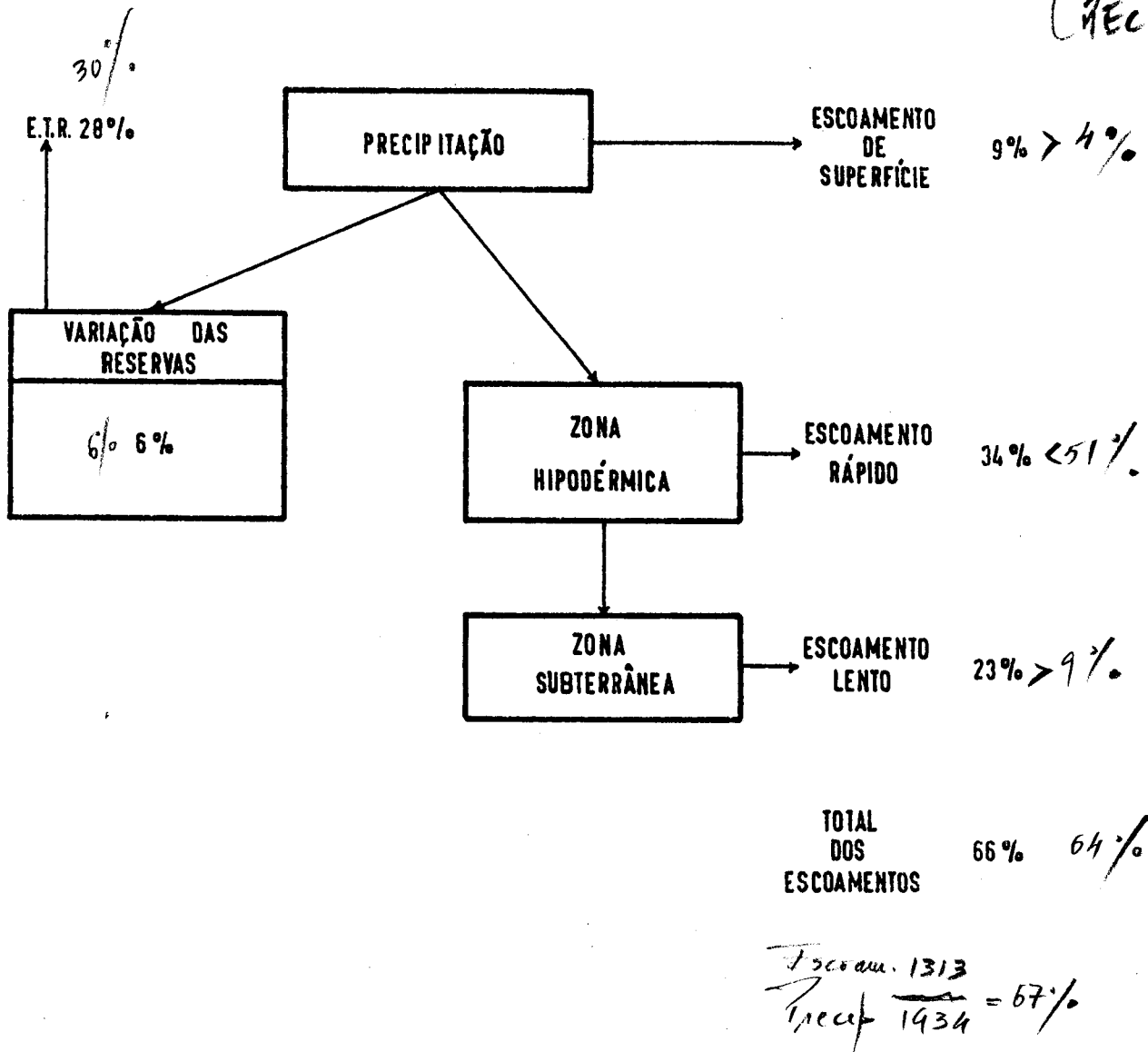


Fig. 6.7. Balanço hídrico relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1968/69 na bacia do rio Simonte em Louçainha (modelo CREC modificado)

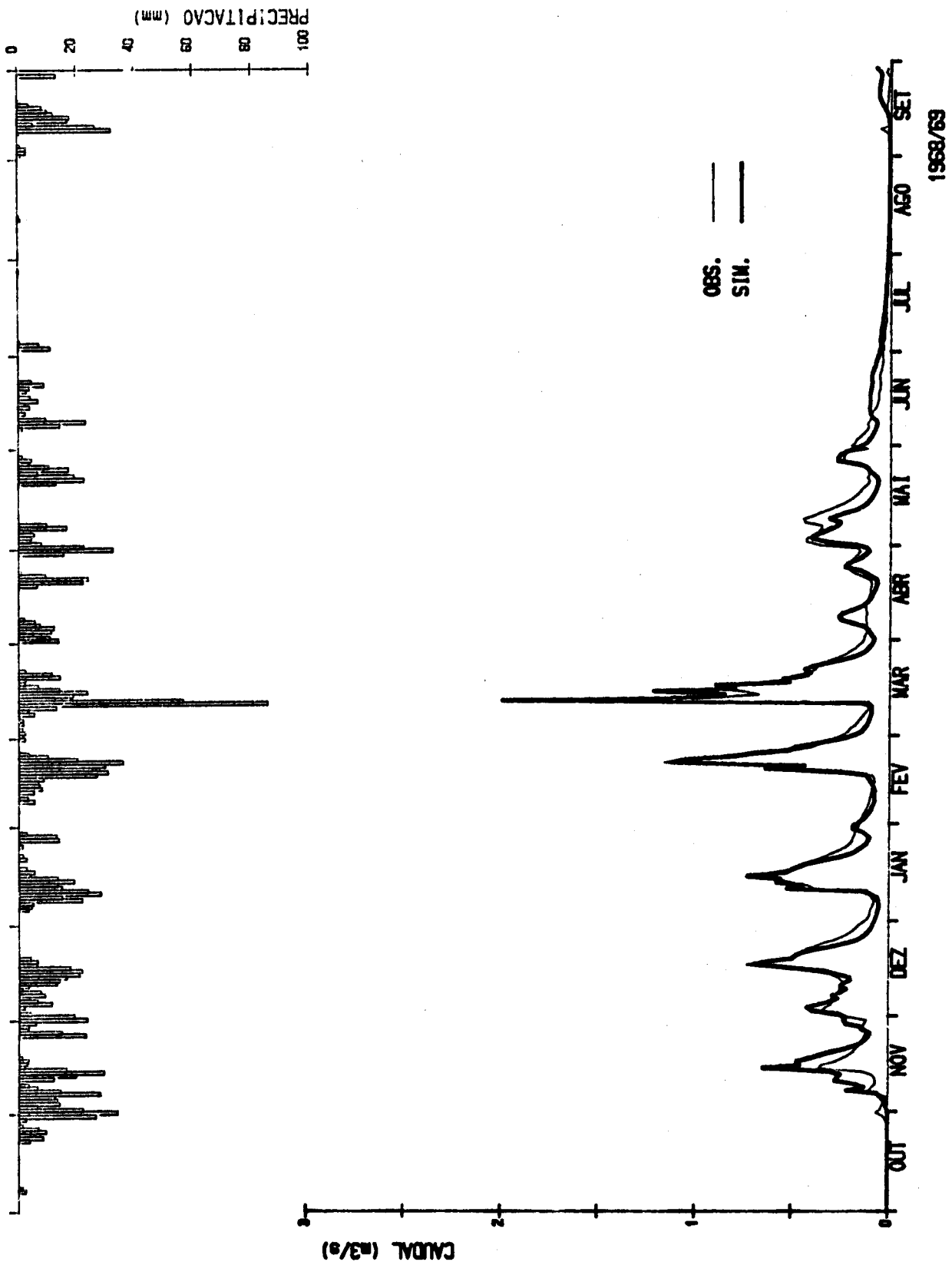


Fig. 6.8. Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resulta
do da simulação com o modelo CREC modificado (1/6)

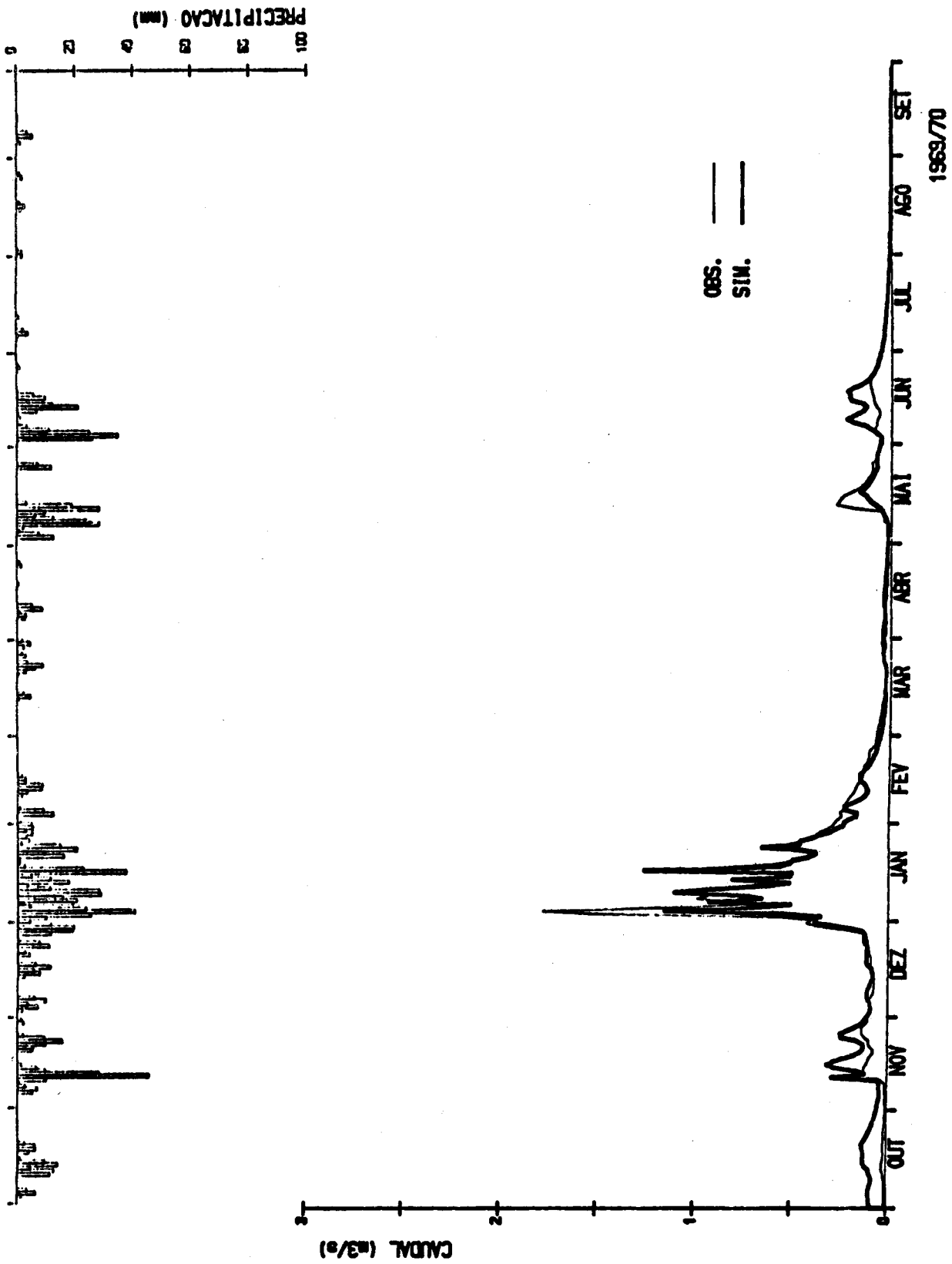


Fig. 6.8. Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resulta
do da simulação com o modelo CREC modificado (2/6)

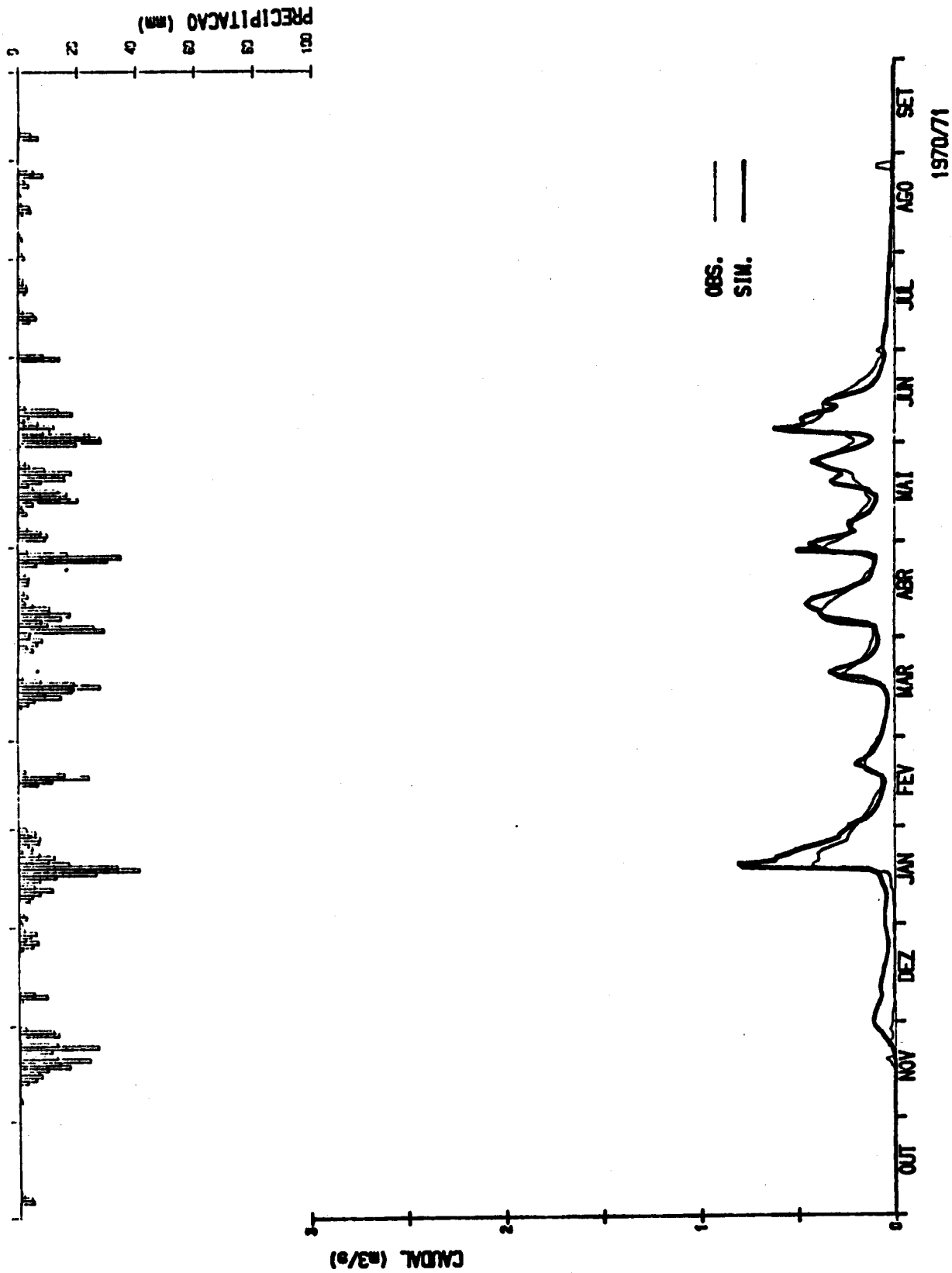


Fig. 6.8. Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resulta
do da simulação com o modelo CREC modificado (3/6)

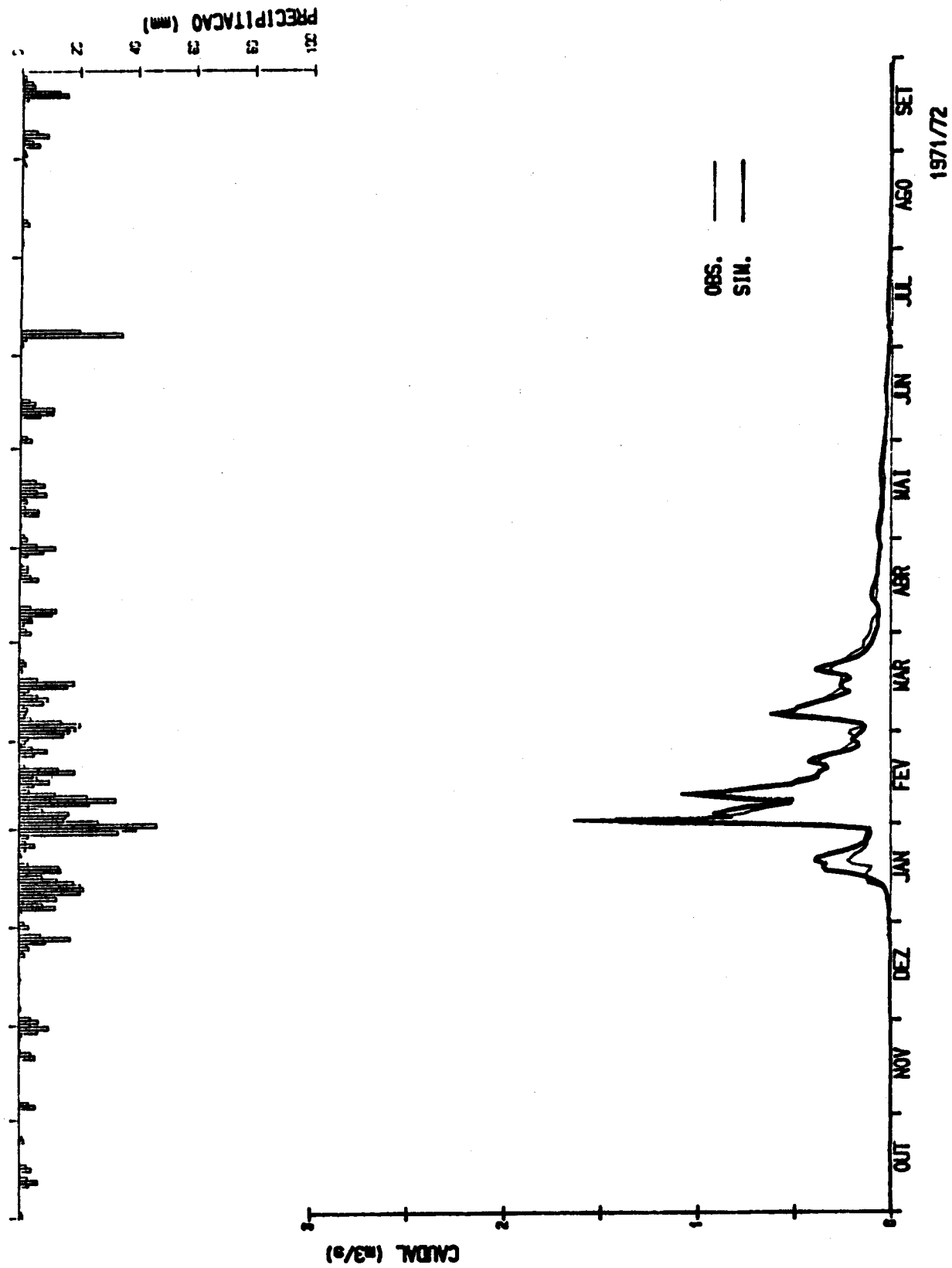


Fig. 6.8. Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resulta
do da simulação com o modelo CREC modificado (4/6)

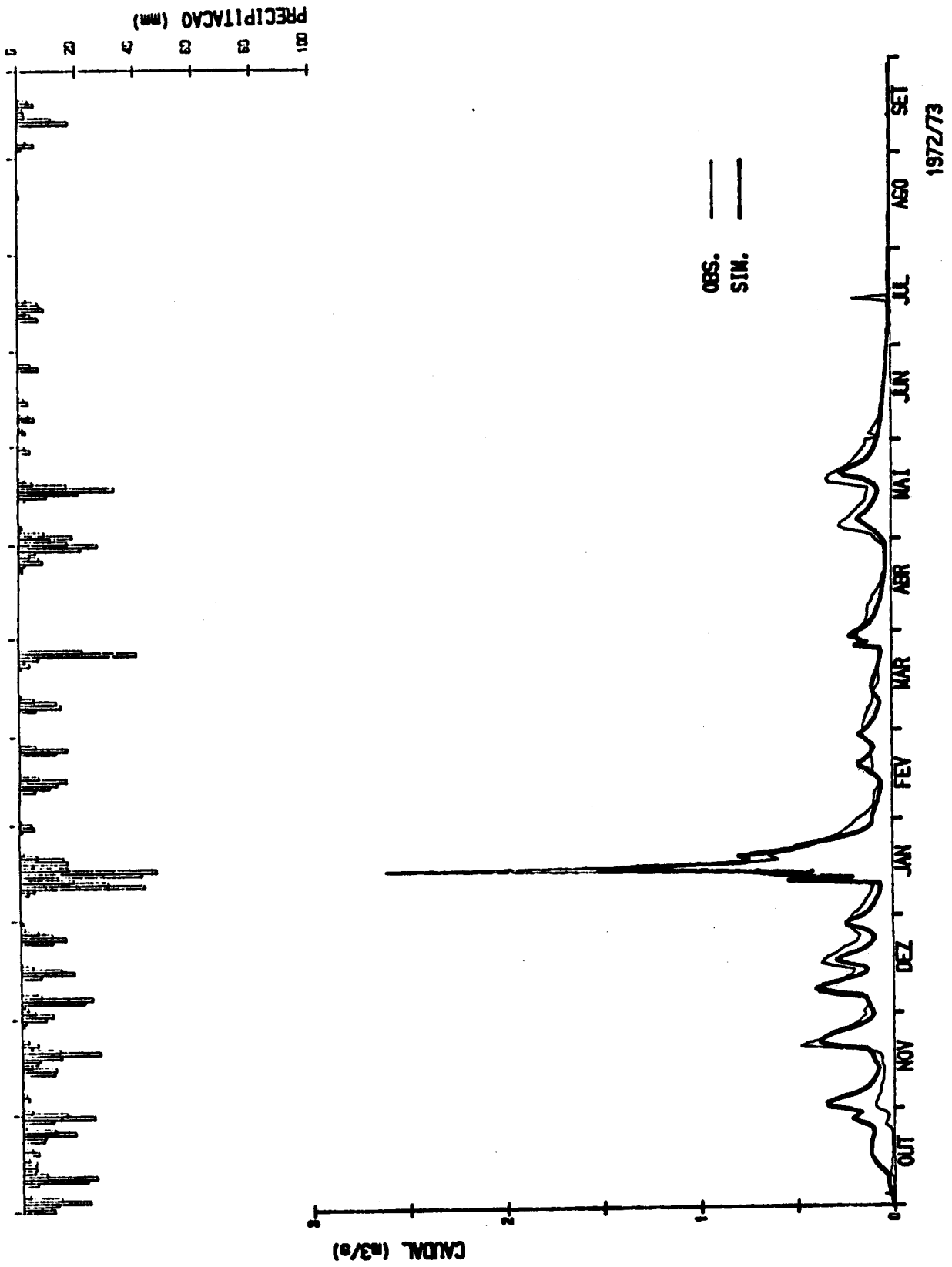


Fig. 6.8. Rio Simonte em Louçainha. Período de calibração. Resulta
do da simulação com o modelo CREC modificado (5/6)

CURVAS DE DURACAO DO CAUDAL MEDIO DIARIO
RIO SIMONTE-LOUCAINHA 1968/69 A 1972/73

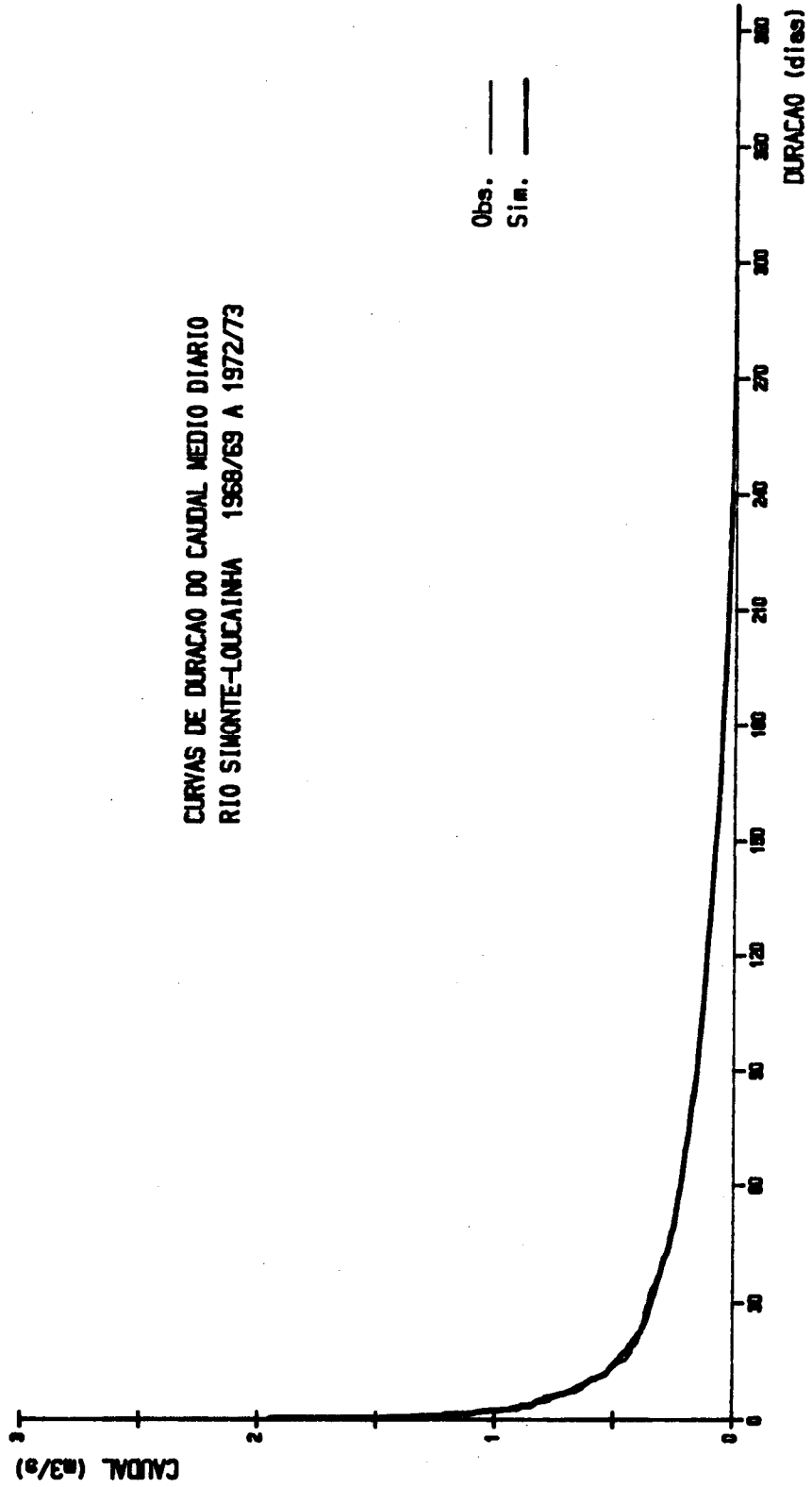


Fig. 6.8. Rio Simonte em Loucainha. Período de calibração. Resulta
do da simulação com o modelo CREC modificado (6/6)

escoamento total pelos seus diferentes componentes. De facto os aumentos verificados no escoamento superficial e no escoamento de base parecem melhor traduzir o que se passa na realidade nesta bacia, onde os grandes declives e o seu carácter florestal são mais consentâneos com os valores que resultaram da aplicação do modelo CREC modificado

Ano	Precipitação (mm)	Escoamento (mm)	r	Erro anual (S-0)	Observações
1968/69	1934	1313	.953	-47 -81	Período de calibração
1969/70	1318	907	.919	+1 -36	
1970/71	1403	795	.927	+65 +19	
1971/72	1228	722	.973	-5 +40	
1972/73	1384	962	.907	-111 -121	
1973/74	1366	871	.911	-75 -102	Período de Verificação
1974/75	1115	642	.870	-38 -21	
1975/76	927	272	.858	+90 111	
1976/77	1903	1723	.915	-320 -370	
1977/78	1734	1407	.957	-165 -218	

Quadro 6.4. Rio Simonte em Louçainha. Precipitação e escoamentos anuais observados. Coeficiente de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados Erro entre os escoamentos anuais simulados e observados (modelo CREC modificado)

6.3. Bacia do rio Xarrama em Torrão

6.3.1. Caracterização hidrodinâmica

Examinados os solos desta bacia hidrográfica escolheram-se os solos mediterrâneos pardos, de materiais não calcários, normais, de quartzodioritos (Pmg) e para barros, de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins, (Pm), (Cardoso, 1974), dado que as suas características hidrodinâmicas se podem tomar como representativas da bacia em estudo.

