

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - RECURSOS  
HÍDRICOS E SANEAMENTO

**DEMANDA HÍDRICA EM LAVOURA DE ARROZ  
IRRIGADO (*Oryza sativa* L.) EM PLANOSSOLO**

Autor: CARLOS RICARDO FIETZ  
Orientação: FLÁVIO ANTONIO CAUDURO  
LAWSON FRANCISCO BELTRAME

Porto Alegre, novembro de 1987.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
RELAÇÃO DE QUADROS .....	ix
RELAÇÃO DE FIGURAS .....	xi
RELAÇÃO DE FOTOGRAFIAS .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. Época de Semeadura do Arroz Irrigado .....	5
2.2. Demanda Hídrica em Lavouras de Arroz Irrigadas por Inundação Contínua .....	6
2.3. Componentes da Demanda Hídrica .....	11
2.3.1. Lâmina Superficial .....	11
2.3.2. Percolação .....	15
2.3.3. Evapotranspiração da Cultura do Arroz..	17
2.4. Estudo da Modelação Analógica .....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	26
3.1. Descrição do Clima e Solo .....	27
3.2. Época de Semeadura .....	29
3.3. Manejo da Água .....	30
3.4. Desenvolvimento do Modelo .....	31
3.5. Características Físicas da Camada Impermeável.	33
3.6. Evapotranspiração Calculada .....	34
3.6.1. Evapotranspiração Média dos Locais de Amostragem .....	39

3.7. Determinação do Coeficiente da Cultura .....	48
3.8. Utilização da Modelação Analógica .....	50
4. RESULTADOS OBTIDOS .....	56
4.1. Modelo Proposto .....	57
4.1.1. Saturação do Solo .....	58
4.1.2. Lâmina Superficial .....	61
4.1.3. Drenagem Profunda .....	61
4.1.4. Evapotranspiração Máxima da Cultura .....	64
4.1.5. Percolação Horizontal .....	67
4.1.6. Precipitação Pluviométrica .....	71
4.2. Aplicação do Modelo Proposto .....	75
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	77
5.1. Saturação do Solo .....	78
5.2. Drenagem Profunda .....	79
5.3. Evapotranspiração Máxima da Cultura .....	81
5.4. Coeficiente da Cultura .....	82
5.5. Percolação Horizontal .....	83
5.6. Demanda Hídrica Total .....	84
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	86
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
ANEXOS:	
A - PROGRAMA UTILIZADO NA APLICAÇÃO DO MODELO .....	96
B - RESULTADOS OBTIDOS NA APLICAÇÃO DO MODELO .....	100

DEMANDA HÍDRICA DE LAVOURA DE ARROZ  
IRRIGADO (*Oryza sativa* L.) EM PLANOSSOLO

*Trabalho apresentado como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento, área de Irrigação e Drenagem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.*

Porto Alegre, novembro/1987.



## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivos principais propor um modelo de cálculo para a determinação da demanda hídrica em lavouras de arroz irrigadas por inundação contínua e estabelecer as necessidades de irrigação desta cultura, através da aplicação do referido modelo, em lavouras implantadas em Planossolo Pelotas, especificamente na região climática do Litoral.

Com base em propriedades físico-hídricas de 109 locais de amostragem, manejo d'água e parâmetros médios estabelecidos para a região e o solo de interesse, determinou-se a quantidade hídrica necessária para saturar o solo, formar a lâmina superficial e compensar as perdas relativas à drenagem profunda e percolação horizontal. A evapotranspiração da cultura foi obtida a partir da evapotranspiração calculada pelo método de Penman e coeficientes  $K_c$  determinados para os períodos vegetativo e reprodutivo do arroz irrigado, respectivamente, com valores médios de 1,6 e 1,7.

Com auxílio de um programa para microcomputador, realizou-se um balanço hídrico para um período de irrigação de 102 dias. Como alguns componentes da demanda foram obtidos por metodologias diferentes, aplicou-se o modelo proposto de duas formas distintas, a primeira utilizando as metodologias mais exatas e detalhadas e a segunda, as mais diretas e simplificadas.

De maneira geral, não houve diferenciação signifi

cativa nos resultados obtidos nas duas aplicações. Considerando o manejo d'água estabelecido, não computando as perdas relativas ao sistema de condução da água e a contribuição da precipitação pluviométrica, as vazões médias verificadas ( $1,64$  e  $2,54 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ ) poderão ser utilizadas, respectivamente, no dimensionamento da capacidade de açudes e no cálculo de sistemas de recalque.

## ABSTRACT

The main purposes of this study are to propose a model to determine water demand in rice crops irrigated by continuous flooding, and to calculate the irrigation requirements of this crop using the model in crops planted in Pelotas Planosol, located in a littoral climate region.

The amount of water needed to saturate the soil, cover the surface, and compensate for losses by deep drainage and horizontal percolation were determined based on physical and water properties of 109 sampling sites, water management and mean parameters established for the region and soil concerned. The evapotranspiration requirement for the crop was found using the Penman method and Kc coefficients determined for the vegetative and reproductive phases of the irrigated rice, respectively with mean values of 1.6 and 1.7.

Using a microprocessor, a serial water balance was performed for a 102-day irrigation period. Since some of the components of demand were obtained with different methods, the model was applied in two different ways, the first utilizing more precise and detailed methods, and the second more direct and simplified ones.

In general, few significant differences were found in the results obtained in both applications. Based on the water management established in this case, without computing losses related to the water transport system and

the contribution of rainfall, the mean streamflows found (1.64 and  $2.541.s^{-1}.ha^{-1}$ ) may be used respectively in establishing the size of reservoirs and in calculating pumping systems.

## RELAÇÃO DE QUADROS

2.1.	Época de semeadura do arroz irrigado nos municí- pios de ocorrência do Planossolo Pelotas .....	7
2.2.	Resultados experimentais do consumo de água na cultura de arroz inundado em alguns países asiá- ticos .....	9
2.3.	Evapotranspiração da cultura do arroz (mm/dia ) medida em vários locais do Japão .....	20
2.4.	Relações verificadas entre os valores de evapo- transpiração medida em cultura de arroz inunda- do e estimativas obtidas pelos vários métodos..	22
3.1.	Evapotranspiração calculada pelo método de Pen- man para as localidades de interesse, em inter- valos decendiais e mensais .....	35
3.2.	Coefficientes de correlação entre a evapotranspi- ração calculada (ET <sub>o</sub> ) e temperatura média (T <sub>m</sub> ) das localidades de referência .....	40
3.3.	Temperaturas médias mensais das localidades de referência no período de irrigação do arroz no Rio Grande do Sul .....	46
3.4.	Evapotranspiração calculada pelo método de Pen- man (ET <sub>o</sub> ) dos grupos isotérmicos verificados na região de interesse, nos meses de irrigação do arroz .....	47

4.1.	Potencial matricial da água no solo relativo à unidade de coleta do Planossolo Pelotas nos meses de início da irrigação do arroz no Rio Grande do Sul .....	60
4.2.	Cálculo do coeficiente da cultura do arroz irrigado (Kc) em seus distintos períodos de desenvolvimento .....	65
4.3.	Evapotranspiração máxima da cultura (ETm) dos grupos isotérmicos verificados na região de interesse .....	66
4.4.	Relação perímetro/área estabelecida para lavouras situadas nos municípios onde o Planossolo Pelotas ocorre .....	68
4.5.	Resultados obtidos nos ensaios de modelação analógica .....	70
4.6.	Precipitação pluviométrica média, no período de irrigação do arroz no Rio Grande do Sul, de