Da análise do horizonte A1 de um solo da unidade pedológica Pmg destacamos as características físicas que constam do Quadro 6.5.

Areia	Limo	Argila	Densidade aparente
76.3	10.4	13.3	1.7

Quadro 6.5. Análise do horizonte A1 do solo Pmg ensaído

A curva característica de humidade, $\Psi(\theta)$, foi determinada a partir dos valores laboratoriais, aos quais se ajustou o modelo de Van Genuchten (1980), com os parâmetros indicados na Figura 6.9.

A partir destes parâmetros e da equação (5.7) determinou-se a função condutividade relativa, $K_r(\Psi)$.

A condutividade hidráulica à saturação, determinada conforme

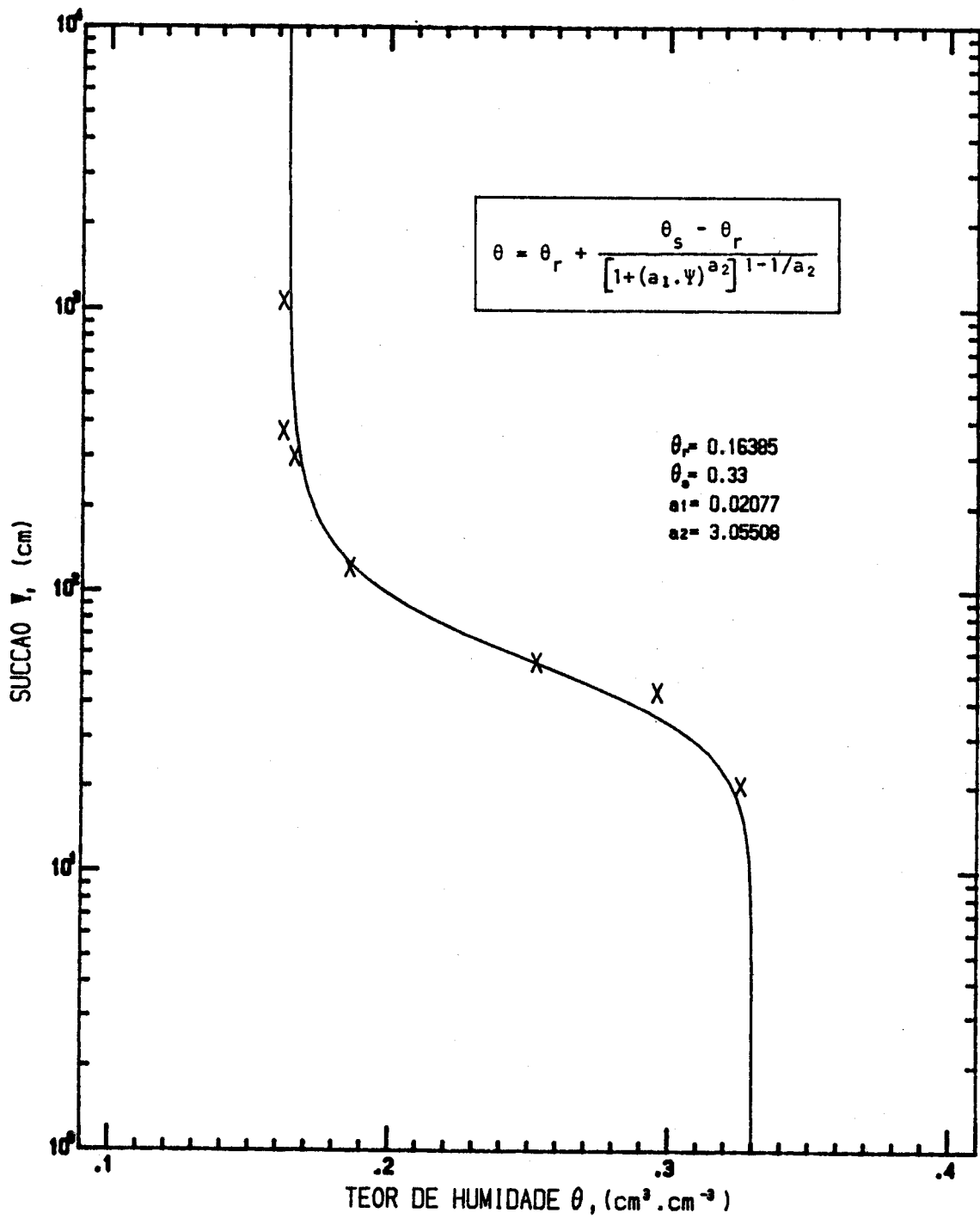


Fig. 6.9. Curva $\Psi(\theta)$ para a camada superficial do solo ensaiado (Pmg)

já foi referido em 6.2.1, forneceu o seguinte resultado (Mello e Lúcio, 1985):

$$K_s = 0.5 \text{ cm.h}^{-1} = 0,000139 \text{ cm/seg.}$$

6.3.2. Resolução da equação do movimento vertical da água no solo

Tal como em 6.2.2., considerámos apenas os dois casos que interessam à ocorrência de escoamento superficial.

Ensaíram-se diferentes combinações dos valores de intensidade de precipitação e de humidade inicial, tendo-se seleccionado as que constam do Quadro 6.6.

*Para o solo A,
superfície
homogênea*

I_p/K_s			θ_i		
4	8	12	0.18	0.25	0.30

Quadro 6.6. Valores da intensidade de precipitação relativa e da humidade inicial

A título exemplificativo apresentamos na Figura 6.10 uma saída dos valores obtidos numa etapa do cálculo da equação do movimento vertical da água no solo.

Com os valores calculados para os diferentes incrementos, quer de profundidade, quer de tempo, podemos traçar os perfis de humidade conforme se vê na Figura 6.11.

J=42 Nós e teores de humidade

1	0.33000	2	0.33000	3	0.32000
4	0.32997	5	0.32994	6	0.32986
7	0.32973	8	0.32954	9	0.32929
10	0.32895	11	0.32850	12	0.32789
13	0.32702	14	0.32603	15	0.32481
16	0.32321	17	0.32140	18	0.31912
19	0.31637	20	0.31296	21	0.30890
22	0.30457	23	0.29877	24	0.29259
25	0.28580	26	0.27817	27	0.27075
28	0.26387	29	0.25783	30	0.25422
31	0.25216	32	0.25106	33	0.25051
34	0.25019				

Frente de humedecimento.....	5.39 cm
Sucção na frente de humedecimento...	36.06 cm
Incremento de tempo.....	42.93 s
Tempo desde início.....	329.09 s
Taxa de infiltração.....	0.00086 cm/s
Altura total de água infiltrada.....	0.43 cm
Altura total de água precipitada....	0.55 cm
Intensidade de precipitação.....	0.00167 cm/s
Escoamento superficial.....	0.12 cm/s
Número de iterações.....	2

Fig. 6.10. Exemplo dos resultados obtidos numa etapa do cálculo da equação do movimento vertical da água no solo (Pmg)

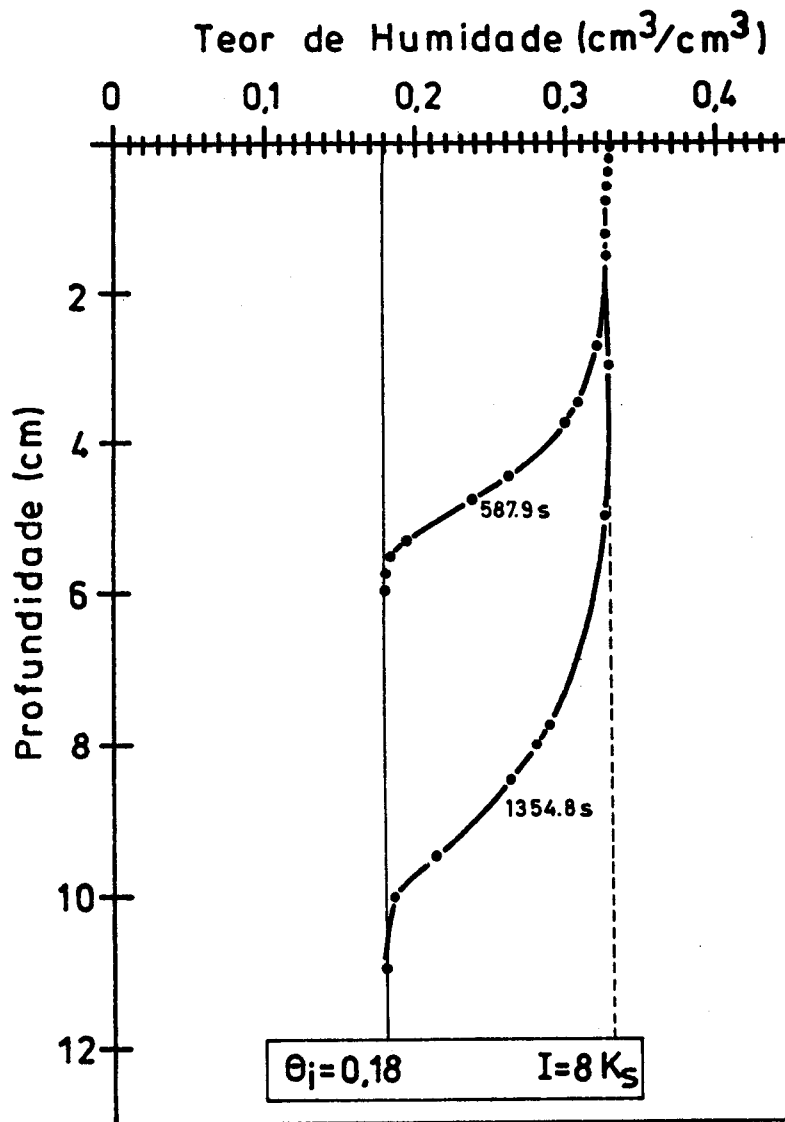


Fig. 6.11 Perfis de humidade (Solo Pmg) para as condições $\theta_i = 0,18$ e

$$I_p = 8K_s$$

Nas Figuras 6.12, 6.13 e 6.14 desenharam-se as taxas de infiltração para três níveis de intensidade de precipitação. É bem notória a influência exercida pelo teor de humidade inicial.

Construindo curvas de infiltração, tal como se mostra na Figura 6.15, para diferentes teores de humidade inicial e para diferentes intensidades de precipitação, tomando para abcissas os volumes de infiltração acumulados, verifica-se novamente uma boa coincidência de curvas para qualquer das intensidades de precipitação ensaiadas.

6.3.3. Os parâmetros da equação de infiltração utilizada

A fim de estimarmos os parâmetros iniciais para a equação (5.2) proposta, estimámos para F_0 e F_c os valores de 15 mm e 2 mm respectivamente. Para estimativa do armazenamento máximo das camadas superficiais do solo partimos do valor 150 mm, tendo verificado, porém, que 200 mm era o valor mais aconselhável.

6.3.4. Resultados

No Quadro 6.7 apresentamos os resultados da optimização efectuada para o período de calibração (1965/66 a 1969/70).

Dos resultados obtidos para esta bacia, verificamos que o escoamento total é constituído em média e para o período de calibração por:

- escoamento de superfície	8%	} 95%	CREC	1%	} 79%
- escoamento rápido (hipodérmico).....	87%				
- escoamento lento de base.....	5%			21%	

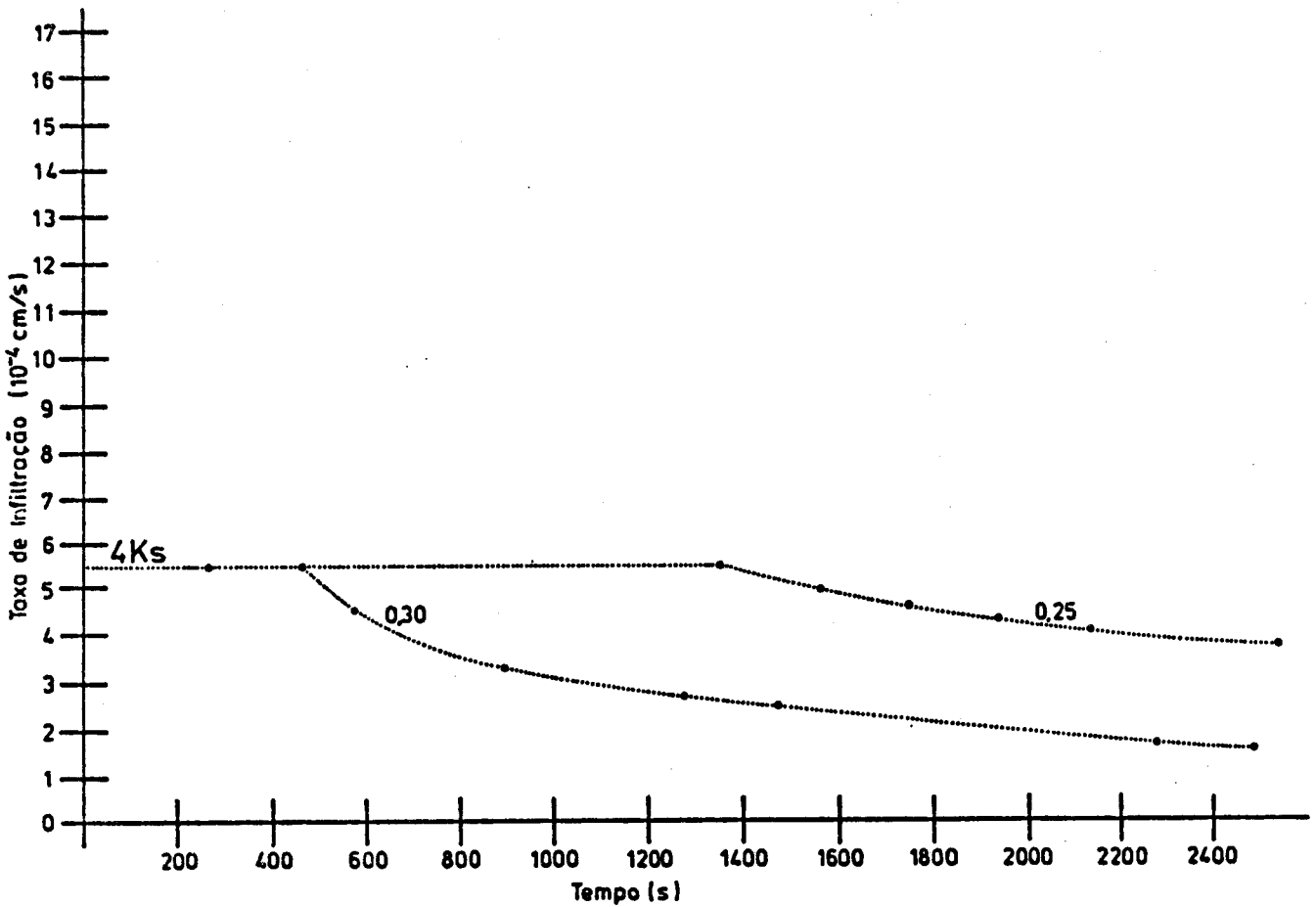


Fig. 6.12. Taxas de infiltração para diferentes níveis de humidade inicial do solo (P_{mg}) e $I_p = 4K_s$

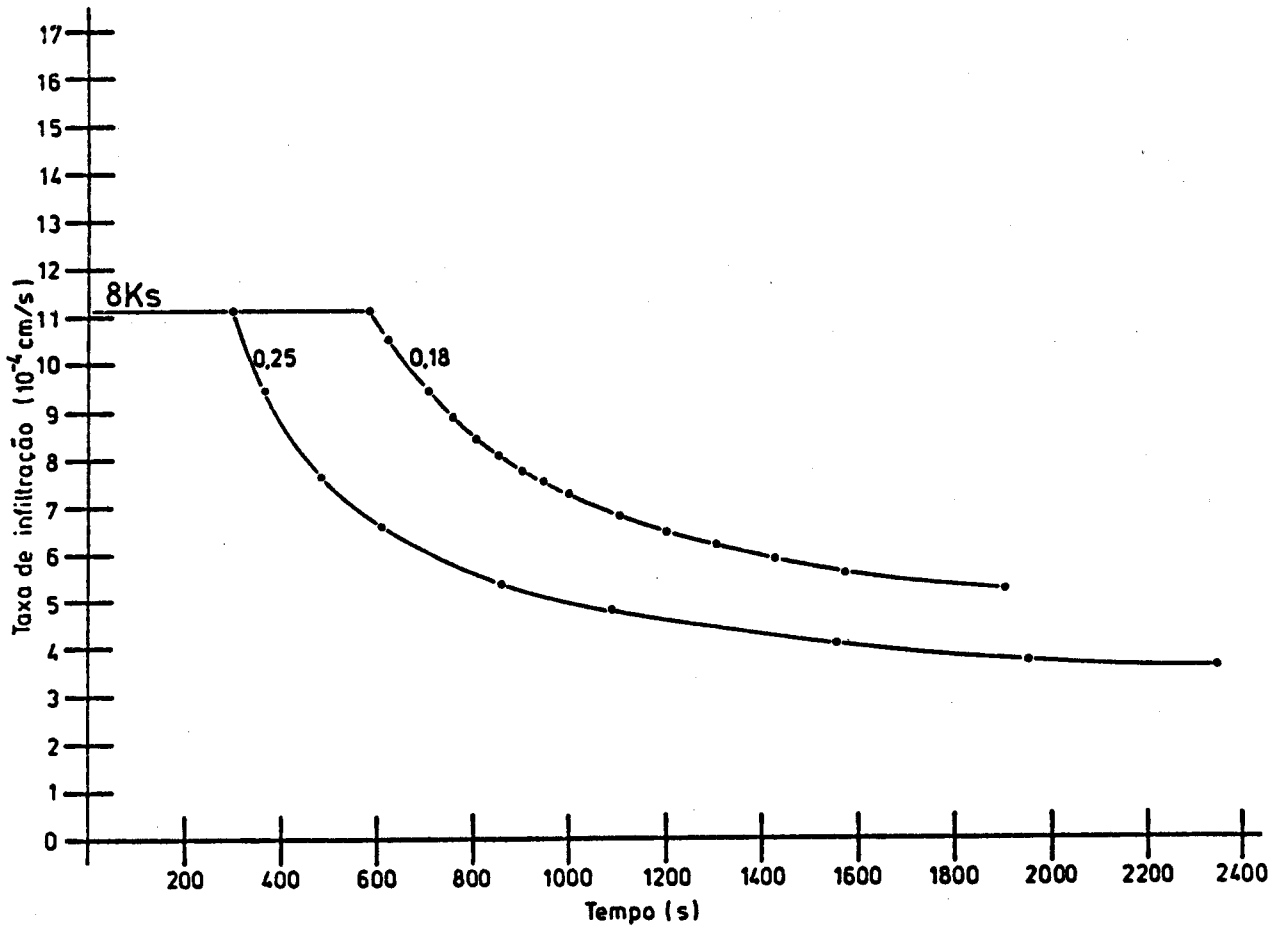


Fig. 6.13. Taxas de infiltração para diferentes níveis de humidade

inicial do solo (Pmg) $I_p = 8K_s$

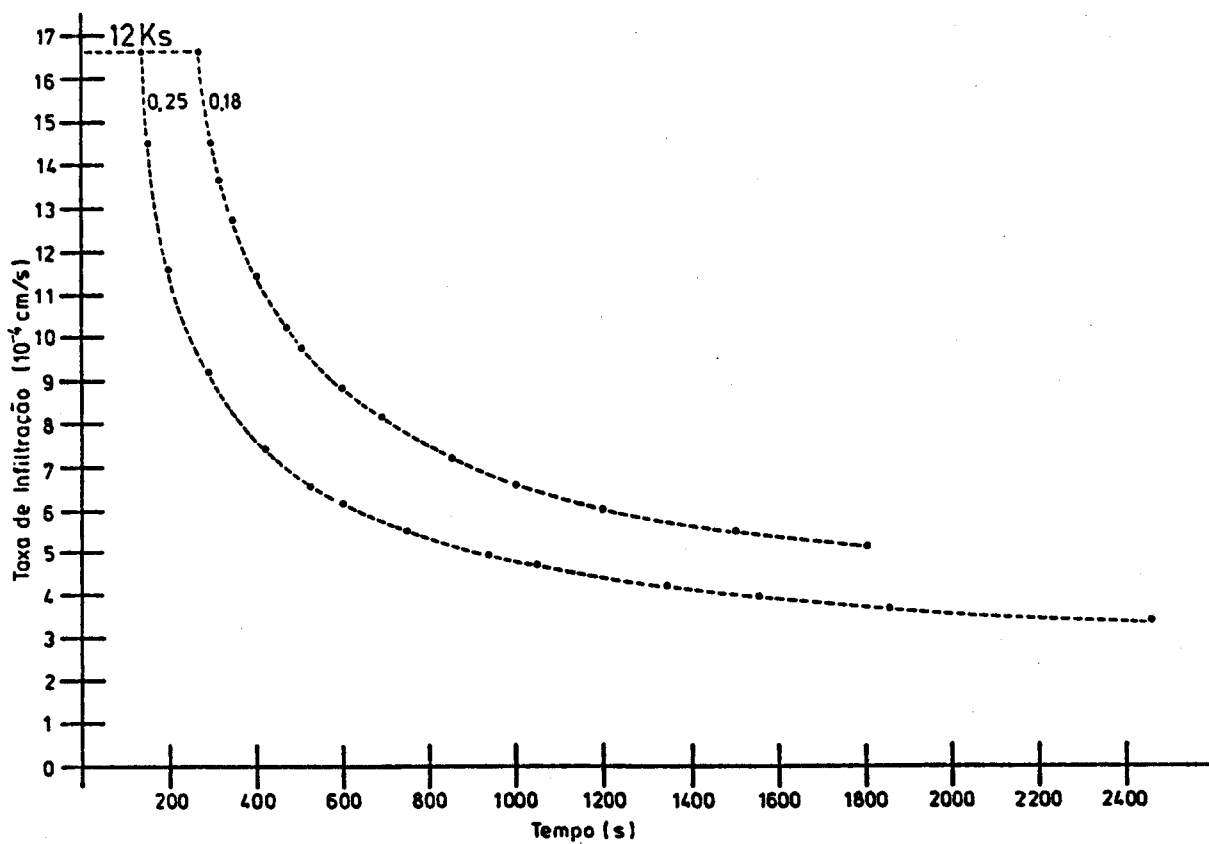


Fig. 6.14. Taxas de infiltração para diferentes níveis de humidade inicial do solo (P_{ag}) e $I_p = 12K_s$

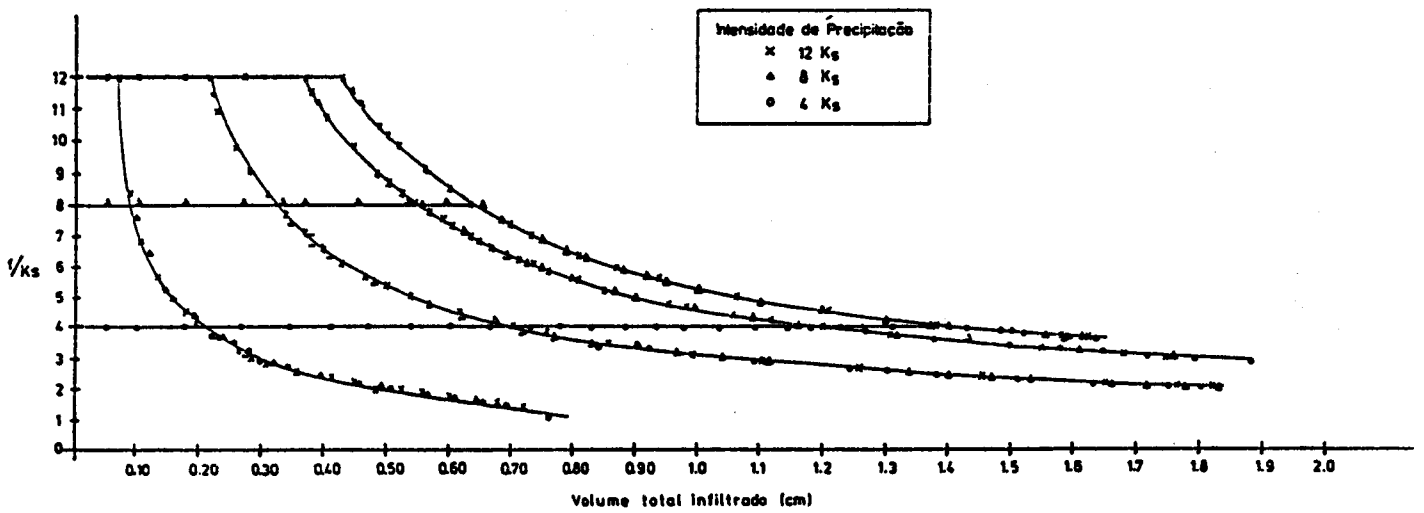


Fig. 6.15. Taxas de infiltração relativas (f/K_s) em função do volume total infiltrado, para diferentes valores de intensidade de precipitação e de humidade inicial do solo (P_{mg})

Ordem do parâmetro	Valor inicial	Valor final
1	0.073	0.2791
2	0.970	0.2720
3	0.030	0.0025
4	0.030	0.0354
5	20.0	3.7133
6	1.0	7.1610
10	0.0	0.2053
11	0.1	0.4816
12	15.0	20.0
13	13.0	2.0
14	0.7	0.72
15	0.1	0.2945
Função Objectivo	63.208369	<u>13.244386</u>

CREC
13.6455

22.739
(CREC)

Quadro 6.7. Rio Xarrama em Torrão. Resultados da optimização com o modelo CREC modificado

Ano	Precipitação (mm)	Escoamento (mm)	r	Erro anual (S-0)	Observações
1965/66	840	326	0.879	-7 +5	Período de calibração
1966/67	536	54	0.694	-19 -33	
1967/68	596	105	0.834	+30 +10	
1968/69	953	353	0.923	+30 +82	
1969/70	775	252	0.914	+17 +17	
1970/71	566	53	0.853	+29 +6	Período de Verificação
1971/72	465	108	0.944	+13 +25	
1972/73	506	67	0.910	-2 +4	
1973/74	469	28	0.852	-9 +2	
1974/75	490	36	0.899	+44 +38	

Quadro 6.8. Rio Xarrama em Torrão. Precipitação e escoamentos anuais observados. Coeficiente de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados. Erro entre os escoamentos anuais simulados e observados (modelo CREC modificado)

Na Figura 6.16 apresentamos um balanço hídrico relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1965/66 nesta bacia hidrográfica.

No período de calibração (1965/66 a 1969/70) o coeficiente de determinação linear médio anual entre os valores do caudal médio diário observado e simulado é de 0.727. No período de validação (1970/71 a 1974/75) o mesmo coeficiente tem o valor de 0.796.

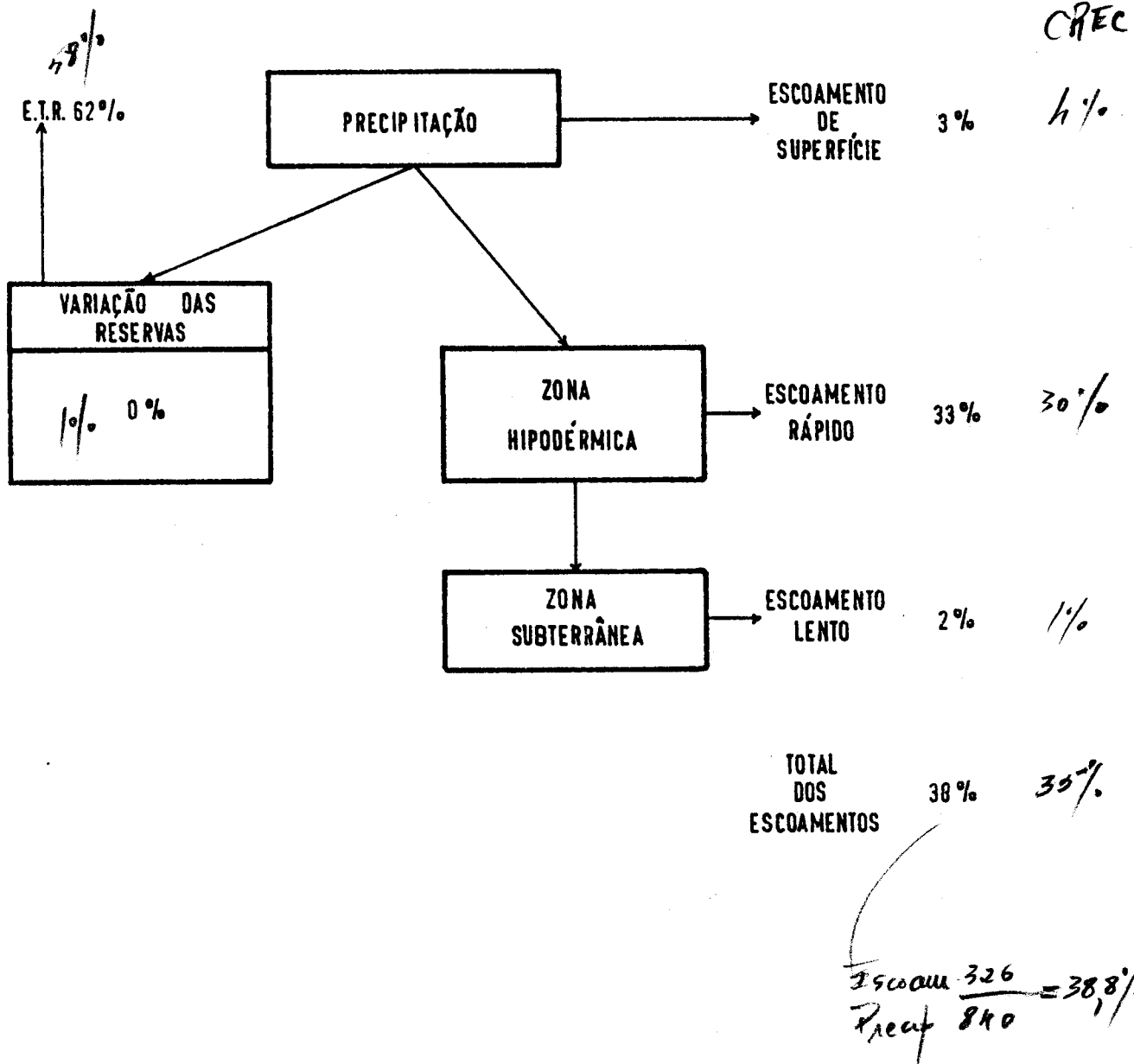


Fig. 6.16. Balanço hidrico relativamente à precipitação ocorrida no ano de 1965/66 na bacia do rio Xarrama em Torrão (modelo CREC modificado)

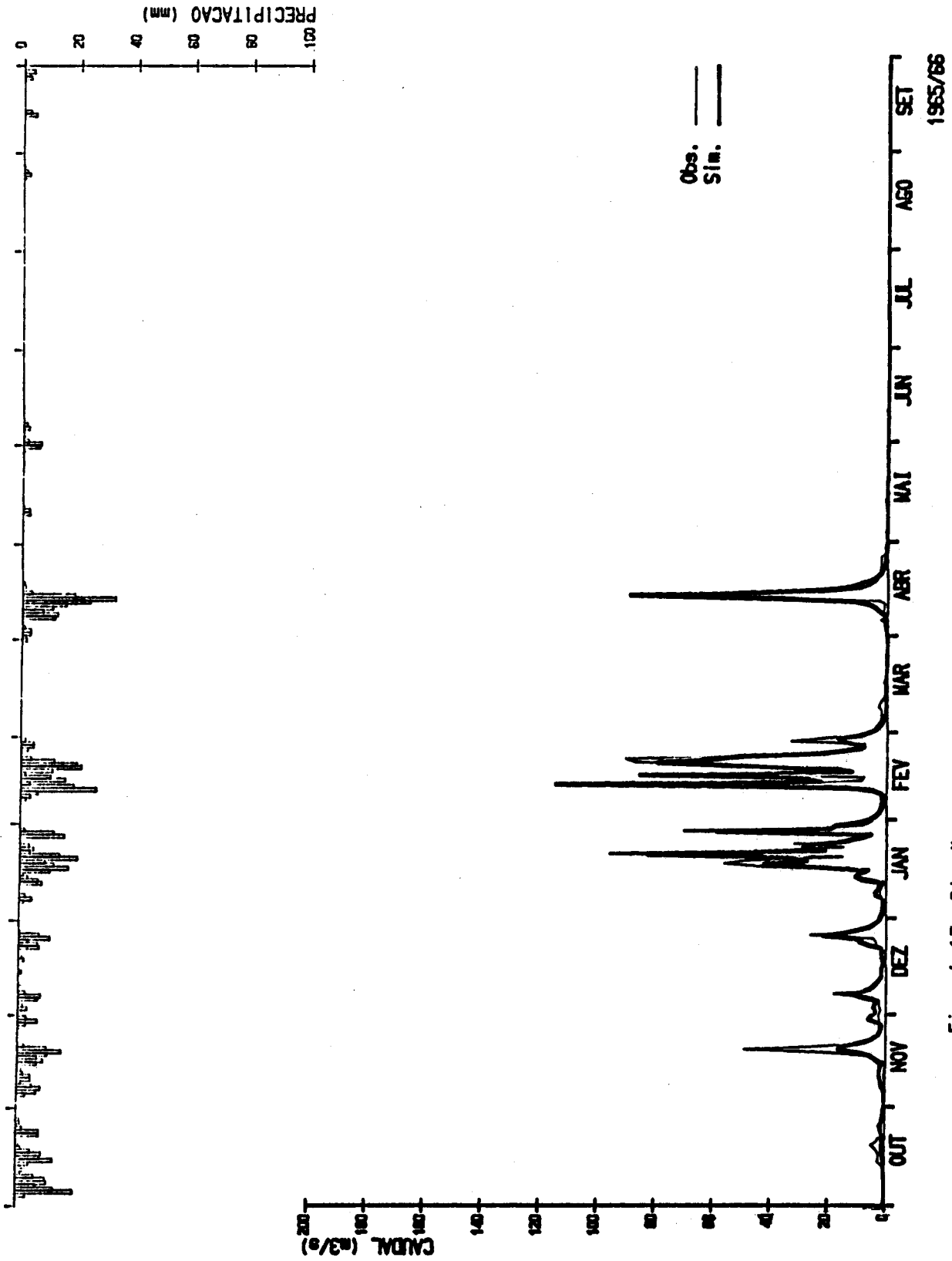


Fig. 6.17. Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC modificado (1/6)

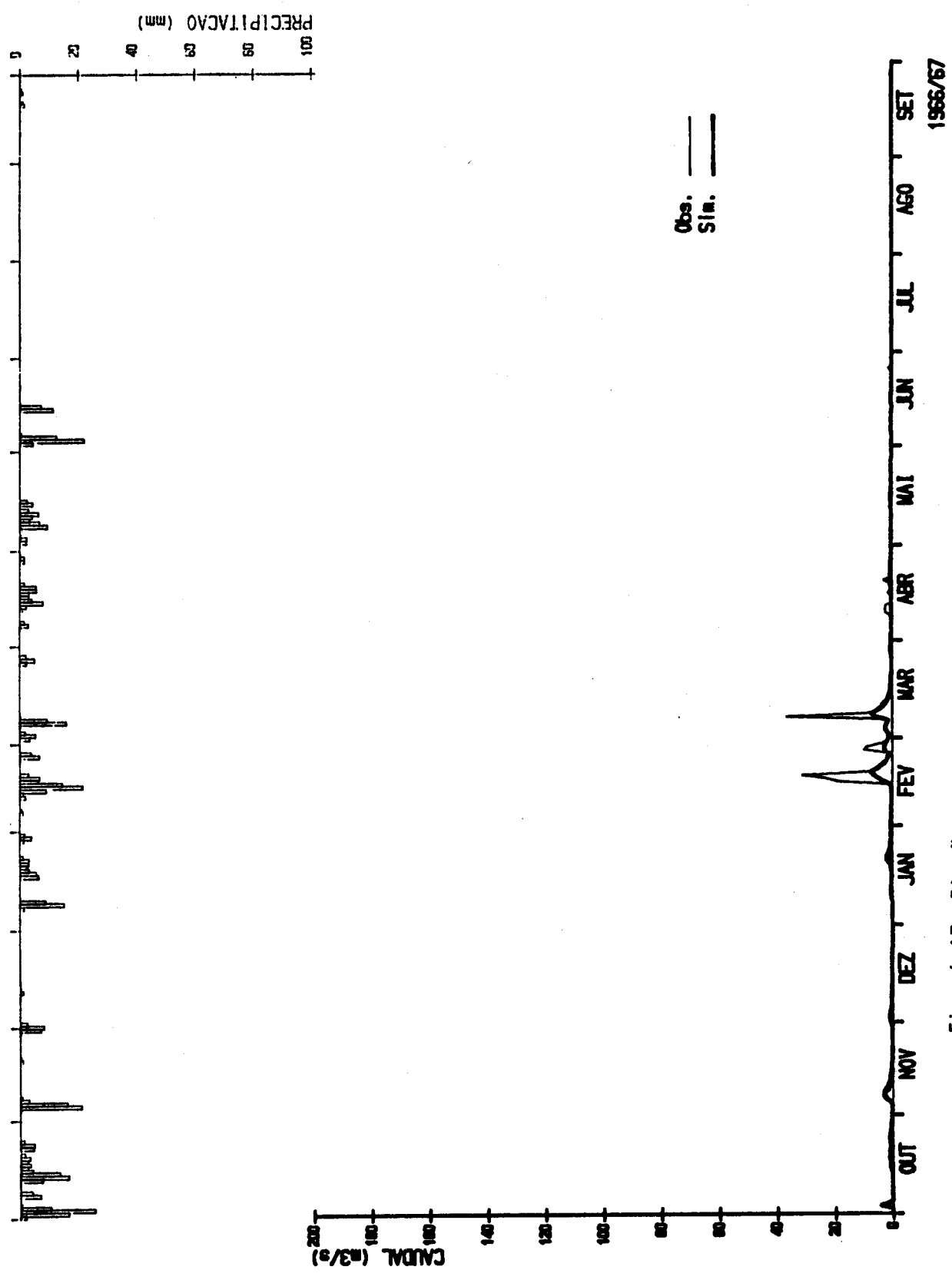


Fig. 6.17. Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC modificado (2/6)

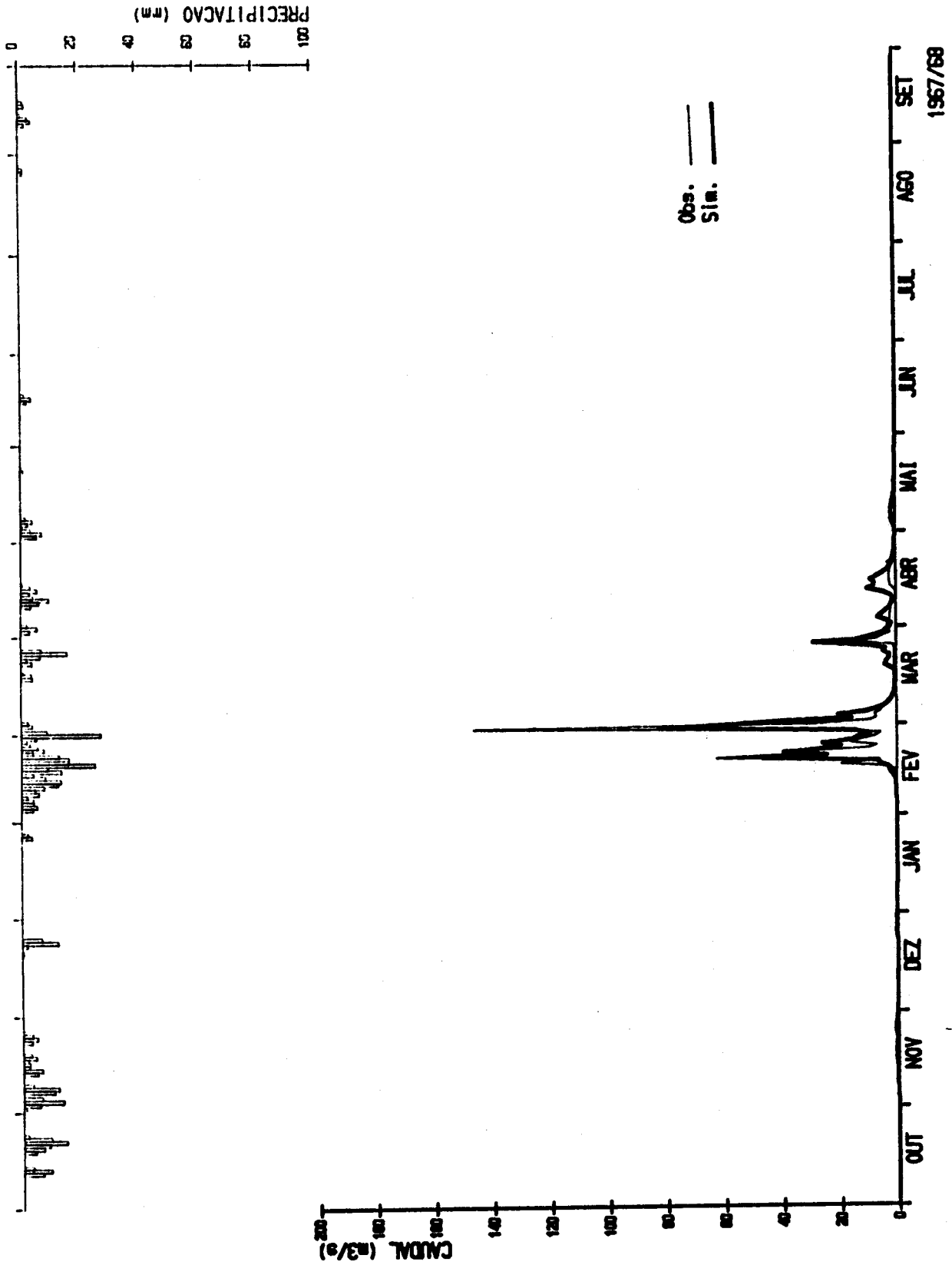


Fig. 6.17. Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado

da simulação com o modelo CREC modificado (3/6)

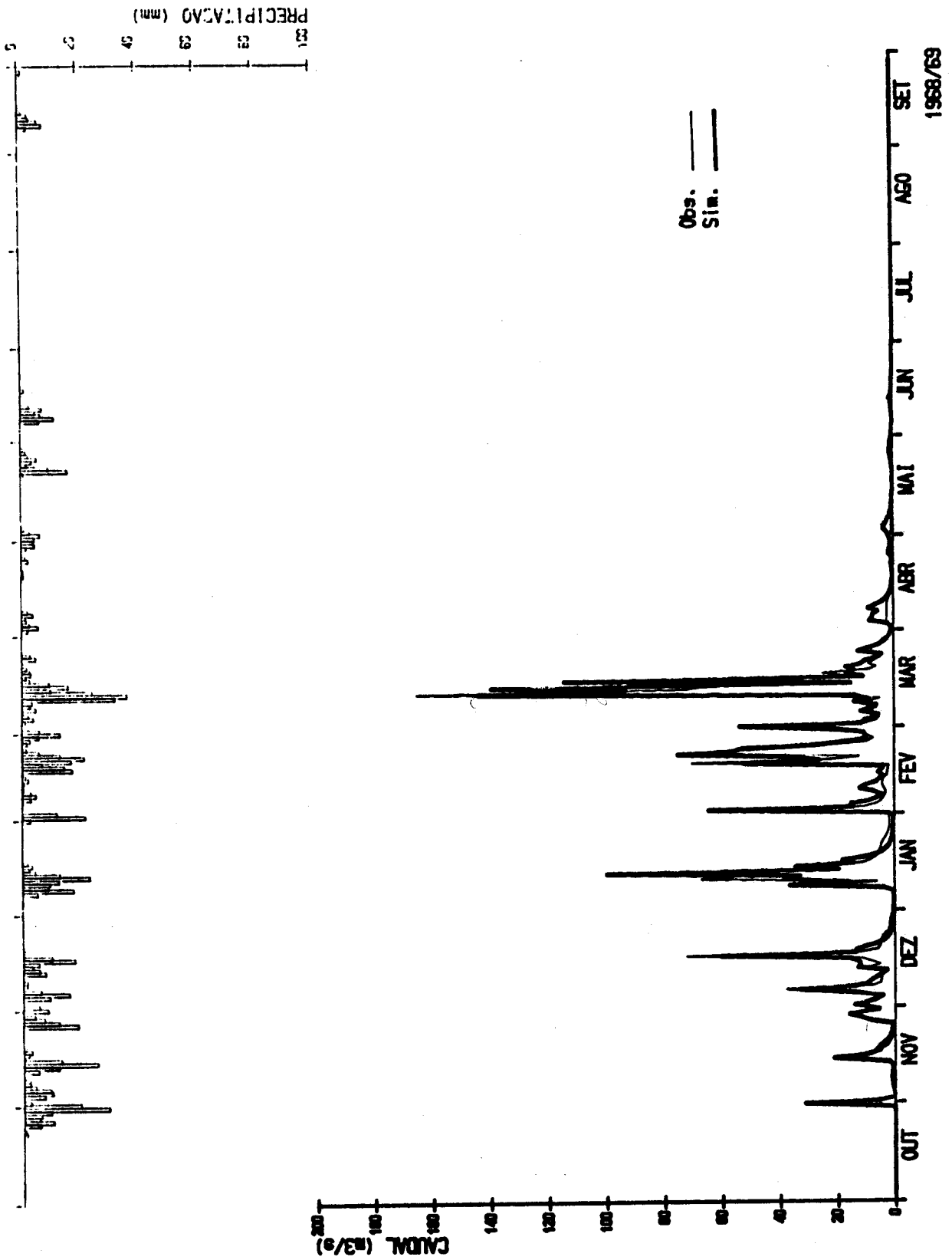


Fig. 6.17. Rio Xarrana em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC modificado (4/6)

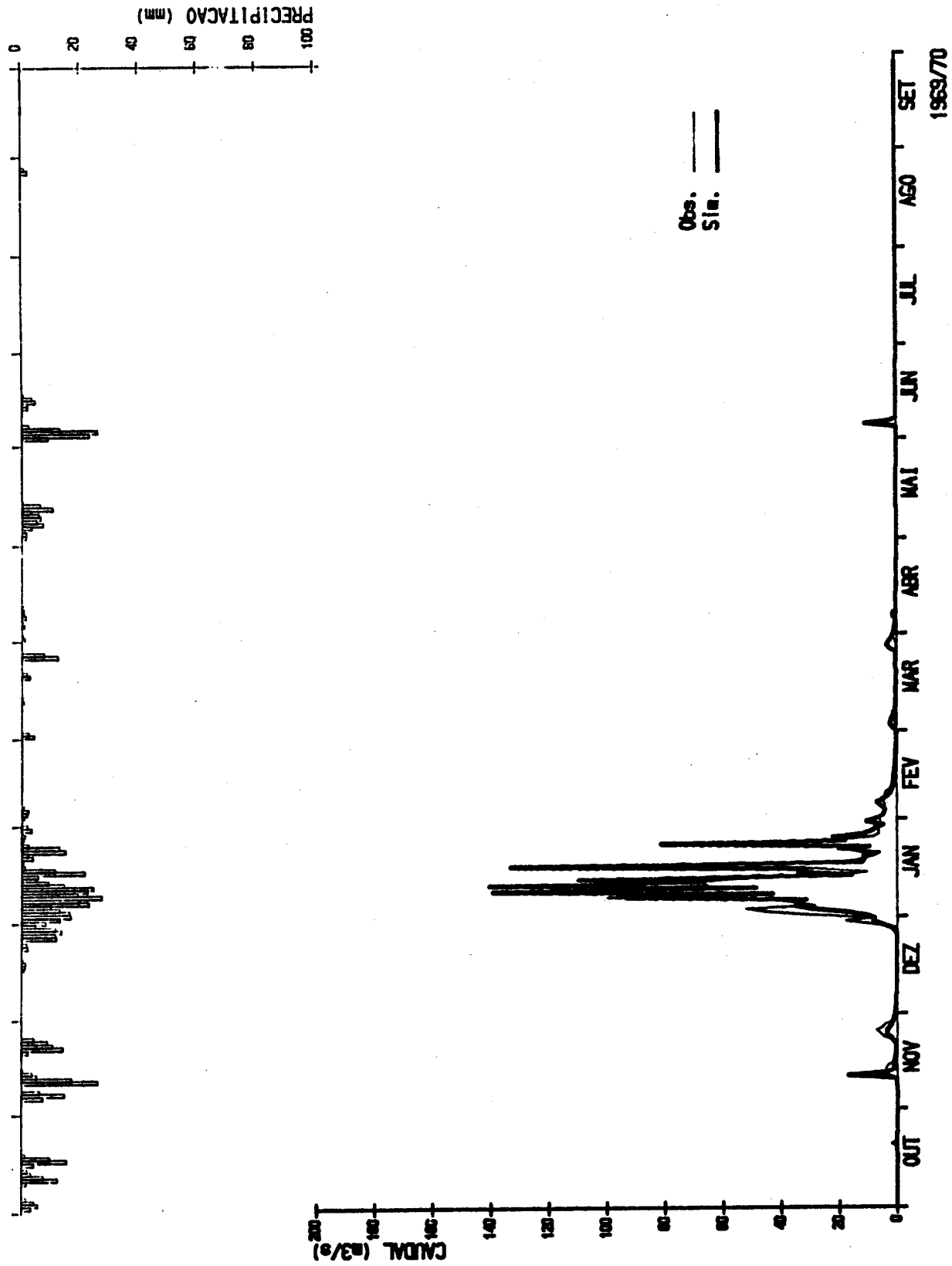


Fig. 6.17. Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC modificado (5/6)

CURVAS DE DURACAO DO CAUDAL MEDIO DIARIO
RIO XARRAMA-TORRAO 1965/66 A 1969/70

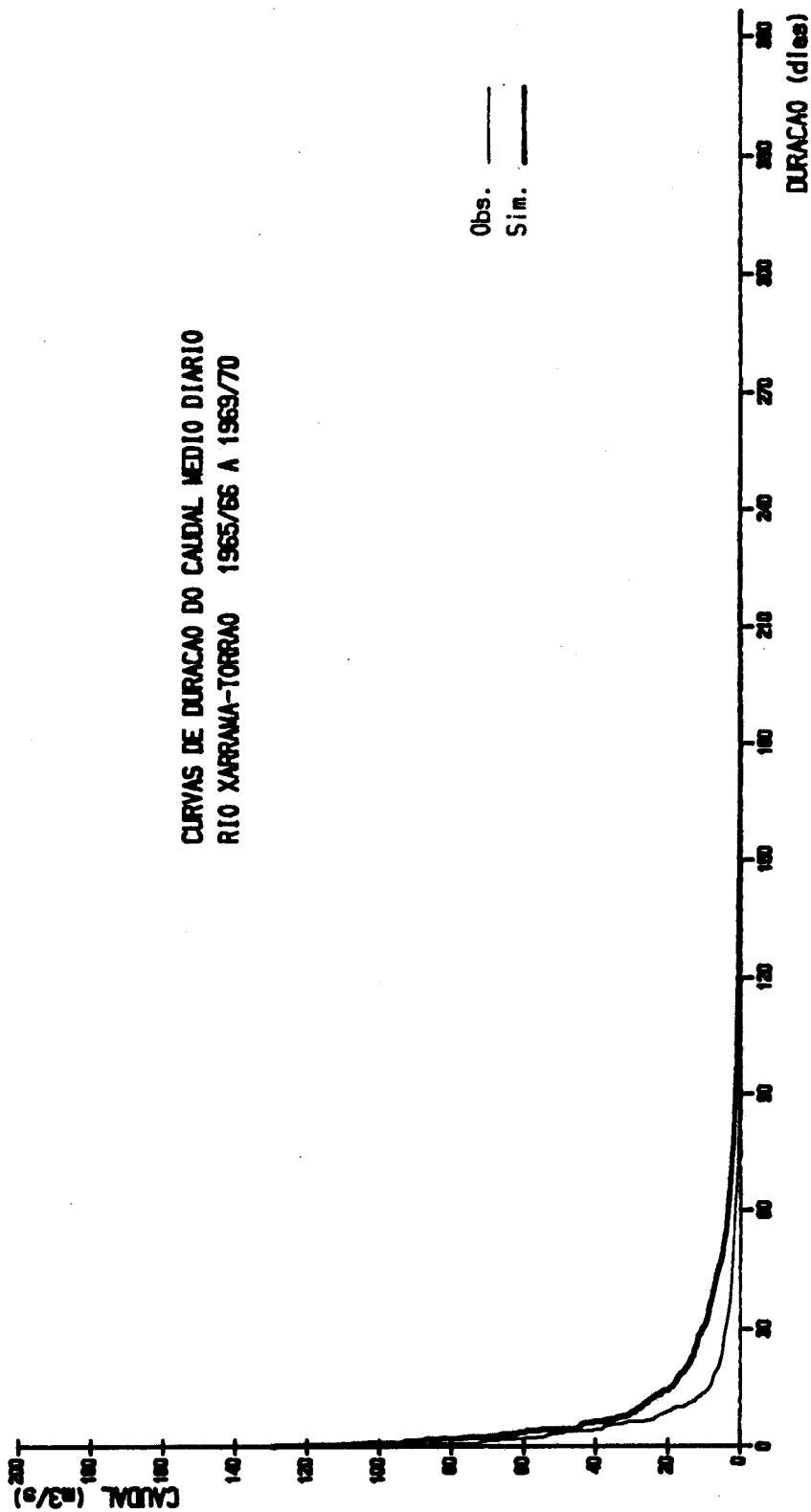


Fig. 6.17. Rio Xarrama em Torrão. Período de calibração. Resultado da simulação com o modelo CREC modificado (6/6)

Na Figura 6.17 apresentamos os resultados da simulação para período de calibração e, no Quadro 6.8, as séries anuais da precipitação e do escoamento observados, do coeficiente de correlação linear entre os caudais médios diários observados e simulados e do erro entre os escoamentos anuais simulados e observados.

As modificações introduzidas no modelo CREC, sem alterarem de forma sensível a função objectivo, conduziram a resultados mais favoráveis. De facto, o baixo valor do escoamento lento que agora surge parece traduzir melhor a realidade que se verifica nesta bacia, onde a forte impermeabilização do horizonte B é impeditiva duma fácil percolação das águas.

6.4. Sensibilidade da função-objectivo

McCuen (1973) definiu sensibilidade como a taxa de variação de um factor em relação à variação de outro factor. Pingoud (1984) desenvolveu um interessante estudo analítico de sensibilidade num modelo global para a infiltração. Adoptaremos contudo uma metodologia semelhante à seguida por Hipólito (1985), utilizando para cada bacia o período de calibração e sofrendo cada parâmetro variações de +10% e de -10% do valor optimizado ou determinado, mantendo os outros parâmetros constantes e calculando as variações relativas percentuais na função-objectivo.

As Figuras 6.18 e 6.19 resumem os resultados obtidos respectivamente para os modelos CREC e CREC modificado. Como se vê as modificações introduzidas influenciam a sensibilidade da função-objectivo às variações do parâmetro X_{11} e, portanto, ao tempo

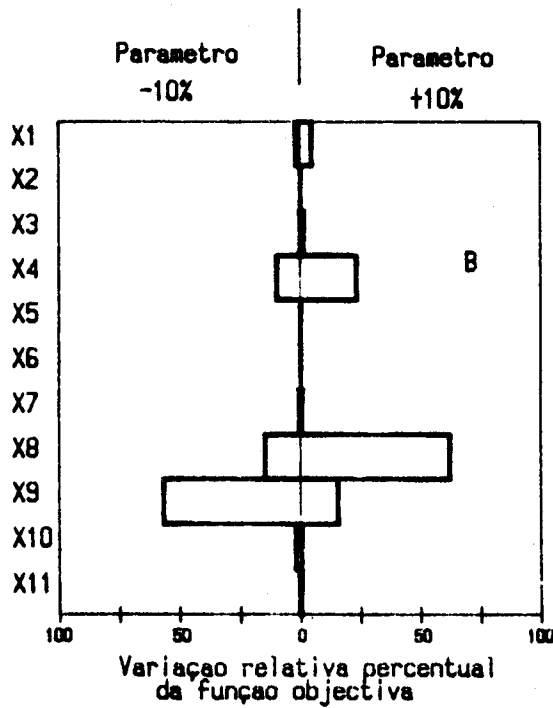
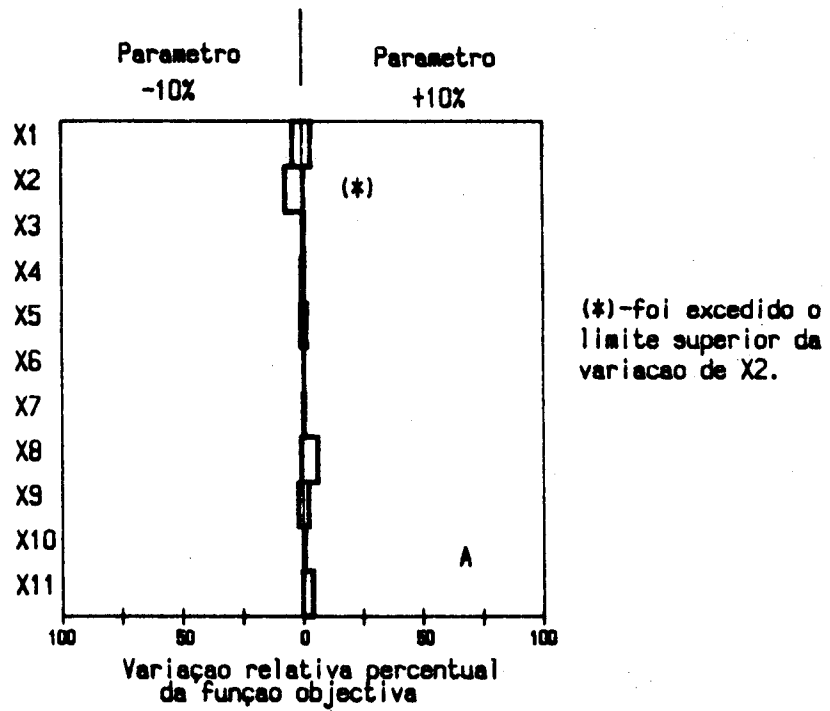


Fig. 6.18. Sensibilidade da função-objectivo na vizinhança do óptimo

(modelo CREC)

A - Rio Simonte em Louçainha

B - Rio Xarrama em Torrão

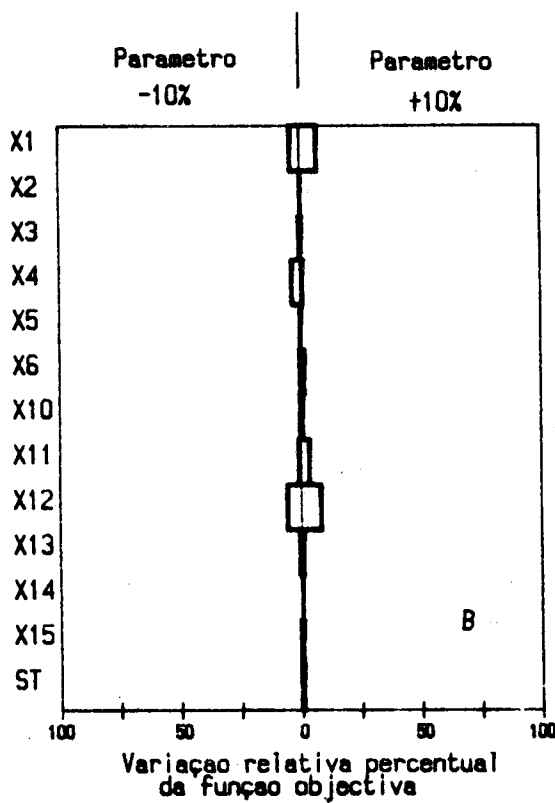
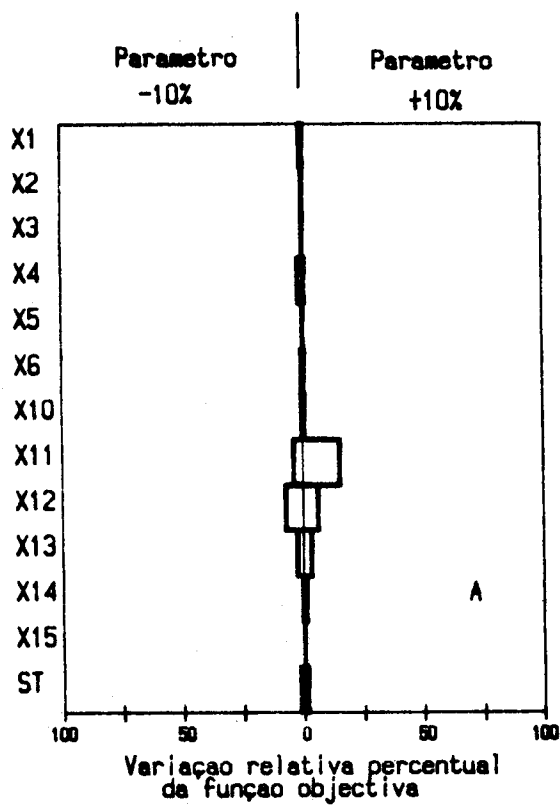


Fig. 6.19. Sensibilidade da função-objectivo na vizinhança do óptimo

(modelo CREC modificado)

A - Rio Simonte em Louçainha

B - Rio Xarrama em Torrão

função de infiltração

de resposta da bacia. Os parâmetros X12 e X13, afectando a infiltração, tornam também a função-objectivo sensível às suas variações, ao contrário do parâmetro X14 que parece permitir a sua fixação no valor de 0.72.

As duas bacias têm comportamento semelhante quanto à sensibilidade dos parâmetros, o que não é o caso verificado no modelo CREC, como se vê mais marcadamente no comportamento dos parâmetros X8 e X9 (Figura 6.18).

função infiltração I = X8 - X9 √S_i - 1

6.5. Conclusões

As modificações introduzidas no modelo CREC, particularmente as que dizem respeito à infiltração, mostraram-se eficientes, tornando o modelo conceptual mais de acordo com a fundamentação teórica dos processos hidrológicos.

A bacia do rio Simonte em Louçainha foi aquela onde esta melhoria foi mais notória, quer no valor da função-objectivo, quer na decomposição do escoamento total simulado. De facto, na bacia do rio Xarrama em Torrão, a natureza dos solos que a compõem, com um perfil onde se nota uma progressiva impermeabilização das camadas superficiais, torna a aplicação do modelo CREC, quer na versão original, quer mesmo na versão modificada, difícil e de resultados menos satisfatórios.

Ver também balanços hídricos

*pag III
131*

feito que os resultados foram melhorados em relação ao CREC (para aumentos cíclicos) porque fundamenta a lg. aumento capt. e hidrodinâmico no Xarrama.

7. CONCLUSÃO

A aplicação do modelo CREC às bacias do rio Simonte em Louçainha e do rio Xarrama em Torrão revelou-se possível, sendo os resultados obtidos satisfatórios e de melhor qualidade na primeira bacia.

É de salientar o carácter global do modelo e o seu reduzido número de reservatórios, conduzindo a uma conceptualização pouco sofisticada dos fenómenos hidrológicos.

A subdivisão dos escoamentos pelo próprio modelo não é perfeita, já que o modelo foi concebido para regiões onde o escoamento superficial raramente ocorre, portanto com grande capacidade de infiltração, o que não é o caso da bacia do rio Xarrama, em Torrão, onde os resultados obtidos, menos satisfatórios, ficam a dever-se à forte impermeabilização dos seus solos, em especial no horizonte B.

Foram introduzidas alterações ao modelo CREC, o que constitui a matéria exposta no capítulo 5. Aqui encontra-se uma descrição pormenorizada do cálculo do movimento vertical da água no solo a partir das suas características hidrodinâmicas.

No capítulo 6 relatam-se os resultados obtidos com as modificações no modelo CREC. Em qualquer das bacias estudadas a decomposição do escoamento total, calculada pelo modelo, melhorou bastante. Na bacia do rio Simonte, em Louçainha, os resultados são de melhor qualidade que os provenientes do modelo CREC original.

A função proposta para modelação da infiltração deu aos parâmetros que nela intervêm um significado hidrológico mais

e em Torrão

para o Xarrama talvez,
introduz também (no reservatório H
(níveis e esvaziamento))

objectivo. Acreditamos que estudos a realizar neste domínio, contemplando também a variabilidade espacial da infiltração, possam permitir a regionalização destes parâmetros de forma a melhorar o modelo e viabilizar a sua aplicação, mesmo com informação hidrométrica reduzida.

ANEXOS

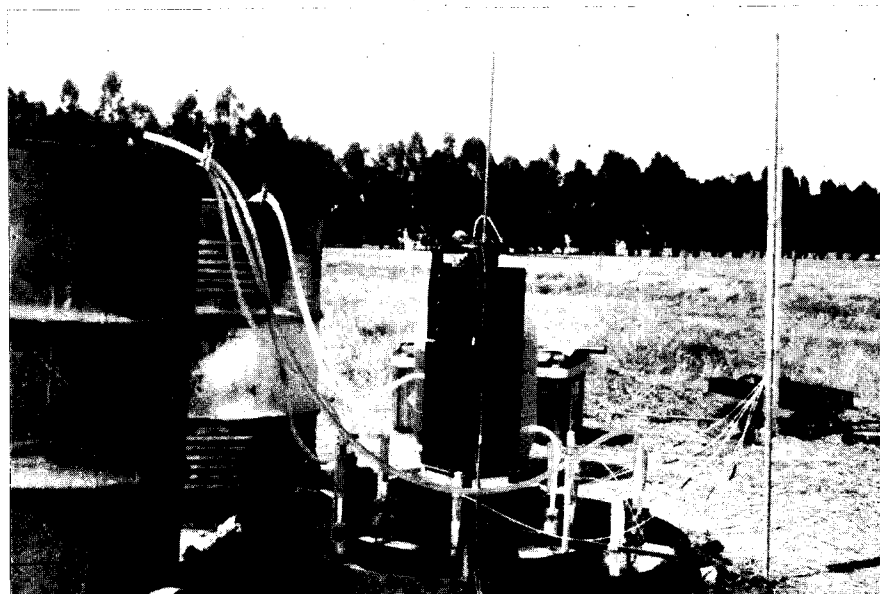


Fig. A.1. Dispositivo experimental para determinação de taxas de infiltração

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO SIMONTE

1968/69

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	39.6	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	24.5	0.0	0.4	0.0	0.6
2	0.0	30.2	33.0	0.0	0.0	3.5	0.0	37.3	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	17.2	10.5	0.0	0.4	0.0	21.7	13.4	0.0	0.0	0.3	0.3
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	4.4	4.3	0.0	0.0	0.4	1.8
5	0.0	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	4.0	0.0	17.6	0.0	3.6
6	0.0	7.6	3.1	0.0	0.0	0.0	14.8	5.0	0.0	1.0	0.0	2.8
7	0.0	15.4	16.2	5.3	0.8	2.8	10.8	5.6	0.0	0.3	0.0	0.0
8	4.0	35.7	0.4	3.9	0.0	1.0	5.4	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	1.7	0.0	5.8	0.0	0.0	5.6	24.3	2.3	0.0	0.0	0.0
10	0.0	9.2	14.5	31.5	8.6	8.8	0.0	0.8	21.5	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	3.4	4.9	0.0	0.2	0.0	0.0	24.0	0.0	0.0	1.3
12	0.0	0.0	0.0	42.3	0.0	20.7	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	50.7
13	0.0	19.1	5.4	12.7	8.4	124.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0
14	0.0	19.8	17.5	16.0	7.8	15.6	0.2	0.0	4.0	0.0	0.0	1.4
15	0.0	34.7	12.0	11.5	6.7	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	26.7
16	0.0	5.1	19.0	23.6	6.7	23.7	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	12.7
17	0.0	0.0	22.0	7.4	9.8	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0
18	0.3	4.7	21.4	1.9	36.9	8.2	0.0	0.0	10.8	0.0	0.0	9.0
19	0.0	2.6	15.4	7.6	26.7	6.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	8.1
20	0.0	0.3	0.7	0.0	6.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
21	0.0	0.0	9.8	0.0	43.7	3.9	9.7	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.6	0.0	31.0	20.3	29.5	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	4.5	13.6	6.2	20.4	20.4	12.2	0.0	0.0	0.0
24	6.0	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	2.5	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0
25	9.9	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
27	14.9	36.8	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0
28	2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
29	1.0	4.3	0.0	22.1		0.0	0.0	5.7	0.0	0.7	0.0	21.5
30	0.0	3.0	0.0	7.6		0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	27.7
31	4.3		0.0	0.0		0.0		0.0		0.0	0.0	
PM	42.8	310.8	212.3	210.9	215.7	283.1	131.0	221.5	90.3	20.0	2.2	193.7
PA	1934.3											

Quadro A.1. Bacia do Simonte em Louçainha. Precipitação diária, mensal e anual em 1968/69

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO SIMONTE 1969/70

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	0.0	0.0	6.4	8.5	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	2.8	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	14.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0
4	2.6	0.0	2.8	31.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.2	0.0
5	8.7	0.0	9.4	45.7	19.8	0.0	0.0	20.1	41.0	0.0	0.2	0.0
6	0.2	0.0	0.0	10.2	2.6	0.0	0.0	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	8.2	15.6	0.5	0.2	0.0	0.0	1.5	21.5	1.0	0.0	0.0
8	0.0	6.0	0.0	30.4	0.0	0.0	0.0	3.0	4.8	0.6	0.0	2.3
9	0.0	1.0	0.0	14.5	0.0	0.0	4.3	43.5	2.7	6.2	0.0	0.0
10	0.0	0.6	0.0	16.1	0.0	0.0	2.7	14.3	0.0	0.0	0.0	8.7
11	17.8	15.3	0.0	36.0	2.5	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.7
12	9.5	63.2	0.0	23.6	4.0	0.0	13.7	3.5	1.8	0.0	0.0	0.0
13	1.8	7.0	0.0	3.7	10.8	0.0	0.0	13.5	0.0	0.4	0.0	0.3
14	21.0	11.1	0.0	3.5	7.4	1.4	0.0	37.2	10.8	1.3	0.0	0.0
15	2.6	3.8	3.8	26.4	0.2	6.5	0.0	8.0	27.0	0.0	0.0	1.0
16	0.0	0.0	10.0	2.3	4.5	0.0	0.0	0.5	3.4	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.6	3.1	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0
18	6.4	0.0	16.2	56.2	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	0.0	2.2	0.0
19	6.0	0.0	0.2	2.7	0.0	0.0	0.4	0.0	1.1	0.0	3.2	0.0
20	6.1	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.3	8.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	3.9	6.8	1.6	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	13.2	0.0	24.6	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	5.0	17.4	33.1	0.0	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.2	1.6	3.7	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	19.0	0.5	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	4.7	0.0	0.0	1.5	0.0	3.2	0.0
29	0.0	0.0	18.2	0.9		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
30	0.0	3.5	19.1	7.8		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		19.5	0.0		3.9		0.0		0.0	0.0	
PM	83.0	167.5	143.7	414.1	63.5	39.4	29.8	175.6	165.4	9.8	13.2	13.0
PA	1318.0											

Quadro A.2. Bacia do Simonte em Louçainha. Precipitação diária, mensal e anual em 1969/70

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO SIMONTE 1970/71

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	0.0	0.2	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	0.2	22.5	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	6.8	0.0	1.1	0.2	3.5	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	31.1	0.4	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	5.3	14.6	26.5	0.0	0.2	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.5	7.2	28.6	0.0	0.4	0.0
7	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.1	8.1	21.6	0.0	0.0	0.2
8	1.9	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0
9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	8.5	0.0	16.8	0.0	2.3	0.0
10	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	18.4	0.0	9.1	0.0	0.0	11.0
11	0.0	0.0	14.2	5.8	0.0	0.0	17.0	0.0	5.1	0.0	0.2	0.0
12	0.0	0.0	0.2	4.3	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
13	0.0	1.2	0.0	9.4	0.0	2.0	12.9	4.8	5.8	0.0	0.0	0.0
14	0.0	4.2	0.0	13.0	0.0	4.6	0.3	0.0	25.7	6.5	0.1	0.0
15	0.0	6.7	0.0	1.0	0.0	6.5	3.8	1.8	6.0	6.0	0.0	0.0
16	0.0	8.4	0.0	0.0	10.5	19.8	0.0	7.3	0.0	4.8	0.0	0.0
17	0.0	5.5	0.0	11.6	12.1	3.3	5.6	28.4	0.0	0.0	2.5	0.0
18	0.0	12.4	0.0	13.5	31.2	28.3	0.0	5.8	0.0	0.9	5.6	0.0
19	0.0	20.0	0.0	34.2	6.4	27.9	0.0	23.2	0.0	0.0	3.0	0.0
20	0.0	10.0	0.0	45.4	0.0	13.9	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	32.6	0.0	26.8	0.0	4.3	5.4	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.9	0.0	11.5	0.0	0.0	2.4	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	9.4	0.0	0.0	4.6	10.4	0.0	3.8	1.6	0.0
24	0.0	17.7	0.0	14.0	0.0	0.0	1.0	19.2	1.1	2.9	0.0	0.0
25	0.0	32.5	1.0	3.0	0.0	0.0	0.0	13.5	0.4	3.0	0.2	0.0
26	0.0	1.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.9	20.7	0.0	1.1	5.7	0.0
27	0.0	0.0	6.8	7.6	0.0	0.0	9.5	1.9	0.5	2.1	0.0	0.0
28	0.0	0.0	6.4	0.8	0.0	0.0	42.9	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	21.4	0.0	10.8		0.0	30.2	0.9	0.0	0.0	13.5	0.0
30	0.0	6.1	6.8	5.5		0.0	8.8	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
31	0.0		5.5	2.6		8.1		0.0		0.0	0.0	
PM	10.2	182.4	44.4	237.2	67.9	119.1	268.8	187.3	180.1	54.2	39.0	12.2
PA	1402.8											

Quadro A.3. Bacia do Simonte em Louçainha. Precipitação diária, mensal e anual em 1970/71

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO SIMONTE 1971/72

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	0.0	10.0	0.5	51.3	3.4	0.0	10.4	0.0	0.0	0.0	2.0
2	2.0	0.0	0.2	5.0	33.7	1.6	0.0	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	10.3	0.0	55.4	4.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.4
4	0.0	0.0	0.2	0.0	10.2	21.7	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	1.9
5	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	14.8	6.2	3.5	6.1	0.0	0.0	0.5
6	0.0	8.6	0.0	0.0	14.8	22.1	0.2	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0
7	0.0	0.0	1.2	1.5	18.4	20.2	0.3	0.0	0.0	0.0	1.0	9.4
8	0.0	0.0	0.0	19.2	1.7	11.3	2.4	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	1.5	4.2	0.0	5.5	1.1	0.0	53.9	0.3	1.5
10	0.0	0.0	0.0	1.3	35.8	3.2	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2
11	0.0	0.0	0.0	20.1	31.5	2.4	16.5	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
12	5.2	0.0	0.0	2.6	18.7	3.5	10.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
13	6.7	0.0	0.0	32.1	8.7	0.7	0.0	10.0	10.5	0.0	3.6	0.0
14	0.6	0.0	0.0	16.4	0.1	13.0	0.0	4.3	11.5	0.0	0.3	0.0
15	0.2	0.2	0.0	24.0	0.0	8.2	0.0	0.2	11.3	0.3	0.0	0.0
16	0.0	0.0	1.1	15.7	8.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	6.4	0.0	0.2	11.3	11.8	0.0	0.0	3.8	8.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.4	6.1	2.7	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.3	0.9	5.7	23.3	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	22.5	27.1	16.5	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	8.7	5.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	13.3	0.0	0.0	0.0	3.0
23	0.0	1.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	23.2
24	0.0	0.3	3.0	0.0	0.0	2.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
25	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.3	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
26	2.5	0.0	5.3	0.2	8.2	3.7	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6
27	0.0	0.0	1.1	3.8	10.5	0.3	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0	1.4
28	0.0	0.9	13.9	6.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
29	0.0	1.0	19.8	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
30	0.0	9.8	0.0	0.0		0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		0.0	5.1		0.9		0.4		0.0	0.0	
PM	23.6	30.7	67.4	206.5	383.4	188.8	65.4	77.4	47.5	59.0	6.0	72.5
PA	1228.2											

Quadro A.4. Bacia do Simonte em Louçainha. Precipitação diária, mensal e anual em 1971/72

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO SIMONTE 1972/73

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	2.0	29.5	1.6	1.5	7.4	0.0	0.0	29.6	6.6	0.0	0.0	0.0
2	16.0	6.9	12.6	0.0	2.2	0.0	0.0	25.3	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.3	1.4	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0
4	19.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0
5	25.4	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	23.0	0.0	0.0	0.0	1.0
6	5.9	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	2.0
7	0.2	3.9	34.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.2	0.0	0.0	8.5
8	0.0	0.2	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
11	8.3	0.7	0.0	4.7	0.0	9.3	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0
12	30.6	0.6	0.0	5.3	0.0	17.6	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
13	22.3	0.0	0.0	65.2	8.7	9.9	0.0	0.0	0.0	11.3	0.0	0.2
14	0.1	0.4	0.0	9.6	11.4	2.5	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	28.2
15	6.2	17.8	11.1	23.7	14.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	2.0
16	4.0	8.3	22.6	6.7	17.5	0.0	0.0	0.0	5.4	12.0	0.0	2.9
17	4.5	0.3	8.7	62.8	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	5.0	0.0	2.1
18	5.0	8.4	1.5	37.5	0.6	0.0	0.0	13.5	0.0	8.0	0.0	2.1
19	0.5	5.1	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	18.6	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	37.6	0.0	0.0	0.0	9.3
21	9.1	32.1	0.0	23.1	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	1.2	0.4
22	0.0	1.8	0.0	10.1	0.0	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	0.6	0.2
23	0.0	4.3	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	1.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	12.3	0.0	0.6	0.0	19.8	5.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	5.5	0.0	17.6	0.0	14.4	0.2	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	25.7	0.0	14.3	0.0	0.3	10.7	11.3	0.5	11.1	0.0	0.0	0.0
28	3.3	0.0	8.8	0.0	0.0	58.2	4.5	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	4.3	0.0		0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	1.5	0.1	0.0		0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	16.9		0.0	1.7		0.0		0.0		0.0	0.0	
PM	223.1	148.3	171.8	264.7	97.2	115.0	32.6	193.1	37.3	40.6	1.8	58.9
PA	1384.4											

Quadro A.5. Bacia do Simonte em Louçainha. Precipitação diária, mensal e anual em 1972/73

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO SIMONTE 1973/74

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	0.5	0.0	0.0	32.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	1.0
2	0.0	2.6	4.0	0.0	15.7	1.8	12.3	0.4	0.0	0.0	0.0	2.1
3	0.3	25.7	0.5	24.5	9.1	9.5	22.3	24.2	0.0	0.0	0.0	14.4
4	44.8	42.3	0.0	0.3	8.6	0.0	0.5	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2.6	30.5	0.0	14.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.2	0.0	0.0	15.1	10.6	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	4.8
7	0.0	0.0	0.0	23.1	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.2	18.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	1.7	28.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	4.9
10	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	16.4	20.2	7.4	0.0	0.0	0.2	0.5
11	0.3	0.0	0.0	1.2	13.7	0.0	3.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
12	6.8	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	9.2	1.3	1.1	0.0	0.0	3.4
13	7.3	0.0	0.0	5.2	32.7	6.0	6.0	5.6	0.0	3.6	0.0	0.0
14	7.3	0.0	0.0	9.8	0.4	0.0	2.9	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
15	27.8	0.0	0.0	6.5	11.4	0.0	0.5	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0
16	4.6	0.0	0.0	1.0	26.1	0.8	3.4	6.4	0.2	0.0	0.0	0.0
17	8.6	0.0	0.0	6.5	4.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
18	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	27.4	0.0	5.7	22.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	29.2	0.0	1.3	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	51.3	0.0	0.0	0.2	32.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	5.6	1.1	0.0	2.4	6.8	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	21.3	0.0	0.0	24.6	1.9	0.0	24.1	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	16.4	0.0	0.0	5.3
25	0.0	0.0	0.3	21.0	0.0	4.6	0.0	0.0	26.5	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	5.0	0.2	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	2.8	8.2	0.0	11.3	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.4	0.0	0.0	44.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	26.3		24.2	3.1	0.4	21.7	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	4.6		0.0	1.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	3.0		0.0	10.1		0.0		1.2		0.0	0.0	
PM	118.4	101.6	141.5	235.0	208.5	129.6	134.5	101.6	155.0	3.6	0.4	36.4
PA	1366.1											

Quadro A.6. Bacia do Simonte em Louçainha. Precipitação diária, mensal e anual em 1973/74

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO SIMONTE 1974/75

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	24.1	0.0	0.0	13.6	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.4
7	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	9.4	0.0	0.0	11.4	0.0	0.0	0.8
8	2.0	0.0	0.0	0.0	9.5	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.8	0.0	0.0	0.0	19.6	6.1	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0
10	2.5	0.0	0.0	0.0	3.1	18.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
11	0.6	0.0	0.0	0.0	8.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.5	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
14	0.0	1.6	0.0	15.5	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.9
15	0.0	25.6	0.0	18.5	38.5	0.5	0.5	0.0	9.1	0.0	0.0	1.3
16	0.0	17.5	0.0	11.5	4.0	8.3	2.0	4.9	0.2	0.0	0.0	1.9
17	2.1	20.4	0.0	27.6	0.4	33.2	0.0	30.4	0.0	2.7	0.0	0.4
18	0.0	16.5	0.0	55.8	0.0	10.2	1.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3
19	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	1.0	2.6	17.3	0.0	0.0	0.0	0.4
20	8.4	24.7	0.0	0.3	0.0	11.6	0.0	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0
21	7.7	0.5	0.0	7.7	0.7	0.3	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
22	17.6	8.0	0.0	0.0	8.3	0.0	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
23	3.8	27.5	4.1	0.3	4.0	0.0	5.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	17.0	20.6	30.2	0.3	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	35.7	5.5	5.1	5.1	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.4	0.4	0.0	3.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
27	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	1.5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.5
28	0.0	0.0	0.0	2.0	17.0	0.3	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
29	0.0	0.0	0.0	2.6		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2
30	0.0	0.0	0.0	0.0		4.8	3.0	1.6	0.0	0.0	0.0	15.4
31	0.0		0.0	0.0		0.0		7.3		0.0	0.0	
PM	46.2	195.6	30.6	183.5	160.7	219.2	46.0	88.1	39.2	2.9	0.3	103.0
PA	1115.3											

Quadro A.7. Bacia do Simonte em Louçainha. Precipitação diária, mensal e anual em 1974/75

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO SIMONTE 1975/76

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	6.5	9.8	1.8	0.0	16.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	1.4
2	0.4	2.6	0.7	0.0	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	9.6	15.5	0.0	13.1	0.0	4.5	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0
4	0.0	0.7	0.0	0.0	3.7	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	1.9	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	8.1	0.0	4.6	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	5.0	1.5	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.5	0.0	2.6	0.0	1.3	0.0	0.0
9	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	4.5	12.7	0.0	13.4	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	43.4	13.4	0.0	0.0	2.1	13.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
13	0.0	0.2	0.7	0.0	1.3	21.4	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
14	3.0	0.0	0.0	0.0	17.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	8.2	0.0	3.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	10.4	0.0	0.4	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
17	1.2	10.5	10.0	0.0	9.9	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	1.5	0.0	0.0	0.0	11.2	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	3.8	0.0	0.0	0.0	9.6	0.3	1.4	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0
20	0.8	0.0	0.0	0.0	1.9	0.3	8.7	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	11.2	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0
23	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	19.7	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0
24	2.2	10.2	0.0	0.0	0.0	26.5	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	11.5
25	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	58.2
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0	1.1	0.0	0.0	13.7
28	0.0	0.4	0.0	1.1	9.4	0.0	12.5	0.0	24.3	0.0	0.0	12.6
29	0.0	3.0	0.0	21.2	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	5.2	0.5
30	1.7	19.5	0.0	27.4		0.0	0.6	0.0	0.3	0.0	21.5	7.1
31	3.7		0.0	14.1		0.0		0.0		0.0	1.4	
PM	55.0	118.3	59.2	63.8	136.7	102.5	120.1	21.3	43.1	17.7	71.9	116.9
PA	926.5											

Quadro A.8. Bacia do Simonte em Louçainha. Precipitação diária, mensal e anual em 1975/76

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO SIMONTE

1976/77

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.4	0.0	13.4	15.2	7.9	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	9.0	0.0
2	0.0	20.7	32.5	34.2	14.8	0.0	0.7	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0
3	1.3	1.6	44.2	2.5	20.6	0.0	8.8	2.3	2.2	0.0	0.0	0.0
4	19.4	28.1	19.8	0.0	19.8	0.0	29.4	2.6	1.5	0.0	0.0	0.0
5	0.2	3.4	10.2	0.0	1.0	0.0	13.1	28.2	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	14.2	50.8	0.0	6.8	0.0	3.0	0.0	0.0	9.6	0.0	0.0
7	0.0	2.7	9.2	0.0	0.0	7.4	3.8	0.0	0.0	9.2	0.0	0.0
8	0.0	16.2	2.0	0.0	0.0	0.0	13.6	0.0	0.0	16.2	0.0	0.0
9	0.0	21.0	4.8	0.0	3.0	2.0	0.0	0.0	16.3	0.2	0.0	0.0
10	12.7	18.6	0.0	0.0	18.0	0.4	0.0	0.0	28.6	0.4	0.0	0.0
11	41.0	26.1	0.0	8.6	5.0	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	8.1	22.1	0.0	18.7	24.5	8.1	0.0	0.0	6.4	0.0	1.0	0.0
13	13.7	0.0	0.0	10.7	14.5	0.4	0.0	16.4	2.3	0.0	0.0	0.0
14	23.6	0.0	0.0	59.4	1.0	5.1	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	1.1	0.0	7.1	14.5	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4.8	0.0	1.5	0.0	0.6	0.0	2.0	23.9	0.0	0.0	0.3	0.0
17	9.8	0.0	3.6	0.0	1.6	6.8	1.2	6.7	0.3	0.0	0.0	0.0
18	1.1	0.0	19.1	0.6	8.5	12.5	1.8	0.0	30.7	0.0	0.6	21.7
19	0.0	0.0	7.8	0.0	34.4	5.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.2	1.6
20	11.0	0.0	13.7	5.8	19.4	9.4	0.0	0.0	9.5	0.0	10.2	0.0
21	0.0	0.0	0.0	11.5	13.2	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0	2.3
22	0.0	0.0	0.0	2.5	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0
23	8.1	0.0	5.8	4.2	9.2	1.2	0.0	0.2	0.0	1.4	1.0	0.0
24	13.2	0.0	26.5	9.8	7.5	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0	0.0	22.8
25	10.2	0.0	23.3	8.5	27.5	0.0	0.0	9.6	0.0	0.0	1.6	0.0
26	2.5	0.0	1.6	30.2	1.1	11.7	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
27	7.2	0.0	0.0	0.3	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
28	23.4	0.0	0.0	15.1	0.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
29	12.5	1.5	0.0	11.5		4.0	1.6	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0
30	3.7	0.4	1.2	23.9		0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		54.2	11.6		0.0		20.5		0.0	1.7	
PM	229.0	176.6	352.3	299.3	292.4	95.2	79.0	145.9	116.2	40.0	28.8	48.4
PA	1903.1											

Quadro A.9. Bacia do Simonte em Louçainha. Precipitação diária, mensal e anual em 1976/77

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO SIMONTE

1977/78

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	5.6	0.0	0.0	21.4	12.2	9.7	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	14.2	8.1	4.2	33.5	24.7	3.5	0.0	1.0	0.0	0.0
3	0.0	1.2	0.0	20.2	2.5	7.4	0.0	29.1	0.0	0.0	0.0	7.1
4	0.0	16.2	27.7	0.0	0.0	13.0	11.1	14.1	0.0	0.5	0.0	9.7
5	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	3.1	9.5	0.0	0.0	0.0	13.7
6	29.8	9.2	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	3.0
7	20.2	3.5	29.5	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	10.7	0.0	0.0	0.0
8	9.3	0.0	22.6	0.0	0.0	0.0	2.9	1.0	12.1	0.0	0.0	0.0
9	47.7	0.0	11.8	0.0	8.2	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	3.4	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	35.7	1.7	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	6.7	12.3	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	1.7	1.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.8	3.0	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0
15	1.9	0.0	0.0	0.0	8.8	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0
16	2.0	5.3	0.0	0.0	17.4	1.0	0.0	0.5	2.6	0.0	0.0	0.0
17	50.8	0.7	0.0	1.0	12.3	11.2	2.4	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0
18	29.0	0.0	3.7	0.0	5.8	7.7	3.6	10.0	8.6	0.0	0.0	0.0
19	3.8	11.2	43.5	13.5	35.5	3.8	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0
20	5.6	14.5	6.7	13.1	11.3	0.0	19.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0
21	31.8	5.2	26.3	12.0	13.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	25.2	0.5	4.8	22.5	0.0	0.2	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.3	0.0	7.8	0.3	30.8	2.7	0.0	28.0	1.9	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	1.9	27.0	0.0	3.5	23.5	4.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	21.0	23.5	0.0	9.2	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	9.0	13.1	0.0	23.4	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0
27	0.0	6.6	0.0	0.0	27.0	0.0	21.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	3.7	13.2	30.6	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	2.5	14.5		3.7	34.3	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.8	12.5		11.0	23.8	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
31	0.0		0.0	19.4		17.0		0.0		0.0	0.0	
PM	258.4	83.4	287.0	214.6	290.1	134.0	196.3	142.5	91.3	2.5	0.0	33.5
PA	1733.6											

Quadro A.10. Bacia do Simonte em Louçainha. Precipitação diária, mensal e anual em 1977/78

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO SIMONTE 1968/69

	DUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0056	0.0626	0.2068	0.1352	0.1594	0.2848	0.1459	0.1742	0.1205	0.0451	0.0142	0.0070
2	0.0050	0.0420	0.3293	0.1133	0.1550	0.2440	0.1369	0.3673	0.2044	0.0452	0.0142	0.0070
3	0.0044	0.0351	0.3504	0.1058	0.1504	0.2208	0.1330	0.4345	0.1885	0.0389	0.0142	0.0070
4	0.0044	0.0281	0.3289	0.1028	0.1415	0.2044	0.1249	0.4345	0.1779	0.0397	0.0142	0.0077
5	0.0044	0.0050	0.3012	0.0973	0.1330	0.1835	0.1187	0.4040	0.1594	0.0420	0.0142	0.0085
6	0.0044	0.0049	0.2916	0.0895	0.1249	0.1685	0.1209	0.3795	0.1415	0.0370	0.0142	0.0085
7	0.0044	0.0555	0.2948	0.0844	0.1171	0.1550	0.1209	0.3580	0.1249	0.0332	0.0137	0.0085
8	0.0053	0.1025	0.2815	0.0790	0.1096	0.1415	0.1289	0.3540	0.1171	0.0314	0.0121	0.0085
9	0.0044	0.0887	0.2593	0.0905	0.1043	0.1289	0.1269	0.4425	0.1218	0.0314	0.0117	0.0089
10	0.0044	0.0703	0.2578	0.0979	0.1013	0.1134	0.1209	0.4495	0.1124	0.0297	0.0102	0.0302
11	0.0044	0.0675	0.2444	0.1515	0.0998	0.1102	0.1249	0.4040	0.1054	0.0277	0.0102	0.0529
12	0.0044	0.0727	0.2320	0.3881	0.0947	0.1626	0.1289	0.3644	0.1013	0.0247	0.0102	0.0132
13	0.0044	0.0901	0.2485	0.4214	0.0895	1.7130	0.1289	0.3219	0.0947	0.0247	0.0102	0.0148
14	0.0044	0.1360	0.2620	0.5010	0.0842	0.8980	0.1249	0.2815	0.0802	0.0247	0.0102	0.0151
15	0.0044	0.3611	0.3004	0.5668	0.0790	0.6795	0.1171	0.2440	0.0730	0.0247	0.0102	0.0250
16	0.0044	0.3489	0.3991	0.7129	0.0816	0.7615	0.1096	0.2150	0.0676	0.0247	0.0102	0.0218
17	0.0042	0.2783	0.5720	0.6153	0.0936	0.8995	0.1058	0.1935	0.0621	0.0247	0.0102	0.0225
18	0.0034	0.2455	0.7354	0.5229	0.3707	0.7825	0.1043	0.1735	0.0655	0.0247	0.0098	0.0246
19	0.0034	0.2125	0.6573	0.4850	0.6395	0.6474	0.1013	0.1594	0.0622	0.0225	0.0085	0.0225
20	0.0034	0.1857	0.5035	0.4425	0.6302	0.5120	0.0998	0.1439	0.0569	0.0204	0.0085	0.0191
21	0.0034	0.1733	0.4620	0.3822	1.1630	0.4243	0.1045	0.1211	0.0569	0.0191	0.0085	0.0191
22	0.0034	0.1550	0.4470	0.3434	1.0380	0.4174	0.1367	0.1096	0.0545	0.0204	0.0085	0.0172
23	0.0038	0.1415	0.4225	0.3048	0.8235	0.3925	0.1864	0.1211	0.0570	0.0218	0.0085	0.0148
24	0.0050	0.1350	0.3822	0.2654	0.6357	0.3795	0.2095	0.1133	0.0595	0.0211	0.0081	0.0142
25	0.0049	0.1269	0.3363	0.2293	0.5120	0.3580	0.2150	0.1134	0.0553	0.0191	0.0070	0.0127
26	0.0046	0.1133	0.2848	0.2095	0.4077	0.3152	0.2150	0.1175	0.0497	0.0172	0.0070	0.0107
27	0.0083	0.1461	0.2410	0.1935	0.3719	0.2690	0.2044	0.2027	0.0474	0.0165	0.0070	0.0102
28	0.0056	0.1330	0.2150	0.1899	0.3293	0.2325	0.1885	0.2380	0.0451	0.0165	0.0070	0.0135
29	0.0056	0.1249	0.1883	0.1807		0.2044	0.1720	0.2440	0.0430	0.0165	0.0070	0.0281
30	0.0160	0.1171	0.1733	0.1779		0.1835	0.1594	0.2380	0.0430	0.0160	0.0070	0.0191
31	0.0271		0.1550	0.1685		0.1639		0.2320		0.0142	0.0070	
GM	0.0056	0.1286	0.3343	0.2725	0.3157	0.3984	0.1404	0.2628	0.0916	0.0263	0.0101	0.0164
GMA	0.1669											

Quadro A.11. Bacia do Simonte em Louçainha. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1968/69

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO SIMONTE 1969/70

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0165	0.0121	0.1043	0.4230	0.2939	0.0761	0.0297	0.0142	0.0595	0.0621	0.0104	0.0056
2	0.0154	0.0121	0.1028	0.3989	0.2809	0.0703	0.0314	0.0142	0.0521	0.0595	0.0152	0.0056
3	0.0132	0.0132	0.1013	0.5789	0.2620	0.0675	0.0281	0.0142	0.0474	0.0544	0.0162	0.0056
4	0.0143	0.0142	0.0998	1.5240	0.2470	0.0647	0.0247	0.0147	0.0547	0.0497	0.0162	0.0050
5	0.0154	0.0132	0.0998	1.7840	0.2569	0.0621	0.0247	0.0165	0.0819	0.0474	0.0162	0.0039
6	0.0142	0.0121	0.0998	1.1850	0.2380	0.0569	0.0247	0.0154	0.0930	0.0451	0.0162	0.0034
7	0.0142	0.0163	0.0947	0.7889	0.2380	0.0569	0.0247	0.0154	0.0909	0.0451	0.0142	0.0034
8	0.0132	0.0142	0.0895	0.7370	0.2270	0.0544	0.0247	0.0220	0.0790	0.0474	0.0112	0.0039
9	0.0112	0.0142	0.0813	0.9900	0.2150	0.0497	0.0247	0.0409	0.0790	0.0474	0.0102	0.0057
10	0.0135	0.0142	0.0761	0.9360	0.2040	0.0474	0.0264	0.0389	0.0732	0.0431	0.0102	0.0070
11	0.0165	0.0345	0.0761	1.0520	0.1879	0.0474	0.0264	0.0474	0.0647	0.0351	0.0102	0.0070
12	0.0178	0.2170	0.0730	0.9970	0.1779	0.0474	0.0264	0.0497	0.0621	0.0314	0.0102	0.0063
13	0.0274	0.1380	0.0730	0.7680	0.1729	0.0431	0.0264	0.1959	0.0647	0.0314	0.0102	0.0056
14	0.0247	0.1254	0.0730	0.6239	0.1639	0.0389	0.0233	0.2879	0.0797	0.0314	0.0094	0.0056
15	0.0247	0.1209	0.0761	0.6039	0.1500	0.0389	0.0218	0.2749	0.0895	0.0297	0.0085	0.0056
16	0.0219	0.1134	0.0761	0.5830	0.1409	0.0389	0.0218	0.2620	0.0947	0.0264	0.0085	0.0056
17	0.0191	0.1043	0.0779	0.5509	0.1369	0.0370	0.0218	0.2440	0.0961	0.0247	0.0085	0.0056
18	0.0191	0.1013	0.0895	1.2500	0.1369	0.0332	0.0204	0.2044	0.1028	0.0233	0.0094	0.0056
19	0.0204	0.0895	0.0895	0.8450	0.1369	0.0314	0.0191	0.1735	0.1043	0.0218	0.0102	0.0056
20	0.0218	0.0790	0.0895	0.6069	0.1328	0.0314	0.0191	0.1550	0.1095	0.0218	0.0102	0.0050
21	0.0204	0.0790	0.0895	0.4970	0.1206	0.0314	0.0178	0.1374	0.1133	0.0218	0.0086	0.0044
22	0.0191	0.0954	0.0947	0.4170	0.1133	0.0314	0.0165	0.1249	0.1133	0.0218	0.0070	0.0050
23	0.0191	0.1013	0.0998	0.3719	0.1095	0.0314	0.0165	0.1138	0.1095	0.0204	0.0070	0.0063
24	0.0178	0.1028	0.1013	0.3780	0.1093	0.0314	0.0165	0.1043	0.1043	0.0191	0.0070	0.0070
25	0.0165	0.1214	0.1043	0.4910	0.1063	0.0314	0.0153	0.1013	0.0962	0.0178	0.0070	0.0070
26	0.0165	0.1369	0.1058	0.5269	0.0895	0.0314	0.0154	0.0992	0.0895	0.0165	0.0070	0.0063
27	0.0154	0.1369	0.1095	0.4540	0.0790	0.0314	0.0165	0.1052	0.0842	0.0165	0.0070	0.0056
28	0.0142	0.1369	0.1134	0.3859	0.0790	0.0314	0.0165	0.0840	0.0732	0.0165	0.0070	0.0056
29	0.0142	0.1214	0.1559	0.3729		0.0297	0.0154	0.0732	0.0675	0.0165	0.0070	0.0050
30	0.0142	0.1058	0.2490	0.3510		0.0280	0.0142	0.0675	0.0647	0.0165	0.0063	0.0044
31	0.0132		0.3810	0.3149		0.0280		0.0643		0.0165	0.0056	
BMM	0.0172	0.0798	0.1079	0.7028	0.1716	0.0429	0.0216	0.1024	0.0831	0.0315	0.0099	0.0054
BMA	0.1147											

Quadro A.12. Bacia do Simonte em Louçainha. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1969/70

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO SIMONTE

1970/71

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0044	0.0025	0.0204	0.0121	0.2150	0.0947	0.1171	0.3440	0.2380	0.0681	0.0165	0.0077
2	0.0044	0.0025	0.0191	0.0114	0.1990	0.0813	0.1133	0.3009	0.2150	0.0950	0.0165	0.0070
3	0.0044	0.0025	0.0178	0.0102	0.1840	0.0703	0.1133	0.2690	0.2090	0.0732	0.0165	0.0070
4	0.0044	0.0025	0.0165	0.0102	0.1689	0.0675	0.1133	0.2440	0.2440	0.0647	0.0154	0.0070
5	0.0044	0.0030	0.0154	0.0102	0.1594	0.0675	0.1032	0.2320	0.2590	0.0595	0.0142	0.0070
6	0.0050	0.0034	0.0132	0.0102	0.1459	0.0622	0.2850	0.2260	0.4350	0.0545	0.0142	0.0070
7	0.0063	0.0034	0.0112	0.0102	0.1330	0.0569	0.3510	0.2200	0.5460	0.0497	0.0142	0.0070
8	0.0070	0.0034	0.0102	0.0102	0.1249	0.0545	0.3789	0.2150	0.4780	0.0451	0.0142	0.0070
9	0.0070	0.0034	0.0102	0.0114	0.1171	0.0497	0.3859	0.2090	0.4230	0.0408	0.0142	0.0070
10	0.0057	0.0034	0.0134	0.0121	0.1096	0.0474	0.3789	0.1929	0.3929	0.0370	0.0142	0.0070
11	0.0044	0.0039	0.0134	0.0121	0.1029	0.0451	0.3649	0.1779	0.3799	0.0350	0.0142	0.0077
12	0.0044	0.0044	0.0114	0.0132	0.0895	0.0409	0.3500	0.1639	0.3659	0.0350	0.0142	0.0085
13	0.0044	0.0044	0.0121	0.0195	0.0790	0.0389	0.3289	0.1459	0.3659	0.0350	0.0142	0.0085
14	0.0044	0.0044	0.0121	0.0247	0.0761	0.0389	0.3079	0.1330	0.3729	0.0350	0.0142	0.0085
15	0.0044	0.0044	0.0121	0.0247	0.0730	0.0389	0.2809	0.1249	0.3729	0.0350	0.0132	0.0077
16	0.0044	0.0057	0.0114	0.0233	0.0703	0.0517	0.2500	0.1419	0.3580	0.0332	0.0112	0.0070
17	0.0044	0.0064	0.0102	0.0300	0.0703	0.0531	0.2230	0.1509	0.3289	0.0314	0.0102	0.0070
18	0.0044	0.0228	0.0102	0.0425	0.1163	0.1046	0.2040	0.1459	0.2949	0.0314	0.0102	0.0070
19	0.0039	0.0255	0.0094	0.2964	0.1550	0.2193	0.1829	0.1639	0.2569	0.0297	0.0112	0.0070
20	0.0039	0.0494	0.0085	0.4290	0.1550	0.2945	0.1679	0.1829	0.2270	0.0280	0.0121	0.0070
21	0.0044	0.0176	0.0085	0.4230	0.1550	0.2879	0.1589	0.2050	0.2040	0.0264	0.0121	0.0070
22	0.0044	0.0122	0.0085	0.3929	0.1550	0.2564	0.1459	0.2150	0.1840	0.0247	0.0121	0.0070
23	0.0039	0.0094	0.0085	0.3929	0.1504	0.2320	0.1289	0.2150	0.1600	0.0281	0.0121	0.0070
24	0.0034	0.0402	0.0085	0.3989	0.1415	0.2100	0.1171	0.2520	0.1380	0.0314	0.0112	0.0063
25	0.0034	0.0397	0.0094	0.3789	0.1330	0.1885	0.1095	0.3310	0.1249	0.0314	0.0102	0.0056
26	0.0034	0.0219	0.0094	0.3370	0.1249	0.1735	0.1043	0.3859	0.1133	0.0297	0.0102	0.0056
27	0.0034	0.0166	0.0094	0.2890	0.1134	0.1594	0.1430	0.3929	0.1029	0.0280	0.0086	0.0056
28	0.0034	0.0180	0.0102	0.2500	0.1029	0.1459	0.1879	0.3789	0.0998	0.0264	0.0077	0.0056
29	0.0034	0.0291	0.0102	0.2440		0.1330	0.3209	0.3440	0.0895	0.0107	0.0940	0.0050
30	0.0039	0.0249	0.0114	0.2380			0.1289	0.3729	0.3019	0.0732	0.0178	0.0044
31	0.0035		0.0121	0.2260			0.1249		0.2690		0.0165	0.0085
QMM	0.0044	0.0130	0.0117	0.1482	0.1292	0.1167	0.2263	0.2346	0.2684	0.0383	0.0179	0.0068
QMA	0.1013											

Quadro A.13. Bacia do Simonte em Louçainha. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1970/71

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO SIMONTE

1971/72

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0028	0.0039	0.0077	0.0094	0.3925	0.2175	0.1171	0.0569	0.0264	0.0166	0.0085	0.0039
2	0.0056	0.0034	0.0100	0.0102	1.1940	0.2085	0.1096	0.0569	0.0247	0.0142	0.0085	0.0039
3	0.0056	0.0034	0.0077	0.0094	1.6350	0.1504	0.1058	0.0569	0.0281	0.0142	0.0085	0.0044
4	0.0050	0.0039	0.0063	0.0077	0.8910	0.1600	0.1043	0.0569	0.0314	0.0142	0.0077	0.0044
5	0.0044	0.0044	0.0056	0.0070	0.7590	0.2730	0.1013	0.0569	0.0297	0.0142	0.0070	0.0044
6	0.0044	0.0057	0.0056	0.0063	0.7129	0.5200	0.0947	0.0569	0.0280	0.0142	0.0070	0.0057
7	0.0044	0.0063	0.0050	0.0056	0.6250	0.6250	0.0842	0.0522	0.0280	0.0142	0.0070	0.0070
8	0.0044	0.0056	0.0044	0.0083	0.5150	0.5460	0.0732	0.0474	0.0264	0.0265	0.0070	0.0070
9	0.0044	0.0056	0.0044	0.0204	0.7512	0.4780	0.0675	0.0474	0.0247	0.0318	0.0070	0.0070
10	0.0044	0.0050	0.0039	0.0192	0.9130	0.4100	0.0675	0.0474	0.0247	0.0247	0.0070	0.0070
11	0.0044	0.0044	0.0039	0.0235	1.0830	0.3729	0.0732	0.0431	0.0247	0.0219	0.0070	0.0070
12	0.0050	0.0044	0.0044	0.0264	0.9340	0.3440	0.0790	0.0389	0.0247	0.0178	0.0070	0.0070
13	0.0056	0.0044	0.0044	0.0674	0.6250	0.3149	0.0790	0.0389	0.0264	0.0154	0.0070	0.0070
14	0.0050	0.0044	0.0044	0.1207	0.5150	0.2890	0.0761	0.0389	0.0280	0.0142	0.0070	0.0070
15	0.0044	0.0044	0.0044	0.1245	0.4230	0.2620	0.0730	0.0389	0.0280	0.0142	0.0070	0.0070
16	0.0044	0.0044	0.0044	0.1319	0.3759	0.2620	0.0730	0.0389	0.0264	0.0142	0.0057	0.0070
17	0.0057	0.0044	0.0044	0.1289	0.3729	0.2620	0.0730	0.0389	0.0247	0.0142	0.0044	0.0070
18	0.0063	0.0039	0.0044	0.1133	0.3580	0.2560	0.0730	0.0370	0.0247	0.0142	0.0044	0.0070
19	0.0056	0.0034	0.0044	0.1058	0.3430	0.2560	0.0730	0.0370	0.0247	0.0142	0.0044	0.0070
20	0.0056	0.0030	0.0044	0.2014	0.3580	0.2890	0.0703	0.0352	0.0247	0.0142	0.0044	0.0070
21	0.0050	0.0030	0.0044	0.2265	0.3729	0.3149	0.0675	0.0314	0.0247	0.0142	0.0044	0.0070
22	0.0044	0.0045	0.0044	0.2095	0.3580	0.3019	0.0675	0.0352	0.0247	0.0122	0.0050	0.0106
23	0.0044	0.0050	0.0044	0.1885	0.3160	0.2749	0.0675	0.0389	0.0219	0.0102	0.0056	0.0122
24	0.0044	0.0044	0.0044	0.1594	0.2749	0.2500	0.0675	0.0389	0.0191	0.0122	0.0056	0.0086
25	0.0044	0.0044	0.0044	0.1374	0.2500	0.2270	0.0622	0.0389	0.0191	0.0122	0.0063	0.0070
26	0.0044	0.0044	0.0050	0.1249	0.2270	0.2050	0.0569	0.0389	0.0191	0.0102	0.0057	0.0070
27	0.0044	0.0044	0.0063	0.1209	0.2050	0.1750	0.0569	0.0352	0.0191	0.0102	0.0044	0.0070
28	0.0044	0.0044	0.0206	0.1133	0.1940	0.1459	0.0569	0.0314	0.0191	0.0102	0.0044	0.0070
29	0.0044	0.0044	0.0122	0.1050	0.1840	0.1419	0.0522	0.0314	0.0191	0.0102	0.0044	0.0070
30	0.0044	0.0117	0.0094	0.1028		0.1419	0.0522	0.0314	0.0191	0.0102	0.0044	0.0070
31	0.0044		0.0085	0.1536		0.1289		0.0297		0.0155	0.0044	
QMM	0.0047	0.0046	0.0060	0.0899	0.5572	0.2839	0.0758	0.0420	0.0244	0.0150	0.0060	0.0068
QMA	0.0930											

Quadro A.14. Bacia do Simonte em Louçainha. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1971/72

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO SIMONTE 1972/73

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0080	0.0832	0.1459	0.2205	0.1935	0.1550	0.1779	0.0790	0.1369	0.0247	0.0094	0.0039
2	0.0071	0.0998	0.1575	0.2044	0.1735	0.1550	0.1729	0.0909	0.1329	0.0233	0.0085	0.0050
3	0.0065	0.0973	0.1459	0.1835	0.1431	0.1550	0.1639	0.1043	0.0624	0.0218	0.0085	0.0063
4	0.0110	0.0895	0.1369	0.1685	0.1289	0.1504	0.1504	0.1495	0.1171	0.0218	0.0077	0.0070
5	0.0540	0.0842	0.1329	0.1550	0.1133	0.1459	0.1415	0.2450	0.1056	0.0218	0.0070	0.0070
6	0.0137	0.0761	0.1331	0.1459	0.1058	0.1415	0.1329	0.2749	0.0947	0.0204	0.0070	0.0070
7	0.0106	0.0730	0.2951	0.1374	0.1028	0.1329	0.1289	0.2685	0.0842	0.0191	0.0070	0.0063
8	0.0094	0.0703	0.3925	0.1249	0.0998	0.1249	0.1289	0.2440	0.0790	0.0204	0.0077	0.0055
9	0.0085	0.0647	0.3925	0.1171	0.0998	0.1171	0.1289	0.2205	0.0698	0.0192	0.0085	0.0056
10	0.0085	0.0595	0.3644	0.1095	0.0947	0.1080	0.1249	0.2044	0.0621	0.0165	0.0085	0.0056
11	0.0176	0.0569	0.3155	0.1043	0.0842	0.1028	0.1133	0.1885	0.0621	0.0154	0.0085	0.0056
12	0.0264	0.0569	0.2690	0.1187	0.0772	0.1028	0.1043	0.1735	0.0595	0.0142	0.0077	0.0070
13	0.0252	0.0569	0.2380	0.3744	0.0730	0.1013	0.1013	0.1550	0.0569	0.0154	0.0070	0.0070
14	0.0178	0.0544	0.2100	0.4309	0.0754	0.0947	0.0895	0.1415	0.0521	0.0165	0.0070	0.0194
15	0.0178	0.0632	0.2023	0.6244	0.0947	0.0842	0.0761	0.1369	0.0451	0.0196	0.0070	0.0086
16	0.0171	0.0647	0.2990	0.7680	0.1013	0.0761	0.0703	0.1329	0.0430	0.0204	0.0070	0.0070
17	0.0160	0.0634	0.3729	2.6200	0.1043	0.0703	0.0622	0.1289	0.0430	0.2027	0.0057	0.0070
18	0.0142	0.0712	0.3655	1.3160	0.1028	0.0675	0.0569	0.1262	0.0389	0.0218	0.0044	0.0070
19	0.0142	0.0925	0.3434	0.7634	0.1043	0.0675	0.0544	0.2016	0.0350	0.0201	0.0044	0.0070
20	0.0142	0.2051	0.3085	0.5932	0.1058	0.0703	0.0497	0.3307	0.0332	0.0112	0.0050	0.0082
21	0.0142	0.4838	0.2815	0.6420	0.1095	0.0730	0.0431	0.3412	0.0314	0.0102	0.0056	0.0085
22	0.0142	0.4540	0.2624	0.6035	0.1133	0.0703	0.0389	0.3298	0.0297	0.0102	0.0056	0.0063
23	0.0142	0.3859	0.2182	0.5299	0.1133	0.0647	0.0389	0.3015	0.0280	0.0102	0.0056	0.0056
24	0.0142	0.3580	0.1935	0.4380	0.1133	0.0621	0.0389	0.2690	0.0264	0.0102	0.0056	0.0056
25	0.0154	0.3155	0.1831	0.3925	0.1202	0.0570	0.0389	0.2380	0.0247	0.0102	0.0056	0.0056
26	0.0233	0.2690	0.1735	0.3574	0.1415	0.0520	0.0389	0.2150	0.0247	0.0094	0.0056	0.0056
27	0.0476	0.2325	0.2006	0.3100	0.1504	0.0846	0.0389	0.1990	0.0264	0.0094	0.0050	0.0056
28	0.0409	0.2044	0.2150	0.2749	0.1550	0.1685	0.0389	0.1835	0.0247	0.0102	0.0044	0.0050
29	0.0332	0.1835	0.2320	0.2500		0.1779	0.0389	0.1685	0.0247	0.0094	0.0044	0.0044
30	0.0300	0.1639	0.2380	0.2265		0.1829	0.0494	0.1550	0.0247	0.0085	0.0044	0.0044
31	0.0403		0.2320	0.2095		0.1829		0.1415		0.0094	0.0039	
QMM	0.0195	0.1544	0.2467	0.4359	0.1140	0.1096	0.0877	0.1980	0.0559	0.0217	0.0064	0.0066
QMA	0.1214											

Quadro A.15. Bacia do Simonte em Louçainha. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1972/73

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO SIMONTE

1973/74

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0044	0.0077	0.0094	0.0976	0.4445	0.1329	0.1550	0.0790	0.0703	0.3385	0.0218	0.0077
2	0.0044	0.0112	0.0085	0.0947	0.4100	0.1289	0.1823	0.0913	0.0675	0.2694	0.0204	0.0114
3	0.0075	0.0163	0.0085	0.1097	0.4100	0.1211	0.2044	0.1028	0.0647	0.2265	0.0191	0.0093
4	0.0343	0.0890	0.0094	0.0998	0.4620	0.1095	0.1940	0.1013	0.0570	0.1990	0.0191	0.0085
5	0.0094	0.0736	0.0102	0.1338	0.4230	0.1043	0.1940	0.1118	0.0520	0.1779	0.0178	0.0085
6	0.0077	0.0394	0.0102	0.2547	0.4910	0.1013	0.1940	0.1289	0.0474	0.1639	0.0154	0.0085
7	0.0070	0.0297	0.0102	0.5200	0.6352	0.0947	0.1940	0.1415	0.0409	0.1459	0.0142	0.0077
8	0.0063	0.0264	0.0094	0.5879	0.5665	0.0895	0.1885	0.1504	0.0369	0.1329	0.0142	0.0070
9	0.0056	0.0247	0.0085	0.6309	0.4780	0.0842	0.1838	0.1504	0.0369	0.1211	0.0142	0.0077
10	0.0056	0.0195	0.0085	0.6455	0.4230	0.0895	0.1835	0.1594	0.0389	0.1083	0.0142	0.0085
11	0.0063	0.0154	0.0085	0.5665	0.4270	0.0813	0.1685	0.1550	0.0389	0.0955	0.0142	0.0077
12	0.0070	0.0154	0.0085	0.4333	0.4680	0.0703	0.1594	0.1550	0.0389	0.0842	0.0142	0.0070
13	0.0103	0.0154	0.0077	0.3989	0.6250	0.0675	0.1504	0.1550	0.0389	0.0761	0.0142	0.0070
14	0.0198	0.0165	0.0070	0.3925	0.6250	0.0675	0.1415	0.1550	0.0351	0.0703	0.0142	0.0070
15	0.0270	0.0178	0.0077	0.3795	0.5460	0.0647	0.1369	0.1504	0.0314	0.0622	0.0132	0.0070
16	0.0178	0.0191	0.0094	0.3655	0.5382	0.0579	0.1415	0.1504	0.0296	0.0569	0.0132	0.0070
17	0.0154	0.0178	0.0102	0.3434	0.5274	0.0569	0.1459	0.1459	0.0264	0.0521	0.0132	0.0070
18	0.0142	0.0154	0.0102	0.3085	0.4780	0.0595	0.1459	0.1369	0.0247	0.0474	0.0121	0.0070
19	0.0132	0.0154	0.0379	0.2544	0.4165	0.0675	0.1347	0.1279	0.0247	0.0464	0.0112	0.0070
20	0.0112	0.0165	0.0466	0.2265	0.3574	0.0675	0.1249	0.1209	0.0247	0.0430	0.0094	0.0070
21	0.0102	0.0143	0.1692	0.1990	0.3149	0.0639	0.1334	0.1171	0.0247	0.0409	0.0085	0.0070
22	0.0094	0.0121	0.1604	0.1779	0.2815	0.0680	0.1209	0.1095	0.0247	0.0351	0.0085	0.0070
23	0.0077	0.0121	0.2044	0.1639	0.2500	0.0903	0.1209	0.1058	0.0328	0.0314	0.0077	0.0077
24	0.0070	0.0121	0.1990	0.1512	0.2265	0.1028	0.1171	0.1043	0.0675	0.0314	0.0070	0.0085
25	0.0070	0.0121	0.1735	0.1639	0.2095	0.1095	0.1133	0.0961	0.0521	0.0314	0.0070	0.0085
26	0.0070	0.0132	0.1550	0.1435	0.1869	0.1133	0.1047	0.0895	0.0431	0.0314	0.0070	0.0085
27	0.0070	0.0122	0.1415	0.1504	0.1689	0.1171	0.0998	0.0842	0.1711	0.0280	0.0070	0.0085
28	0.0070	0.0102	0.1329	0.1615	0.1459	0.1375	0.0947	0.0761	0.3164	0.0247	0.0070	0.0077
29	0.0077	0.0102	0.1229	0.2330		0.1550	0.0895	0.0730	0.4268	0.0219	0.0070	0.0070
30	0.0094	0.0102	0.1171	0.2815		0.1550	0.0842	0.0953	0.3974	0.0191	0.0070	0.0070
31	0.0086		0.1095	0.3369		0.1550		0.0761		0.0204	0.0070	
BMM	0.0104	0.0206	0.0623	0.2905	0.4119	0.0962	0.1467	0.1192	0.0794	0.0913	0.0122	0.0077
BMA	0.1124											

Quadro A.16. Bacia do Simonte em Louçainha. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1973/74

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO SIMONTE

1974/75

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0070	0.0056	0.0409	0.0233	0.1885	0.1970	0.1679	0.0389	0.0474	0.0218	0.0102	0.0044
2	0.0070	0.0056	0.0369	0.0218	0.1779	0.2770	0.1940	0.0389	0.0474	0.0218	0.0070	0.0044
3	0.0070	0.0050	0.0350	0.0204	0.1639	0.3440	0.1940	0.0351	0.0431	0.0180	0.0070	0.0044
4	0.0070	0.0044	0.0332	0.0191	0.1550	0.4410	0.1835	0.0314	0.0389	0.0142	0.0070	0.0044
5	0.0070	0.0044	0.0314	0.0178	0.1387	0.5460	0.1364	0.0281	0.0351	0.0142	0.0085	0.0070
6	0.0070	0.0050	0.0314	0.0165	0.1058	0.5460	0.0895	0.0247	0.0314	0.0142	0.0085	0.0142
7	0.0070	0.0056	0.0314	0.0165	0.1058	0.5090	0.0790	0.0247	0.0314	0.0142	0.0085	0.0142
8	0.0070	0.0056	0.0314	0.0165	0.1172	0.4780	0.0790	0.0247	0.0314	0.0142	0.0070	0.0102
9	0.0070	0.0056	0.0297	0.0165	0.1369	0.4470	0.0790	0.0247	0.0314	0.0142	0.0070	0.0102
10	0.0070	0.0056	0.0280	0.0154	0.1415	0.4470	0.0790	0.0247	0.0314	0.0154	0.0070	0.0102
11	0.0070	0.0056	0.0264	0.0142	0.1811	0.4470	0.0732	0.0233	0.0314	0.0165	0.0070	0.0102
12	0.0063	0.0056	0.0247	0.0142	0.2515	0.4230	0.0675	0.0218	0.0314	0.0154	0.0070	0.0102
13	0.0056	0.0063	0.0233	0.0154	0.3015	0.3859	0.0675	0.0218	0.0314	0.0142	0.0070	0.0102
14	0.0056	0.0152	0.0218	0.0240	0.3302	0.3310	0.0675	0.0218	0.0332	0.0142	0.0070	0.0102
15	0.0056	0.0204	0.0204	0.0380	0.4300	0.2630	0.0574	0.0218	0.0350	0.0142	0.0070	0.0102
16	0.0056	0.0102	0.0191	0.0404	0.4470	0.2380	0.0474	0.0218	0.0369	0.0122	0.0085	0.0102
17	0.0056	0.0235	0.0191	0.3104	0.4230	0.3060	0.0474	0.0249	0.0389	0.0102	0.0085	0.0070
18	0.0056	0.0117	0.0191	0.7258	0.3710	0.3729	0.0474	0.0297	0.0351	0.0102	0.0085	0.0056
19	0.0056	0.0115	0.0191	0.5150	0.3219	0.3729	0.0474	0.0394	0.0314	0.0102	0.0085	0.0044
20	0.0063	0.0270	0.0191	0.4100	0.2815	0.3729	0.0474	0.0474	0.0314	0.0102	0.0085	0.0044
21	0.0070	0.0247	0.0191	0.3304	0.2440	0.3580	0.0474	0.0451	0.0297	0.0102	0.0085	0.0044
22	0.0104	0.0265	0.0178	0.2690	0.2260	0.3160	0.0474	0.0430	0.0280	0.0102	0.0085	0.0044
23	0.0077	0.0771	0.0198	0.2503	0.2100	0.2749	0.0474	0.0430	0.0280	0.0102	0.0056	0.0044
24	0.0070	0.1370	0.0308	0.3294	0.1835	0.2500	0.0474	0.0430	0.0280	0.0102	0.0044	0.0044
25	0.0070	0.1594	0.0281	0.3504	0.1729	0.2380	0.0474	0.0409	0.0249	0.0070	0.0044	0.0044
26	0.0070	0.1058	0.0247	0.3289	0.1594	0.2160	0.0474	0.0389	0.0218	0.0070	0.0044	0.0044
27	0.0070	0.0785	0.0247	0.3015	0.1415	0.1840	0.0451	0.0389	0.0218	0.0085	0.0034	0.0044
28	0.0070	0.0622	0.0247	0.2749	0.1488	0.1639	0.0409	0.0389	0.0204	0.0085	0.0034	0.0056
29	0.0070	0.0544	0.0247	0.2500		0.1459	0.0389	0.0389	0.0204	0.0085	0.0034	0.0102
30	0.0063	0.0474	0.0247	0.2265		0.1369	0.0389	0.0389	0.0218	0.0102	0.0044	0.0070
31	0.0056		0.0247	0.2044		0.1289		0.0431		0.0102	0.0044	
QMM	0.0067	0.0320	0.0259	0.1744	0.2234	0.3276	0.0766	0.0329	0.0316	0.0125	0.0067	0.0073
QMA	0.0798											

Quadro A.17. Bacia do Simonte em Louçainha. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1974/75

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO SIMONTE 1975/76

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0070	0.0085	0.0218	0.0191	0.0247	0.1028	0.1028	0.0790	0.0247	0.0142	0.0044	0.0056
2	0.0070	0.0085	0.0247	0.0191	0.0474	0.0790	0.1028	0.0790	0.0247	0.0142	0.0044	0.0056
3	0.0047	0.0085	0.0247	0.0142	0.0675	0.0790	0.0998	0.0790	0.0247	0.0142	0.0044	0.0056
4	0.0044	0.0085	0.0247	0.0142	0.0675	0.0730	0.1028	0.0790	0.0247	0.0142	0.0044	0.0056
5	0.0044	0.0085	0.0191	0.0142	0.0675	0.0675	0.1028	0.0790	0.0191	0.0142	0.0044	0.0056
6	0.0044	0.0070	0.0191	0.0142	0.0675	0.0675	0.0998	0.0790	0.0191	0.0102	0.0044	0.0056
7	0.0044	0.0070	0.0191	0.0142	0.1209	0.0790	0.0790	0.0790	0.0191	0.0102	0.0044	0.0056
8	0.0044	0.0044	0.0191	0.0142	0.1209	0.0790	0.0790	0.0790	0.0191	0.0102	0.0044	0.0056
9	0.0044	0.0044	0.0191	0.0142	0.1209	0.0675	0.0790	0.0790	0.0191	0.0102	0.0044	0.0056
10	0.0044	0.0044	0.0191	0.0142	0.0998	0.0675	0.0675	0.0790	0.0191	0.0102	0.0044	0.0056
11	0.0044	0.0247	0.0247	0.0142	0.0998	0.0675	0.0569	0.0790	0.0191	0.0102	0.0044	0.0044
12	0.0044	0.0191	0.0247	0.0142	0.0998	0.0790	0.0675	0.0675	0.0191	0.0085	0.0044	0.0044
13	0.0044	0.0191	0.0247	0.0142	0.0998	0.0790	0.0569	0.0675	0.0165	0.0085	0.0044	0.0044
14	0.0044	0.0102	0.0247	0.0102	0.0998	0.0895	0.0474	0.0675	0.0165	0.0085	0.0025	0.0044
15	0.0056	0.0102	0.0247	0.0102	0.0998	0.0998	0.0474	0.0675	0.0165	0.0070	0.0025	0.0044
16	0.0070	0.0102	0.0247	0.0102	0.0998	0.1058	0.0474	0.0569	0.0142	0.0070	0.0025	0.0044
17	0.0070	0.0102	0.0247	0.0102	0.1058	0.1058	0.0389	0.0569	0.0142	0.0070	0.0025	0.0044
18	0.0070	0.0102	0.0247	0.0102	0.1289	0.1058	0.0389	0.0474	0.0191	0.0056	0.0012	0.0044
19	0.0070	0.0102	0.0247	0.0102	0.1369	0.1058	0.0389	0.0474	0.0165	0.0056	0.0012	0.0044
20	0.0056	0.0102	0.0247	0.0102	0.1459	0.1058	0.0389	0.0389	0.0165	0.0056	0.0012	0.0044
21	0.0056	0.0102	0.0247	0.0102	0.1550	0.1058	0.0389	0.0389	0.0165	0.0056	0.0044	0.0044
22	0.0102	0.0102	0.0247	0.0102	0.1550	0.1058	0.0389	0.0389	0.0165	0.0056	0.0056	0.0044
23	0.0085	0.0102	0.0247	0.0102	0.1550	0.1058	0.0389	0.0350	0.0165	0.0056	0.0056	0.0044
24	0.0056	0.0102	0.0247	0.0102	0.1369	0.1058	0.0389	0.0350	0.0165	0.0056	0.0085	0.0389
25	0.0056	0.0102	0.0247	0.0102	0.1209	0.1058	0.0430	0.0350	0.0165	0.0056	0.0070	0.0247
26	0.0056	0.0102	0.0247	0.0102	0.1058	0.1058	0.0474	0.0314	0.0142	0.0056	0.0070	0.0247
27	0.0056	0.0102	0.0247	0.0102	0.1058	0.1058	0.0675	0.0314	0.0247	0.0056	0.0070	0.0247
28	0.0056	0.0070	0.0247	0.0191	0.1058	0.1058	0.0675	0.0314	0.0247	0.0056	0.0070	0.0191
29	0.0056	0.0191	0.0247	0.0474	0.1058	0.1058	0.0790	0.0314	0.0218	0.0056	0.0102	0.0142
30	0.0056	0.0191	0.0191	0.0179		0.1058	0.0790	0.0314	0.0218	0.0056	0.0102	0.0142
31	0.0056		0.0191	0.0675		0.1058		0.0247		0.0056	0.0070	
BMM	0.0056	0.0106	0.0231	0.0157	0.1057	0.0925	0.0644	0.0564	0.0190	0.0082	0.0048	0.0091
BMA	0.0346											

Quadro A.18. Bacia do Simonte em Louçainha. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1975/76

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO SIMONTE 1976/77

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0140	0.3300	0.0889	0.8390	0.6090	0.4040	0.1010	0.0499	0.0719	0.0910	0.0260	0.0130
2	0.0130	0.3219	0.1400	1.1100	0.6959	0.4600	0.0910	0.0460	0.0659	0.0869	0.0260	0.0100
3	0.0109	0.3049	0.6490	0.9650	0.7420	0.3670	0.0999	0.0460	0.0610	0.0910	0.0270	0.0100
4	0.0179	0.3359	0.7999	0.7900	0.8139	0.3109	0.1380	0.0540	0.0610	0.0869	0.0260	0.0100
5	0.0160	0.3689	0.9140	0.7119	0.8360	0.2679	0.1650	0.0540	0.0610	0.0910	0.0219	0.0100
6	0.0160	0.3889	0.8310	0.6000	0.7349	0.2320	0.1870	0.0489	0.0610	0.0910	0.0170	0.0100
7	0.0150	0.5479	0.7700	0.3799	0.6129	0.2130	0.2220	0.0419	0.0610	0.0839	0.0160	0.0100
8	0.0140	0.6260	0.7000	0.2520	0.5049	0.1940	0.2210	0.0389	0.0610	0.0779	0.0160	0.0100
9	0.0160	0.6519	0.6039	0.2320	0.4840	0.1729	0.2150	0.0340	0.0839	0.0680	0.0160	0.0070
10	0.0240	0.7190	0.5449	0.2330	0.5040	0.1580	0.2020	0.0359	0.0989	0.0610	0.0160	0.0050
11	0.1020	0.8930	0.4830	0.2240	0.4740	0.1589	0.1859	0.0340	0.0910	0.0610	0.0160	0.0050
12	0.0860	0.8770	0.3819	0.2150	0.4460	0.1539	0.1729	0.0359	0.0869	0.0580	0.0160	0.0060
13	0.0779	0.7459	0.3040	0.2370	0.5540	0.1539	0.1530	0.0380	0.0810	0.0530	0.0160	0.0070
14	0.1090	0.3959	0.1530	1.7850	0.6080	0.1620	0.1319	0.0419	0.0779	0.0520	0.0150	0.0070
15	0.1240	0.3649	0.2320	1.3550	0.5359	0.1500	0.0989	0.0460	0.0779	0.0419	0.0140	0.0070
16	0.1200	0.3770	0.2120	0.7680	0.4830	0.1419	0.0779	0.0669	0.0779	0.0380	0.0140	0.0070
17	0.1999	0.3419	0.2040	0.5899	0.3980	0.1409	0.0709	0.0839	0.0989	0.0380	0.0140	0.0100
18	0.3629	0.2890	0.2080	0.5030	0.3570	0.1409	0.0659	0.0839	0.1010	0.0380	0.0140	0.0089
19	0.2700	0.2450	0.2070	0.4380	0.7319	0.1530	0.0600	0.0839	0.1010	0.0340	0.0219	0.0089
20	0.2090	0.2150	0.2120	0.3850	1.3340	0.1720	0.0530	0.0810	0.1120	0.0290	0.0260	0.0080
21	0.1940	0.1890	0.2270	0.3770	1.1100	0.1779	0.0489	0.0810	0.1200	0.0260	0.0209	0.0080
22	0.1729	0.1709	0.2270	0.3770	0.8530	0.1829	0.0439	0.0839	0.1200	0.0240	0.0209	0.0080
23	0.1679	0.1550	0.2330	0.3770	0.7190	0.1829	0.0419	0.0839	0.1240	0.0260	0.0209	0.0080
24	0.1809	0.1269	0.3519	0.3619	0.6189	0.1750	0.0400	0.0949	0.1280	0.0260	0.0209	0.0120
25	0.1970	0.1050	0.3950	0.3540	0.6230	0.1609	0.0380	0.0929	0.1280	0.0240	0.0190	0.0100
26	0.2090	0.1050	0.4270	0.3410	0.6609	0.1570	0.0380	0.0779	0.1280	0.0240	0.0160	0.0100
27	0.2340	0.0999	0.4270	0.4540	0.5520	0.1530	0.0380	0.0779	0.1160	0.0240	0.0160	0.0089
28	0.4180	0.0910	0.4220	0.5449	0.3140	0.1409	0.0359	0.0750	0.1080	0.0240	0.0190	0.0070
29	0.5290	0.0869	0.3659	0.5040		0.1269	0.0419	0.0719	0.1080	0.0240	0.0190	0.0070
30	0.4330	0.0839	0.3300	0.5040		0.1160	0.0510	0.0659	0.0979	0.0240	0.0160	0.0070
31	0.3819		0.7880	0.5240		0.1080		0.0719		0.0240	0.0160	
QMM	0.1591	0.3517	0.4139	0.5591	0.6396	0.1931	0.1043	0.0620	0.0923	0.0497	0.0186	0.0085
QMA	0.2210											

Quadro A.19. Bacia do Simonte em Louçainha. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1976/77

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO SIMONTE

1977/78

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0080	0.1070	0.0889	0.1920	0.7549	0.7540	0.1530	0.5400	0.1050	0.0600	0.0179	0.0100
2	0.0080	0.0949	0.0999	0.1979	0.6800	0.9950	0.3000	0.6060	0.0970	0.0600	0.0160	0.0100
3	0.0100	0.0889	0.1050	0.2060	0.5479	0.7760	0.3160	0.7000	0.0860	0.0600	0.0160	0.0120
4	0.0100	0.0960	0.1520	0.1970	0.4730	0.6499	0.3089	0.6570	0.0889	0.0600	0.0160	0.0150
5	0.0100	0.0839	0.2590	0.1890	0.4050	0.5750	0.2909	0.5750	0.0889	0.0580	0.0160	0.0140
6	0.0329	0.1200	0.3850	0.1759	0.3389	0.5060	0.2669	0.4750	0.0889	0.0550	0.0160	0.0109
7	0.0170	0.1160	0.5849	0.1639	0.2990	0.4280	0.2500	0.3840	0.0939	0.0550	0.0150	0.0100
8	0.0249	0.1210	0.5350	0.1689	0.2579	0.3559	0.2390	0.3419	0.0910	0.0550	0.0130	0.0080
9	0.0620	0.1200	0.6499	0.1600	0.2270	0.3040	0.2230	0.3040	0.0709	0.0520	0.0120	0.0080
10	0.0270	0.1160	0.5690	0.1509	0.2070	0.2609	0.2020	0.2560	0.0680	0.0510	0.0120	0.0080
11	0.0230	0.1160	0.7579	0.1509	0.1850	0.2390	0.1870	0.2230	0.0630	0.0510	0.0120	0.0080
12	0.0209	0.1120	0.7020	0.1389	0.1759	0.2180	0.1729	0.2020	0.0600	0.0510	0.0100	0.0080
13	0.0179	0.1160	0.5479	0.1269	0.1580	0.1920	0.1600	0.1870	0.0600	0.0489	0.0109	0.0080
14	0.0160	0.1040	0.4590	0.1200	0.1559	0.1729	0.1469	0.1779	0.0600	0.0460	0.0120	0.0080
15	0.0160	0.0949	0.3799	0.1120	0.1609	0.1559	0.1389	0.1639	0.0600	0.0460	0.0120	0.0080
16	0.0170	0.0949	0.3200	0.1070	0.2509	0.1509	0.1389	0.1469	0.0640	0.0380	0.0140	0.0080
17	0.1030	0.0920	0.2819	0.0979	0.3459	0.1469	0.1350	0.1389	0.0659	0.0310	0.0140	0.0080
18	0.1030	0.0860	0.2819	0.0949	0.4470	0.1310	0.1269	0.1310	0.0630	0.0310	0.0140	0.0080
19	0.0889	0.0860	0.4110	0.1060	0.7129	0.1160	0.1160	0.1160	0.0600	0.0310	0.0120	0.0080
20	0.1450	0.0970	0.4520	0.1090	0.6889	0.1090	0.1230	0.1090	0.0600	0.0300	0.0120	0.0080
21	0.3300	0.0889	0.6529	0.1130	0.6310	0.1090	0.1160	0.1090	0.0600	0.0270	0.0100	0.0080
22	0.3970	0.0889	0.6110	0.1469	0.5540	0.1090	0.0960	0.1090	0.0630	0.0270	0.0100	0.0080
23	0.3100	0.0889	0.5660	0.1679	0.5839	0.1050	0.0829	0.1450	0.0659	0.0270	0.0100	0.0080
24	0.2390	0.0889	0.5249	0.1959	0.6669	0.1020	0.0829	0.1330	0.0659	0.0270	0.0100	0.0080
25	0.2050	0.0889	0.4420	0.3270	0.8310	0.0979	0.0879	0.1269	0.0630	0.0249	0.0100	0.0080
26	0.1779	0.0910	0.3829	0.4490	0.8390	0.0949	0.1480	0.1200	0.0600	0.0240	0.0100	0.0080
27	0.1559	0.0979	0.3319	0.4120	0.8610	0.0920	0.2180	0.1160	0.0600	0.0240	0.0120	0.0080
28	0.1400	0.0960	0.3070	0.5669	0.7799	0.0860	0.2530	0.1200	0.0600	0.0240	0.0120	0.0080
29	0.1300	0.0829	0.2669	0.5940		0.0860	0.4500	0.1160	0.0600	0.0219	0.0120	0.0080
30	0.1120	0.0839	0.2440	0.5389		0.0860	0.5929	0.1090	0.0600	0.0209	0.0109	0.0080
31	0.1090		0.2180	0.6430		0.1070		0.1090		0.0200	0.0100	
BMM	0.0989	0.0986	0.4054	0.2296	0.4720	0.2681	0.2040	0.2499	0.0704	0.0399	0.0125	0.0088
BMA	0.1798											

Quadro A.20. Bacia do Simonte em Louçainha. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1977/78

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO XARRAMA 1965/66

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	2.7	0.0	9.2	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0
4	0.8	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	5.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0
6	28.7	4.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	3.6	7.9	10.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
8	9.0	8.3	6.2	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0
9	12.0	3.5	0.0	5.3	0.0	0.0	18.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
10	9.0	0.0	0.3	0.0	2.8	0.0	8.8	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
11	4.5	7.6	1.3	0.0	3.8	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	2.7	0.0	0.0	7.3	0.0	13.1	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
13	3.8	2.0	0.0	0.0	37.5	0.0	16.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
14	3.1	1.3	0.0	12.4	7.1	0.0	27.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
15	5.2	0.0	1.3	2.8	0.8	0.0	35.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0
16	17.5	10.8	1.1	2.8	24.1	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	2.6	7.9	0.0	0.3	2.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	12.5	6.1	0.0	16.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.5	13.0	0.0	17.0	16.9	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	2.7	16.6	3.1	8.8	23.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
21	0.0	6.0	0.0	8.8	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.6	0.1	0.0	26.8	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	1.4	6.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	12.8	0.0	10.6	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	5.2	0.0	4.2	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.5	0.1	2.7	1.1	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.2
27	0.6	1.1	15.6	0.0	4.8	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	3.0	3.9
28	2.0	0.2	1.8	0.0	4.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	0.7
29	0.8	4.5	0.0	24.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	5.2
30	0.0	8.1	0.0	4.3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
31	0.0		0.0	0.0		0.0		1.1		0.0	0.0	
PM	143.0	112.6	66.9	148.8	166.7	0.0	147.4	7.8	20.7	0.0	5.3	21.1
PA	840.3											

Quadro A.21. Bacia do Xarrama em Torrão. Precipitação diária, mensal e anual em 1965/66

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO XARRAMA

1966/67

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	2.9	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
2	1.4	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	25.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	25.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.5	1.3	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	4.0	7.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	32.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	31.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0
8	0.0	1.2	0.0	0.0	1.9	0.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	11.1	0.6	0.0	2.4	0.0	25.0	4.3	1.2	0.0	0.0	0.2	0.0
10	0.0	0.0	0.0	22.9	0.0	0.1	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.6	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.3
12	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.2	0.0	1.3	0.0	3.3	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
14	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0
15	19.2	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	2.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
16	10.4	0.0	0.4	0.0	26.1	0.0	11.1	0.1	18.1	0.0	0.0	0.0
17	0.4	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.2	7.1	1.0	0.0	0.1	0.0
18	4.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	3.3	0.0	0.0	10.2	7.8	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	2.1	0.0	0.0	2.7	0.1	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	4.1	1.7	0.0	3.4	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
22	0.0	0.1	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	7.5	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	3.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
26	0.2	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0		5.9	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.9	0.0	2.1		0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		0.0	5.0		0.0		0.0		0.0	0.0	
PM	135.0	44.7	20.2	57.7	77.2	47.3	43.6	47.0	58.8	0.0	0.3	4.4
PA	536.2											

Quadro A.22. Bacia do Xarrama em Torrão. Precipitação diária, mensal e anual em 1966/67

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO XARRAMA 1967/68

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	17.2	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.2	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.1	0.0	0.0	4.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	17.3	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	9.2	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
13	10.9	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
14	8.9	7.9	0.0	0.0	13.2	0.0	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
15	0.0	5.9	0.0	0.0	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
16	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	3.9	0.0	0.0	3.7	0.0	6.0	0.0	3.5	0.0	0.0	1.2
18	0.0	0.6	0.0	0.0	19.8	0.0	1.5	0.0	3.9	0.0	0.0	2.8
19	0.0	7.1	0.0	0.0	2.6	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
20	6.6	0.6	0.0	0.0	38.9	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	7.3	0.0	1.1	0.0	2.6	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	10.0	0.0	0.0	0.0	24.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
23	17.7	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	4.6	5.0	3.0	0.0	2.7	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	5.1	18.1	0.0	10.9	5.4	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	2.3	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	5.7	1.1	18.8	0.1	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0
29	0.0	0.0	0.2	0.2	7.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		0.0	0.0		0.2		0.0		0.0	0.0	
PM	66.0	92.2	22.4	5.9	201.3	107.4	47.5	26.4	7.4	0.0	3.4	16.3
PA	596.2											

Quadro A.23. Bacia do Xarrama em Torrão. Precipitação diária, mensal e anual em 1967/68

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO XARRAMA 1968/69

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	40.8	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	7.0	13.7	0.0	4.4	16.2	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.7	0.0	31.9	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	9.1	14.6	0.6	0.0	2.0	0.2	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	9.6	16.4	0.0	0.4	5.3	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	1.1	0.0	0.0	0.4	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	3.2	0.0	8.3	4.7	0.9	6.1	0.0	10.1	0.0	0.0	0.0
10	0.0	1.6	2.4	22.9	5.0	7.3	0.0	0.0	12.1	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	1.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	5.1
12	0.0	0.0	0.0	14.9	0.0	5.8	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	10.4
13	0.0	8.3	0.0	10.9	1.1	47.4	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	4.8
14	0.0	14.3	12.5	30.4	0.6	29.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
15	0.0	32.1	1.7	2.3	3.2	20.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
16	0.0	1.6	4.3	5.6	0.0	3.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2
17	0.0	0.0	6.4	0.5	0.8	23.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
18	0.0	3.3	24.8	5.0	27.0	1.1	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0
19	0.0	2.8	1.1	0.0	6.8	3.8	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	1.3	0.0	22.9	5.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1	1.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	2.0	1.0	1.7	0.7	0.0	0.0	0.0
24	2.0	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	3.8	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	9.3	30.0	0.0	0.0	2.9	0.3	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0
28	10.9	1.9	0.0	0.0	2.9	0.0	0.3	6.5	0.0	0.0	0.0	1.5
29	2.0	10.6	0.0	0.0		0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.3
30	8.6	0.1	0.0	0.0		0.0	3.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.8
31	10.0		0.0	0.0		0.0		0.0		0.0	0.0	
PM	42.8	189.0	100.9	101.4	156.5	190.6	30.5	66.5	43.7	0.0	0.0	31.4
PA	953.3											

Quadro A.24. Bacia do Xarrama em Torrão. Precipitação diária, mensal e anual em 1968/69

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO XARRAMA 1969/70

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	0.0	0.0	2.6	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.4	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	4.9	0.0	0.0	14.0	0.0	6.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	6.1	0.0	0.0	18.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	3.1	0.0	0.0	15.2	1.0	0.0	0.0	2.3	14.1	0.0	0.0	0.0
6	0.8	0.0	0.0	11.8	2.3	0.0	0.0	1.2	28.2	0.0	0.0	0.0
7	0.0	11.6	0.1	8.9	2.2	0.0	1.5	0.9	24.4	0.0	0.0	0.0
8	0.0	16.5	0.0	31.6	0.0	0.0	0.0	4.8	6.3	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	12.2	0.0	0.0	0.0	8.5	0.1	0.2	0.0	0.0
10	0.2	0.0	0.0	36.5	0.0	0.0	2.1	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2.5	0.4	0.0	8.7	0.0	0.3	0.0	8.6	0.0	0.0	0.0	0.3
12	18.4	41.3	0.0	31.0	0.1	0.1	1.2	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.7	2.6	0.0	20.9	0.1	0.0	0.1	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
14	4.7	6.8	0.0	10.9	0.4	1.3	0.0	15.3	1.0	0.0	0.0	0.0
15	0.4	1.8	0.0	8.2	0.0	0.3	0.0	0.9	2.6	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	3.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0
17	6.8	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.6
18	20.5	0.0	1.2	30.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0
19	3.2	0.0	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.4	1.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	3.2	0.0	1.2	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	20.7	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	4.6	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	11.2	3.4	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.7	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	19.3	0.6	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
29	0.0	0.0	7.1	0.9		0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0
30	0.0	0.0	17.4	1.3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		8.2	0.0		0.3		0.0		0.0	0.0	
PM	72.7	121.6	60.0	324.6	12.8	33.6	6.5	52.0	86.5	0.2	3.9	0.9
PA	775.3											

Quadro A.25. Bacia do Xarrama em Torrão. Precipitação diária, mensal e anual em 1969/70

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO XARRAMA 1970/71

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.8	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	5.7	0.4	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	2.5	0.0	21.5	0.0	0.0	0.3
5	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	1.6	8.4	13.9	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0
8	5.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	1.6	0.0	1.1	0.0
10	0.0	0.0	12.7	0.0	0.0	0.0	6.4	3.0	0.0	0.0	0.0	0.5
11	0.0	0.0	6.5	10.4	0.0	0.0	1.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.2	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	3.7	0.1	0.7	1.9	0.0	1.5	6.4	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	14.4	9.8	0.0	0.1	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.3	3.6	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	7.3	2.5	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	3.9	0.0	3.3	0.0	8.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	4.1	0.0	8.2	0.0	9.8	2.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	2.1	0.0	26.0	0.0	11.0	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	7.3	0.0	17.6	0.0	0.0	3.0	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.4	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.2
25	0.0	5.9	1.2	1.0	0.0	0.0	1.1	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.3	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.2	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.5	4.3	0.1	5.2		2.6	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.1	5.5	8.1	5.2		2.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		2.2	3.3		0.0		0.0		0.0	0.0	
PM	7.8	37.1	36.0	142.8	4.4	42.6	135.4	109.0	40.5	7.6	1.5	1.0
PA	565.7											

Quadro A.26. Bacia do Xarrama em Torrão. Precipitação diária, mensal e anual em 1970/71

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO XARRAMA 1971/72

	DUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	0.0	0.6	6.3	28.3	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.4	0.0	0.0	11.2	10.9	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.3	0.0	36.2	1.6	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	7.4	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	2.1
5	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	4.6	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	2.7
6	0.0	3.1	0.0	0.0	11.1	3.6	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.8
7	0.0	0.0	1.0	6.9	7.8	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
8	0.0	0.0	0.0	8.9	1.8	2.9	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	15.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	6.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.5	0.0	0.0	9.7	1.3	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	5.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	8.1	1.5	8.6	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	15.1	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	3.5	10.2	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.1	11.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.6	2.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	3.9	0.2	2.9	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.6	0.0	3.1	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.2	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	4.9	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
27	0.0	0.0	4.1	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
28	0.0	0.0	5.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	26.9	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	2.4	2.9	0.0		0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		3.0	1.7		0.0		0.0		0.0	0.0	
PM	5.8	6.1	47.6	120.6	151.9	79.6	2.3	21.5	0.3	6.5	0.0	23.0
PA	465.2											

Quadro A.27. Bacia do Xarrama em Torrão. Precipitação diária, mensal e anual em 1971/72

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO XARRAMA

1972/73

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	2.2	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.4	7.9	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1.2	11.1	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0
4	14.1	6.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.1	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
6	14.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
7	10.4	0.1	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.9	22.1	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	11.5	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	2.8	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0
11	3.9	0.0	0.0	10.1	0.0	1.3	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0
12	4.7	0.0	0.0	6.1	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	1.4	0.0	0.0	13.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
14	4.0	0.0	0.0	0.3	2.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
15	0.0	0.0	0.6	10.9	2.1	0.2	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.6
16	11.3	0.0	2.6	11.1	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.9	0.0	0.3
17	0.1	0.0	0.3	22.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.7
18	24.5	2.4	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	1.3	2.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.2	1.7	0.0	12.5	0.0	0.4	0.0	17.5	0.0	0.0	0.0	1.5
21	0.1	2.2	0.0	4.1	0.0	0.9	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.6	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	1.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	6.7	0.0	2.4	0.0	0.0	4.6	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	15.5	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	7.5	0.0	10.9	0.0	0.0	0.9	0.2	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.6	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	2.0		0.0	0.0		0.0		0.0		0.0	0.0	
PM	127.6	42.1	92.9	97.9	10.3	15.3	9.5	84.8	14.4	4.4	0.0	6.7
PA	505.9											

Quadro A.28. Bacia do Xarrama em Torrão. Precipitação diária, mensal e anual em 1972/73

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO XARRAMA 1973/74

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	1.4	0.0	0.0	8.6	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	12.3	0.2	11.3	0.0	0.3	1.5	8.1	0.2	0.0	0.0	0.6
4	0.2	4.9	0.0	0.0	2.8	0.6	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	16.1	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	15.4	2.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.2	1.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.3	2.7	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	1.1	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.3	8.0	2.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.5	0.0	0.0	9.9	0.0	6.8	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
13	1.6	0.0	0.0	0.1	11.8	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	1.6	0.0	0.0	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	16.4	0.0	0.0	0.8	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.5	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.3	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	2.6	0.0	22.2	0.0	1.0	7.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	19.3	0.0	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	2.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	1.1	17.7	0.0	0.0	4.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	4.1	1.1	0.0	0.0	0.6	7.3	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.1	2.6	0.0	5.0	0.0	0.0	18.7	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	0.9	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0	1.0	2.8	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8	7.2	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	4.5		0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	6.3		0.0	0.0	6.5	1.7	0.0	0.0	0.0
31	0.3		0.0	4.0		0.0		4.2		0.0	0.0	
PM	23.5	40.4	76.1	77.1	73.3	47.9	69.2	20.7	39.8	0.0	0.0	0.6
PA	468.6											

Quadro A.29. Bacia do Xarrama em Torrão. Precipitação diária, mensal e anual em 1973/74

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)

BACIA DO XARRAMA 1974/75

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	17.5	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
11	7.3	0.0	0.0	0.8	11.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	7.1	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	34.4	0.0	35.0	6.1	7.5	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	0.2
16	0.0	6.5	0.0	11.3	0.0	0.4	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.4
17	0.0	8.3	0.0	7.8	0.0	1.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	2.3	0.0	10.4	0.0	25.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	1.8	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.4	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.7	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.7	0.0	0.0	0.0	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	2.6	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.3	15.5	2.0	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	4.8	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	3.5	4.0	0.0	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.5	6.3	0.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4
29	0.0	0.0	0.0	0.0		2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
30	0.0	0.0	0.0	0.0		0.6	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4
31	0.0		0.0	0.6		0.0		0.8		0.0	0.0	
PM	8.0	58.3	20.3	80.2	113.0	122.4	35.0	24.5	12.7	0.0	0.0	15.9
PA	490.3											

Quadro A.30. Bacia do Xarrama em Torrão. Precipitação diária, mensal e anual em 1974/75

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO XARRAMA 1965/66

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0270	0.4400	2.5500	3.0220	5.3680	7.6780	0.0510	0.5490	0.0850	0.0510	0.0000	0.0000
2	0.0270	0.3510	2.2780	2.7890	4.8810	5.4780	0.0620	0.5490	0.0890	0.0330	0.0000	0.0000
3	0.0270	0.3260	1.8480	2.3930	4.2020	4.4910	0.0510	0.5490	0.1390	0.0270	0.0000	0.0000
4	0.0770	0.2760	2.1410	1.9910	3.1840	3.7380	0.0510	0.3880	0.0930	0.0270	0.0000	0.0000
5	0.0340	0.2590	2.2610	1.7720	2.6040	2.9410	0.0660	0.8070	0.0810	0.0270	0.0000	0.0000
6	0.1390	0.2570	2.1140	1.6040	2.4170	2.4980	0.5270	0.4680	0.0810	0.0270	0.0000	0.0000
7	0.0780	0.2880	4.2190	1.5050	2.2370	2.2880	2.3330	0.2430	0.0810	0.0270	0.0000	0.0000
8	0.1080	0.4370	18.240	1.4150	2.0760	2.0520	0.4880	0.1310	0.0980	0.0270	0.0000	0.0000
9	0.1760	0.3890	5.7840	1.7350	1.9920	1.9040	0.6470	0.3020	0.1060	0.0270	0.0000	0.0000
10	0.3380	0.2420	4.2040	2.1380	2.4550	3.0360	1.3780	0.3440	0.1360	0.0270	0.0000	0.0000
11	0.4690	0.5150	3.1750	1.8230	4.4120	2.7100	1.2110	0.4830	0.1340	0.0270	0.0000	0.0000
12	0.2650	0.5000	2.8700	1.3080	53.103	1.9740	1.0000	0.5120	0.5730	0.0270	0.0000	0.0000
13	0.3600	0.3520	2.6820	0.2220	35.538	1.4140	2.7340	0.4470	0.1450	0.0270	0.0000	0.0000
14	1.2730	0.1990	2.2650	4.7030	8.9330	1.0890	48.226	0.7520	0.1240	0.0270	0.0000	0.0000
15	2.6300	0.1580	1.8210	10.900	7.9290	0.9900	86.122	0.9440	0.1100	0.0270	0.0000	0.0000
16	2.4810	0.8100	1.6590	7.3900	60.280	0.9710	22.830	0.5130	0.0850	0.0270	0.0000	0.0000
17	2.2390	3.2240	1.9310	6.0200	18.514	0.8230	9.5890	0.3650	0.0810	0.0270	0.0000	0.0000
18	2.5000	6.9860	1.8210	40.706	38.276	1.1310	6.5060	0.3410	0.0840	0.0270	0.0000	0.0000
19	3.5820	20.100	1.4420	56.466	54.303	0.8010	4.6160	0.3040	0.0980	0.0200	0.0000	0.0000
20	4.7400	48.906	0.3540	48.549	87.032	0.7760	3.5510	0.2740	0.1020	0.0000	0.0000	0.0000
21	3.0090	24.435	0.1850	15.152	90.582	0.6810	3.0220	0.2290	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000
22	2.3000	7.3850	0.2570	96.066	50.979	0.6050	2.7220	0.1690	0.0930	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.9370	4.7190	1.9180	40.297	17.757	0.5190	2.6290	0.1260	0.0980	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.9930	3.4800	3.3600	14.836	9.1080	0.5490	2.4170	0.1240	0.0930	0.0000	0.0000	0.0000
25	1.6520	3.1190	3.6560	32.240	7.6380	0.5490	2.2880	0.1190	0.0900	0.0000	0.0000	0.0000
26	2.3660	2.8460	4.5380	14.243	7.7910	0.5340	2.1130	0.1020	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
27	1.8480	2.3650	26.338	7.5220	33.423	0.5040	2.3020	0.1550	0.0390	0.0000	0.0000	0.0000
28	1.0040	2.0410	12.067	5.5600	21.401	0.4610	1.0060	0.0810	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.7320	1.9730	5.8750	70.347		0.4320	0.5570	0.0810	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.5950	2.2770	4.5470	22.285		0.2730	0.5720	0.0810	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
31	0.5120		3.2870	8.4300		0.0880		0.0810		0.0000	0.0000	
BMM	1.2100	4.6550	4.2470	16.949	22.800	1.7410	7.0550	0.3420	0.1080	0.0170	0.0000	0.0000
BMA	4.9270											

Quadro A.31. Bacia do Xarrama em Torrão. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1965/66

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO XARRAMA 1966/67

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0000	0.0850	0.0620	0.0510	1.0090	1.7130	0.4500	0.2310	0.0810	0.0510	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0880	0.0590	0.0510	1.0110	1.4700	0.3780	0.2310	0.0810	0.0510	0.0000	0.0000
3	0.1600	0.0920	0.0510	0.0510	0.7910	1.3040	0.3500	0.2240	0.0810	0.0510	0.0000	0.0000
4	0.1550	0.1240	0.0580	0.0510	0.6010	1.4050	0.3170	0.2240	0.0810	0.0510	0.0000	0.0000
5	0.1280	0.1520	0.0660	0.0390	0.4910	2.7250	0.2760	0.2310	0.0810	0.0510	0.0000	0.0000
6	0.0780	2.3390	0.0700	0.0270	0.4320	2.7150	0.2760	0.2670	0.1510	0.0510	0.0000	0.0000
7	0.0270	3.4510	0.0840	0.0270	0.4320	1.9950	0.2840	0.2530	0.0810	0.0510	0.0000	0.0000
8	0.0270	2.7810	0.0840	0.0270	0.4520	1.8600	0.2290	0.2310	0.0810	0.0390	0.0000	0.0000
9	0.0270	1.1690	0.0860	0.0690	0.3620	36.693	0.2150	0.2310	0.4290	0.0270	0.0000	0.0000
10	0.0270	0.9460	0.0810	0.8260	0.3240	7.8050	0.7080	0.2880	0.6510	0.0140	0.0000	0.0000
11	0.0130	0.5930	0.0810	0.2800	0.3170	4.7510	2.4960	0.3010	0.4180	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0090	0.4640	0.0810	0.1280	0.2900	4.2300	2.3910	0.2760	0.2940	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0090	0.3780	0.0810	0.0850	0.4150	3.6740	2.1040	0.2760	0.1780	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0090	0.3230	0.0810	0.0810	0.4320	2.4100	0.5680	0.3000	0.1460	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0240	0.2220	0.0810	0.1130	0.7610	1.5480	0.1950	0.3410	0.1410	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0270	0.2220	0.0810	0.1140	18.816	1.3530	0.3190	0.4030	0.1960	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0270	0.1960	0.0660	0.0770	23.346	1.2450	1.3950	0.3950	0.1820	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0270	0.1610	0.0510	0.0540	31.122	1.0700	0.8160	0.2810	0.1310	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0270	0.1470	0.0510	0.0560	6.3960	0.9510	0.7890	0.2270	0.0860	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0270	0.1470	0.0510	0.6780	4.4620	0.8520	0.7680	0.2280	0.2160	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.0270	0.1510	0.0510	1.3850	3.9810	0.7760	2.8810	0.1470	0.2770	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.0270	0.1480	0.0510	2.3910	3.3550	0.7410	1.0900	0.1150	0.1790	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.0270	0.1470	0.0660	2.3820	2.2320	0.6880	0.5470	0.1310	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0700	0.1470	0.0810	1.9260	1.8030	0.6720	0.4450	0.1470	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.1470	0.1470	0.0810	1.6700	1.5490	0.5810	0.4160	0.1470	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.1470	0.1350	0.0810	1.1880	9.8310	0.4450	0.3360	0.1470	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
27	0.1470	0.0810	0.0810	0.8760	8.8010	0.4320	0.3040	0.1470	1.1310	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.1260	0.0810	0.0810	0.6990	3.9710	0.4400	0.2290	0.1470	0.0770	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.1140	0.0810	0.0810	0.6090		0.5330	0.2040	0.1310	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.1000	0.0590	0.0810	0.6210		0.4780	0.2310	0.1140	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
31	0.0880		0.0660	0.7470		0.4550		0.1140		0.0000	0.0000	
QMM	0.0590	0.5080	0.0710	0.5600	4.5630	2.8390	0.7330	0.2230	0.2040	0.0140	0.0000	0.0000
QMA	0.8140											

Quadro A.32. Bacia do Xarrama em Torrão. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1966/67

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO XARRAMA 1967/68

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0000	0.0270	0.0270	0.0270	0.2310	146.16	2.3450	0.4320	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0270	0.0270	0.0270	0.2100	31.037	2.9250	0.4050	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0270	0.0270	0.0270	0.1790	9.1230	2.5480	0.3510	0.0180	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0270	0.0270	0.0270	0.1370	6.9630	2.2360	0.2780	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0270	0.0270	0.0270	0.0810	7.5260	2.1270	0.2530	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0270	0.0270	0.0270	0.0530	5.8440	2.0160	0.3190	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0390	0.0270	0.0270	0.0510	4.8220	1.8930	0.3100	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0510	0.0270	0.0270	0.0510	3.2810	1.7490	0.2310	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0510	0.0270	0.0270	0.0510	2.4240	1.4070	0.1800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0510	0.0270	0.0270	0.0510	2.1020	0.2860	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.0510	0.0270	0.0270	0.0510	1.5220	0.0970	0.1120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0510	0.0270	0.0270	0.0510	1.2680	0.0810	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0510	0.0270	0.0270	0.0660	1.1260	0.0810	0.2710	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0510	0.0270	0.0270	0.1060	1.0700	1.0680	0.2250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0510	0.0270	0.0270	1.0650	0.9540	2.0870	0.1260	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0000	0.0390	0.0270	0.0270	0.4350	0.8690	2.2240	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0000	0.0410	0.0270	0.0270	2.2420	0.8070	2.3180	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0000	0.0810	0.0270	0.0270	19.260	0.7740	2.3080	0.1110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0000	0.0810	0.0270	0.0270	7.2680	0.7410	2.2360	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0000	0.0810	0.0270	0.0180	62.483	0.7410	2.0900	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.0000	0.0810	0.0270	0.0090	37.688	0.8140	1.9810	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.0000	0.0810	0.0270	0.0090	37.965	0.8790	3.0060	0.0660	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.0690	0.0660	0.0270	0.0090	9.7800	0.7780	1.8690	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0680	0.0320	0.0270	0.0090	7.0830	0.6720	1.0140	0.0360	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0300	0.0270	0.0270	0.0090	15.855	0.6720	0.7070	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.0810	0.0270	0.0270	0.0090	12.255	0.7520	0.5610	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
27	0.0810	0.0270	0.0270	0.0090	7.6680	1.0190	0.7480	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.0600	0.0270	0.0270	0.0180	5.6300	14.361	0.5310	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0510	0.0270	0.0270	0.1990	20.354	7.0370	0.4660	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0510	0.0270	0.0270	0.2310		4.7660	0.4550	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	0.0390		0.0270	0.2310		2.2410		0.0270		0.0000	0.0000	
QMM	0.0170	0.0450	0.0270	0.0410	8.5650	8.4880	1.5150	0.1490	0.0030	0.0000	0.0000	0.0000
QMA	1.5710											

Quadro A.33. Bacia do Xarrama em Torrão. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1967/68

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m3/s)

BACIA DO XARRAMA 1968/69

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0000	0.3840	5.2640	1.2450	1.7940	24.511	1.5710	1.2620	0.1140	0.0270	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.2140	10.974	1.0720	4.1130	47.207	1.2100	1.1180	0.1700	0.0270	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0980	7.2790	0.9270	52.474	10.303	0.2390	0.7560	0.1410	0.0270	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0780	5.0490	0.8430	10.626	6.4940	2.4070	0.8520	0.1140	0.0270	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.1310	4.7240	0.8070	6.1530	5.4570	2.4960	0.8070	0.1040	0.0140	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.1750	23.166	0.8070	4.6880	5.2010	2.4960	0.7600	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.1650	37.623	0.8070	3.7800	8.5930	2.4150	0.6080	0.0660	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.2950	7.5700	0.8540	3.1470	6.1340	2.3910	0.5240	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.1460	5.0720	3.9340	2.9760	5.9530	2.3910	0.4680	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.5020	4.8820	21.380	3.6810	8.9620	2.3390	0.3780	0.0930	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.2550	4.5200	6.1850	4.1670	5.2210	2.1390	0.3510	0.1700	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.1130	4.4140	66.918	4.2300	31.841	1.8930	0.2490	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.1150	4.3220	53.694	3.8870	165.32	1.3360	0.2620	0.2890	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0000	3.2630	8.8880	71.727	2.6920	72.655	0.2730	0.2560	1.8110	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0000	13.306	5.1530	23.874	2.3410	66.365	0.8400	0.2030	1.4150	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0000	8.6430	8.0940	25.777	2.2370	27.404	0.9630	0.1470	0.7050	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0000	4.9490	11.513	11.136	2.0410	68.595	0.7410	0.1470	0.5490	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0000	4.6270	72.254	8.3340	70.202	17.315	0.7410	0.1280	0.4070	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0000	2.7990	12.122	6.6050	22.123	24.793	0.6820	0.1110	0.3240	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0000	1.9870	5.9590	5.3990	12.221	8.7360	0.4970	0.0810	0.2620	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.0000	1.3570	5.1320	5.1110	61.166	6.3260	0.4890	0.0810	0.1560	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.0000	0.9170	4.9490	4.8830	60.970	8.8960	0.2180	0.0810	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.0000	0.7780	4.7480	4.6170	36.597	6.9130	1.3660	0.0810	0.0980	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0000	0.7070	4.3760	4.0660	24.439	5.0550	1.1940	0.0810	0.1670	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0000	0.5770	3.3950	3.1720	9.8140	4.7820	0.8800	0.0660	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.0000	0.5490	2.3800	2.5500	7.3340	7.7890	2.0740	0.0510	0.0980	0.0000	0.0000	0.0000
27	0.0000	5.6860	2.0900	2.2400	9.2090	7.7050	2.1870	0.2760	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.0000	12.385	1.9340	2.0400	12.720	4.7820	2.0900	0.3270	0.0660	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0000	14.851	1.7040	1.8350		4.5900	1.8930	0.1950	0.0390	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0170	5.4020	1.5260	1.7940		3.7190	1.2230	0.0810	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000
31	0.6180		1.4370	1.7940		2.1740		0.0810		0.0000	0.0000	
QMM	0.0200	2.8480	9.1130	11.175	15.779	21.928	1.4550	0.3500	0.2680	0.0030	0.0000	0.0000
QMA	5.2450											

Quadro A.34. Bacia do Xarrama em Torrão. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1968/69

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO XARRAMA 1969/70

	DUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0000	0.0390	0.1250	8.9890	5.6480	0.7410	1.9790	0.0510	0.0090	0.0480	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0270	0.0810	31.392	6.5320	0.7410	0.2480	0.0390	0.0090	0.0090	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0270	0.0590	44.520	5.1630	0.7410	0.1040	0.0270	0.0090	0.0090	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0270	0.0510	52.289	4.6820	0.7740	0.0980	0.0270	0.0090	0.0090	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0270	0.0660	28.172	4.4540	0.8070	0.1140	0.0270	0.0090	0.0090	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0270	0.0570	34.931	4.2300	0.7740	0.1140	0.0270	0.0090	0.0090	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0270	0.0270	43.710	4.6580	0.7070	1.8680	0.0270	0.0090	0.0090	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0820	0.0270	99.853	4.4850	0.6720	2.0900	0.0270	0.0090	0.0090	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0810	0.0270	78.712	4.4850	0.6410	1.6920	0.0270	0.0090	0.0090	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0810	0.0270	125.66	4.1140	0.5790	0.3300	0.0270	0.4430	0.0090	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.1060	0.0270	82.389	3.0620	0.5220	0.1470	0.0270	0.3140	0.0050	0.0000	0.0000
12	0.0100	3.2840	0.0270	65.697	2.1080	0.4670	0.1470	0.0270	0.2310	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0090	3.6250	0.0180	67.865	1.9120	0.4320	0.1470	0.0270	0.2060	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0090	4.0070	0.0090	56.245	1.8810	0.4320	0.1470	0.0600	0.1450	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0090	3.2890	0.0090	21.720	1.7940	0.4320	0.0750	0.2060	0.0840	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0090	1.1560	0.0180	10.396	1.6010	0.3870	0.0270	0.2520	0.1760	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0560	0.8370	0.0270	27.801	1.3920	0.4170	0.4240	0.2100	0.1760	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0270	0.6780	0.0270	98.756	1.3080	0.4320	0.8900	0.1890	0.1370	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0270	0.4610	0.0270	16.732	1.2690	0.4110	0.6360	0.1900	0.1020	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0270	0.3350	0.0270	12.644	1.2290	0.3780	0.3270	0.1310	0.0760	0.0000	0.0000	0.0000
21	2.0930	0.2540	0.0270	7.9820	1.1490	0.3780	0.2290	0.1140	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.3570	0.2310	0.0270	6.0630	1.1100	0.3780	0.1760	0.0540	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.1200	1.5230	0.0270	20.512	1.0480	0.3780	0.1940	0.0270	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0790	4.7300	0.0270	11.244	1.0290	0.3780	0.0990	0.0270	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0510	5.8180	0.0270	60.165	0.9540	0.3930	0.0510	0.0270	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.0510	7.2900	0.0270	22.219	0.8210	0.3620	0.0510	0.0270	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
27	0.0510	5.1850	0.0270	8.1280	0.7740	0.3290	0.0510	0.0270	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.0510	4.2510	0.0270	6.1450	0.7410	0.4240	0.0510	0.0270	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0510	2.0700	0.0270	6.6520		0.3330	0.0510	0.0270	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0510	0.2860	8.3690	5.9070		0.6250	0.0510	0.0180	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
31	0.0510		17.848	5.6300		1.0880		0.0090		0.0000	0.0000	
BMH	0.1020	1.6620	0.8780	37.713	2.6290	0.5330	0.4200	0.0640	0.0890	0.0040	0.0000	0.0000
BMA	3.6740											

Quadro A.35. Bacia do Xarrama em Torrão. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1969/70

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO XARRAMA 1970/71

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0000	0.0810	0.0180	0.0380	3.9860	0.1940	1.8690	1.3040	0.8560	0.0510	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0810	0.0090	0.0270	3.4120	0.1470	0.9590	1.0380	0.6820	0.0510	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0810	0.0090	0.0270	1.7770	0.1470	0.2780	0.7370	0.6250	0.0390	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0730	0.0090	0.0420	1.3110	0.1470	0.1140	0.4150	2.3770	0.0270	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0270	0.0090	0.0420	1.0230	0.1470	0.0980	0.5290	5.0580	0.0270	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0270	0.0090	0.0450	0.8610	0.1470	1.3930	0.4240	5.9090	0.0180	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0180	0.0090	0.0400	0.7060	0.1470	1.7200	0.4820	3.1170	0.0090	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0090	0.0090	0.0270	0.6720	0.1470	3.6530	0.4340	1.6660	0.0090	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0090	0.0090	0.0540	0.6410	0.1470	4.4820	0.2950	1.2040	0.0090	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0090	0.0090	0.0810	0.5900	0.1470	7.2630	0.1630	1.0700	0.0090	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.0090	0.0090	0.0810	0.5280	0.2010	5.7870	0.1810	0.9900	0.0090	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0090	0.0090	0.0640	0.4890	0.1470	4.5920	0.1470	0.8790	0.0090	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0090	0.0090	0.0510	0.4890	0.1470	7.0910	0.1390	0.7480	0.0090	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0090	0.0090	0.0510	0.4890	0.1470	5.9110	0.1350	0.6230	0.0090	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0090	0.0090	0.0510	0.4610	0.1130	7.1280	0.3070	0.5790	0.0090	0.0000	0.0000
16	0.0000	0.0090	0.0090	0.0390	0.4320	0.1140	4.1890	1.2890	0.4910	0.0090	0.0000	0.0000
17	0.0000	0.0090	0.0090	0.0270	0.3980	0.1140	3.6170	1.9380	0.4320	0.0090	0.0000	0.0000
18	0.0000	0.0090	0.0090	0.0420	0.3240	0.1520	3.1750	6.2090	0.3890	0.0090	0.0000	0.0000
19	0.0000	0.0090	0.0090	1.0780	0.3510	0.2670	2.9250	5.3320	0.3350	0.0090	0.0000	0.0000
20	0.0000	0.0090	0.0090	3.0940	0.3780	0.4260	2.7830	7.7030	0.2780	0.0050	0.0000	0.0000
21	0.0000	0.0090	0.0090	15.517	0.3430	0.3870	2.7090	12.450	0.2400	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.0000	0.0090	0.0090	5.8840	0.3000	0.4610	2.3960	10.857	0.1840	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.0000	0.0090	0.0090	4.4620	0.3050	0.3950	1.9770	8.3970	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0000	0.0090	0.0090	4.2960	0.2760	0.3110	0.5810	5.1620	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0000	0.0180	0.0090	3.6740	0.2640	0.2540	0.3160	3.5610	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.0000	0.0270	0.0090	2.4890	0.2310	0.2310	1.2170	4.1300	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
27	0.0000	0.0270	0.0090	1.6160	0.2310	0.2150	1.1060	3.8820	0.1310	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.9750	0.0270	0.0090	1.5830	0.2310	0.1470	1.1900	2.4590	0.0830	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.1260	0.0270	0.0090	2.0820		0.4360	1.2150	1.5490	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0510	0.0270	0.0290	3.7160		2.2370	1.3010	1.2290	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
31	0.0660		0.0510	4.3610		2.3080		1.0120		0.0000	0.0000	
QMM	0.0392	0.0231	0.0112	1.7639	0.7678	0.3460	2.7678	2.7060	0.9878	0.0108	0.0000	0.0000
QMA	0.7853											

Quadro A.36. Bacia do Xarrama em Torrão. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1970/71

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO XARRAMA 1971/72

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	A6D	SET
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	20.396	1.8080	2.5140	0.1680	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	27.067	1.4810	2.4440	0.1680	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	97.617	1.2970	2.2890	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	50.015	1.7140	2.1040	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	50.753	3.6690	0.8790	0.1740	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	40.009	4.1030	0.7800	0.1680	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	18.835	5.6610	0.4180	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0300	8.6660	6.6320	0.3780	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	7.2280	5.2220	0.6820	0.1310	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0680	5.0210	5.2210	0.6240	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0810	4.5500	7.6020	0.5290	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0810	4.4220	5.3560	0.3010	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0810	4.3470	4.1370	0.2410	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.3220	3.2110	16.379	0.1240	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0000	0.0000	1.2610	2.3410	13.351	0.1040	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0000	0.0000	0.0000	2.5060	2.1380	8.8580	0.0810	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0000	0.0000	0.0000	2.9550	2.0000	5.3410	0.0630	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0000	0.0000	0.0000	4.5380	1.9920	4.4680	1.3680	0.0390	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0000	0.0000	0.0000	3.5620	1.7570	4.3820	0.6320	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0000	0.0000	0.0000	1.5910	1.4820	5.2360	0.3270	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.0000	0.0000	0.0000	1.4140	1.4740	4.6260	0.1890	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.0000	0.0000	0.0000	1.1150	1.3610	2.8730	0.2580	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.0000	0.0000	0.0000	0.8850	1.3260	3.4750	0.1990	0.0180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0000	0.0000	0.0000	0.6750	1.1900	12.505	0.1780	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0000	0.0000	0.0000	0.5490	1.0310	5.5840	0.1470	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.0000	0.0000	0.0000	0.4390	3.2710	3.8460	0.1470	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
27	0.0000	0.0000	0.0000	0.4050	7.7590	2.3450	0.1470	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.0000	0.0000	0.0050	0.3510	4.6370	1.9410	0.1470	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0000	0.0000	0.0350	0.3000	2.8100	1.6610	0.1470	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0000	0.0000	0.0270	0.2540		1.8030	0.1470	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	0.0000		0.0270	0.4800		2.7230		0.0000		0.0000	0.0000	
QMM	0.0000	0.0000	0.0030	0.7793	13.058	5.0096	0.6196	0.0756	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QMA	1.6288											

Quadro A.37. Bacia do Xarrama em Torrão. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1971/72

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m3/s)

BACIA DO XARRAMA 1972/73

	DUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0000	0.0270	0.0980	1.0310	1.3450	0.4160	2.3440	0.0270	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0830	0.1520	0.7770	1.2470	0.4320	2.3030	0.0270	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.2900	0.2100	0.6720	1.1880	0.4320	0.6250	0.0270	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.2590	0.2310	0.5930	1.1180	0.4050	0.1740	0.1080	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.1590	0.2100	0.5490	0.9940	0.3780	0.4140	0.1040	0.0320	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.3880	0.1680	0.5490	0.9260	0.3350	0.7100	0.0980	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	2.8370	0.1840	0.5250	0.8210	0.3240	0.4810	0.0950	0.0170	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.3880	9.5210	0.4580	0.8070	0.3240	0.9030	0.1020	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.1870	12.034	0.4320	0.8070	0.3240	0.1330	0.1090	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.1370	7.9060	0.4320	0.9240	0.3240	0.0560	0.1020	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.1340	5.0360	0.4320	1.0440	0.3240	0.0510	0.0950	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.1470	4.2010	1.4510	0.9660	0.2800	0.0510	0.0930	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.1470	2.0390	29.799	0.8160	0.2770	0.0390	0.0870	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.1370	1.0020	9.8630	0.8070	0.1980	0.0270	0.0710	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.1030	0.1140	0.8340	30.635	0.8070	0.0590	0.0270	0.0510	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0540	0.1310	0.9570	11.839	1.1650	0.0510	0.0270	0.0510	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.2790	0.1310	1.1150	53.254	1.4090	0.0450	0.0270	0.0320	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.3490	0.1140	0.9630	14.720	0.9950	0.0270	0.0120	0.0270	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.1280	0.1140	0.8000	9.8490	0.7970	0.0270	0.0090	0.0420	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0790	0.1140	0.6650	22.970	0.7070	0.0270	0.2780	0.0500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.0330	0.1140	0.7020	16.945	0.6410	0.0270	0.6730	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.0370	0.1140	0.6230	8.4240	0.5790	0.0270	0.4160	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.0270	0.0980	0.5000	5.7710	0.5190	0.0270	0.1260	0.0780	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0270	0.0810	0.4890	5.1510	0.4890	0.0270	0.0510	0.1070	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0460	0.0810	0.4790	4.5560	0.4890	0.0270	0.0270	0.1590	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.0960	0.0810	0.8250	3.7570	0.4890	0.0270	0.0270	0.1320	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
27	0.6690	0.0810	2.7150	2.5720	0.4890	0.0270	0.0270	0.0980	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.3520	0.0810	3.9070	2.0370	0.4850	0.0270	0.0270	0.1000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0950	0.0810	3.6850	1.8930		0.0270	0.0270	0.0740	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0590	0.0810	1.8960	1.7040		0.0270	0.0270	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	0.0560		1.2350	1.4810		0.0810		0.0510		0.0000	0.0000	
QMM	0.0802	0.2310	2.1090	7.9071	0.8525	0.1729	0.3373	0.0773	0.0124	0.0000	0.0000	0.0000
QMA	0.9816											

Quadro A.39. Bacia do Xarrama em Torrão. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1973/74

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO XARRAMA 1973/74

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	3.3420	0.5190	0.8930	0.4620	0.0180	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0180	5.2860	0.4890	0.9170	0.1210	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0170	4.4210	0.4890	0.9510	0.3400	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	1.7970	0.4610	0.9050	0.1380	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.4700	1.1300	0.4320	0.8790	0.0810	0.0030	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.5780	0.8610	0.4320	0.8220	0.0770	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.1040	0.8070	0.4050	0.8070	0.0480	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.1140	0.8070	0.3510	0.8070	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0560	0.7550	0.3240	0.8670	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	0.6750	0.3240	0.9290	0.0640	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	1.8710	0.3240	0.8420	1.7100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	10.008	0.3240	0.8640	1.1670	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	15.502	0.3240	1.0850	0.5300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0390	5.3110	0.3000	0.8380	0.2710	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0510	12.171	0.2760	0.9510	0.1720	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0510	9.9500	0.2540	1.1060	0.1250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0510	7.1510	0.2310	2.1870	0.1010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0390	4.8620	0.2310	2.0660	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0000	0.0000	0.0270	0.0270	2.2450	0.2310	0.7250	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0000	0.0000	0.0560	0.0270	1.6140	0.2340	0.4980	0.1030	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.0000	0.0000	0.0120	0.0270	1.4810	0.2280	0.3780	0.1210	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.0000	0.0000	0.0090	0.0270	1.1880	0.2270	0.1610	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.0000	0.0000	0.0090	0.0270	0.9100	0.3630	0.1800	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0000	0.0000	0.0090	0.0270	0.8430	0.8490	0.2120	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0000	0.0000	0.0090	0.0270	0.7470	0.9030	0.1300	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.0000	0.0000	0.0090	0.0280	0.6750	0.9510	0.2890	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
27	0.0000	0.0000	0.0090	0.1380	0.6160	1.0410	0.8360	0.0410	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.0000	0.0000	0.0090	0.1470	0.5830	1.3640	0.5530	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0000	0.0000	0.0090	0.1680		1.3210	0.5080	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0000	0.0000	0.0090	0.3150		1.2880	0.8350	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	0.0000		0.0090	0.8970		0.9910		0.0270		0.0000	0.0000	
GM	0.0000	0.0000	0.0059	0.1160	3.4860	0.5316	0.8007	0.2064	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000
GMA	0.4290											

Quadro A.38. Bacia do Xarrama em Torrão. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1972/73

CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m³/s)

BACIA DO XARRAMA 1974/75

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.5260	1.1240	0.3680	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.5920	2.4960	0.2030	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	8.3740	2.4440	0.1780	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	16.337	2.2890	0.1470	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	20.627	1.6440	0.1170	0.1470	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6.9580	0.3020	0.1140	0.2280	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0130	4.6940	0.1300	0.1260	0.0890	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0160	2.5060	0.1140	0.1140	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	1.8440	0.1040	0.0980	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0380	11.334	0.1500	0.0810	0.1140	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1190	9.2720	0.3140	0.0810	0.0980	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2250	5.0200	0.3240	0.0660	0.0370	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1690	2.7280	0.3000	0.0390	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030	0.1180	1.6030	0.2760	0.0270	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0600	0.1170	1.8610	0.2760	0.0270	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0100	0.1440	2.3840	0.2280	0.0270	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.1280	2.0660	0.1680	0.0270	0.0180	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.1040	32.861	0.1240	0.0270	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.0810	9.3800	0.0630	0.0270	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.0660	4.9690	0.0510	0.0180	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.0510	3.4100	0.0250	0.0090	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.0610	1.9570	0.0090	0.0110	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.1550	1.5250	0.0090	0.2010	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.1350	1.2610	0.1860	0.4990	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.1230	1.1000	0.7590	0.5540	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.1530	0.8850	0.3260	0.3410	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
27	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.1420	0.7950	0.1890	0.2180	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.8800	0.7410	0.1310	0.1680	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050		0.7210	0.1140	0.1470	0.0900	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		0.6720	0.5730	0.1470	0.0200	0.0000	0.0000	0.0000
31	0.0000		0.0000	0.0000		0.7590		0.1470		0.0000	0.0000	
QMM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0060	0.1088	5.3794	0.5080	0.1404	0.0621	0.0000	0.0000	0.0000
QMA	0.5170											

Quadro A.40. Bacia do Xarrama em Torrão. Caudal médio diário, caudal médio mensal e caudal médio anual em 1974/75

BIBLIOGRAFIA

Referências Bibliográficas

- AHUJA, L. (1982) - Determining Unsaturated Hydraulic Conductivity of Soil During Drainage Under a Small Ring Infiltrometer, Journal of Hydrology, Vol. 58, N° 1/2:167-173
- ALEXANDER, L.; SKAGGS, R. (1986) - Predicting Unsaturated Hydraulic Conductivity From the Soil Water Characteristic, Trans. Amer. Soc. Agric. Engrs., Vol. 29, N° 1: 176-184
- AZEVEDO, A. (1973) - Caracterização Sumária das Condições Ambientais de Portugal Continental, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, (2a edição ciclost.) Lisboa
- BAIER, W. (1969) - Concepts of Soil Moisture Availability and Their Effect on Soil Moisture Estimates From a Meteorological Budget, Agricultural Meteorology, Vol. 6, N° 3:165-178
- BAIER, W.; ROBERTSON, G. (1966) - A New Versatile Soil Moisture Budget, Can. J. Plant Sci., Vol 46:299-315
- BOONYATHAROKUL, W.; WALKER, W. (1979) - Evapotranspiration Under Depleting Soil Moisture, Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs., Vol. 105, N° 4:391-402
- CARDOSO, J. (1974) - A Classificação dos Solos de Portugal, Boletim de Solos, N° 17. Jan. S.R.D.A. Ministério da Agricultura, Lisboa
- CORMARY, Y.; GUILBOT, A. (1969) - Relations Pluie-Débit Sur le Bassin de la Sioule. Fac. Sci. Montpellier, Rapp. D.G.R.S.T., N° 30
- CORMARY, Y. GUILBOT, A. (1974) - étude des Relations Pluie-Débit Sur Trois Bassins Versants d'Investigation, Elaboration des Projets d'Utilization des Ressources en Eau Sans Données Suffisantes, Vol I, 264-279, UNESCO-OMM-AISH

- DAWDY, D.; LICHTY, R. (1968) - Methodology of Hydrologic Model Building, Symposium on the Use of Analog and Digital Computers in Hydrology, AISH. Publ. N° 81:347-355
- DISKIN, M; SIMON, E. (1977) - A Procedure for the Selection of Objective Functions for Hydrologic Simulation Models, Journal of Hydrology, Vol. 34:129-149
- DOOGE, J. (1973) - Linear Theory of Hydrologic Systems, Agricultural Research Service, Tech. Bull, N° 1468, U.S. Dept. of Agric. Washington D.C.
- DOOGE, J. (1984) - The Waters of the Earth, Hydrological Sciences Journal, Vol. 29 N° 2: 149-176
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. (1979) - Yield Response to Water, FAO Irrigation and Drainage Paper, 33, Roma
- EAGLEMAN, J. (1971) - An Experimentally Derived Model for Actual Evapotranspiration, Agricultural Meteorology, Vol.8; 385-394
- FLEMING, G. (1975) - Computer Simulation Techniques in Hydrology, Elsevier, New York
- HANKS, R.; BOWERS, S. (1962) - A Numerical Solution of the Moisture Flow Equation for Infiltration into Layered Soils, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Vol. 26:530-534
- HILLEL, D. (1977) - Computer Simulation of Soil-Water Dynamics: A Compendium of Recent Work, Ottawa, IDRC
- HILLEL, D. (1980) - Applications of Soil Physics, Academic Press, New York
- HIPÓLITO J. (1985) - NWSIST: Um Sistema de Simulação Contínua de Processos Hidrológicos, Instituto Superior Técnico, Lisboa

- JOHNS, C.; SMITH, R. (1975) - Accuracy of Soil Water Budgets Based on a Range of Relationships for the Influence of Soil Water Availability on Actual Water Use, Aust. J. Agric. Res. Vol. 26, N° 5: 871-883 X
- KLEMES, V. (1986) - Operational testing of hydrological Simulation Models, Hydrological Sciences Journal, Vol. 31, N° 1: 13-14 •
- MCCUEN, R. (1973) - The Role of Sensivity Analysis in Hydrologic Modeling, Journal of Hydrology, Vol. 18: 37-53 X
- MEIN, R.; LARSON, C. (1971) - Modeling the Infiltration Component of the Rainfall-Runoff Process, Water Resources Research Center, University of Minnesota, Bull. 43 X
- MEIN, R.; LARSON, C. (1973) - Modeling Infiltration During a Steady Rain, Water Resources Research, Vol. 9, N° 2:384-394 X
- MELLO, F.; LÚCIO, J. (1985) - Caracterização Hidrodinâmica in situ de um Solo Pmg (A₁). Ensaio Prévio, Recursos Hídricos, Vol.6, N° 1: 65-79 •
- MINDERHOUD, P. (1982) - A Model for the Design of Drainage in Flat Agricultural Lands, Agricultural Water Management, Vol. 5, N° 2: 95-125 •
- MUALEM, Y. (1976) - A New Model for Predicting Hydraulic Conductivity of Unsaturated Porous Média, Water Resources Research, Vol. 12 N° 3: 513 -522 X
- NORERO, .A.; KELLER, J.; ASHCROFT, G. (1972) - Effect of Irrigation Frequency on the Average Evapotranspiration from Various Crop-Climata-Soil Systems, Trans. Amer. Soc. Civ. Engrs. Vol. 15, N° 4: 662-666 X

- VERTON, D.; MEADOWS, M. (1973) - Stormwater Modeling, Academic Press
New York
- PINGOD, K. (1984) - Sensibility Analysis of a Lumped-Parameter
Model for Infiltration, Journal of Hydrology, Vol. 67:
97-113
- QUINTELA, A. (1967) - Recursos de Aguas Superficiais em Portugal Con-
tinental, Instituto Superior Técnico, Lisboa
- REMSON, I.; HORNBERGER, G; MOLZ, F. (1971) - Numerical Methods, in
Subsurface Hydrology, Wiley-Interscience, New York
- ROCHE, M. (1970) - Les Divers Types de Modeles déterministes, O.R.S.
T.O.M., Sér. Hydrol., Vol. VII, n° 4: 39
- ROSEMBROCK, H. (1960) - An automatic Method for Finding the Greatest
or Least Value of a Function, The Computer Journal, Vol.3:
175-180
- SANTOS JÚNIOR, A. (1971) - Aspectos Teóricos da Drenagem, Universida
de de Lourenço Marques
- SAXTON, K; LENZ, A. T. (1967) - Antecedent Retention Indexes Predict
Soil Moisture, Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs., HY. Vol. 93, N°
4:223-241
- SMITH, R.; WOOLHISER, D. (1971) - Mathematical Simulation of
Infiltrating Watersheds, Hydrology Papers N° 47, Fort Collins
- THORNTHWAITE, C.; MATHER, J. (1955) - The Water Budget and its Use
in Irrigation, U. S. Dept. Agric. Yearbook of Agriculture,
346-358
- TURC, L. (1961) - évaluation des Besoins en Eau d'Irrigation;
Evapotranspiration Potentielle, Ann. Agro., Vol. 12, N°1:
13-49

VAN DER BEKEN, A.; BYLOOS, J. (1977) - A Monthly Water Balance Model
Including Deep Infiltration Canal Losses, Hydrologic Sciences
Bull, Vol. 23:3-9

VAN GENUCHTEN, M. (1980) - A Closed-form Equation for Predicting the
Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils, Soil Sci. Soc.
Am J., Vol. 44, N° 5:892-898

VEIHMEYER, F.; HENDRICKSON, A. (1955) - Does Transpiration Decrease
as the Soil Moisture Decrease?, Trans. Amer. Geophys. Un.
Vol. 36, N° 3:425-448

WARRICK, A.; NIELSEN, D. (1980) - Spatial Variability of Soil
Physical Properties in the Field, in Applications of Soil
Physics, Hillel Editor, Academic Press

≥ 1980 (11)
≥ 1970 (33) *
H/A 44

ERRATA

Na pag. 83 expressão (5.7) corrigida:

$$K_r(\psi) = \frac{\left\{ 1 - (a_1 \cdot \psi)^{a_2-1} \left[1 + (a_1 \cdot \psi)^{a_2-1} \right]^{-a_3} \right\}^2}{\left[1 + (a_1 \cdot \psi)^{a_2} \right]^{a_3/2}}$$

Na pag. 86 expressão (5.13) corrigida:

$$C(h) \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} [K(h) \cdot \left(\frac{\partial h}{\partial z} - 1 \right)]$$

Na pag. 87 última linha corrigida:

$$C_a \cdot \Delta z \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t} = K_s \left[\Delta \left(K_r \frac{\Delta h}{\Delta z} \right) - \Delta K_r \right]$$

Na pag. 88 expressão (5.16) corrigida:

$$C_{a_i}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta Z_1}{\Delta t} (h_i^j - h_i^{j-1}) = K_s \left[K_{r_+}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta h_+^{j-1/2}}{\Delta Z_+} - K_{r_-}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta h_-^{j-1/2}}{\Delta Z_-} + K_{r_-}^{j-1/2} - K_{r_+}^{j-1/2} \right]$$

Na pag. 90: substituição por página anexa

Na pag. 92: linhas 6 a 11

$$C_{a_1}^{j-1/2} \frac{\Delta Z_1}{\Delta t} (h_1^j - h_1^{j-1}) = K_s \left[K_{r_+}^{j-1/2} \frac{h_2^j + h_2^{j-1} - h_1^j - h_1^{j-1}}{2\Delta Z_+} - 1 \right] + I_p$$

Passando para o 2º membro os valores desconhecidos vem:

$$- C_{a_1}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta Z_1}{\Delta t} h_1^{j-1} - K_s K_{r_+}^{j-1/2} \frac{h_2^{j-1} - h_1^{j-1} - 2\Delta Z_+}{2\Delta Z_+} - I_p$$

$$= h_2^j \left(- \frac{K_s K_{r_+}^{j-1/2}}{2\Delta Z_+} - C_{a_1}^{j-1/2} \frac{\Delta Z_1}{\Delta t} \right) + h_2^j \frac{K_r K_{r_+}^{j-1/2}}{2\Delta Z_+}$$

ou ainda:

$$D_3^{j-1/2} = b_1 h_1^j + c_1 h_2^j$$

e tomando as médias temporais $K_{r-}^{j-1/2} = \frac{1}{2} (K_{r_{i-1}}^j + K_{r_{i-1}}^{j-1})$

e $K_{r+}^{j-1/2} = \frac{1}{2} (K_{r_i}^j + K_{r_i}^{j-1})$

errata

veja, por substituição de (5.17) e (5.18) em (5.16)

$$C_{a_i}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta Z_i}{\Delta t} (h_i^j - h_i^{j-1}) = K_s \left[K_{r+}^{j-1/2} \cdot \left(\frac{h_{i+1}^j + h_{i+1}^{j-1} - h_i^j - h_i^{j-1}}{2\Delta Z_+} \right) - K_{r-}^{j-1/2} \cdot \left(\frac{h_i^j + h_i^{j-1} - h_{i-1}^j - h_{i-1}^{j-1}}{2\Delta Z_-} \right) + K_{r-}^{j-1/2} - K_{r+}^{j-1/2} \right]$$

A variável desconhecida é h^j . Passando para o segundo membro todos os termos onde ela interveja, temos:

$$\begin{aligned} - C_{a_i}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta Z_i}{\Delta t} h_i^{j-1} - K_s \cdot K_{r+}^{j-1/2} \cdot \frac{h_{i+1}^{j-1} - h_i^{j-1} + 2\Delta Z_+}{2\Delta Z_+} + \\ + K_s K_{r-}^{j-1/2} \cdot \frac{h_i^{j-1} - h_{i-1}^{j-1} - 2\Delta Z_-}{2\Delta Z_-} = h_{i-1}^j \cdot \frac{K_s \cdot K_{r-}^{j-1/2}}{2\Delta Z_-} + h_i^j \left(- \frac{K_s K_{r+}^{j-1/2}}{2\Delta Z_+} \right. \\ \left. - \frac{K_s K_{r-}^{j-1/2}}{2\Delta Z_-} - C_{a_i}^{j-1/2} \cdot \frac{\Delta Z_i}{\Delta t} \right) + h_{i+1}^j \cdot K_s \cdot \frac{K_{r+}^{j-1/2}}{2\Delta Z_+} \end{aligned} \quad (5.19)$$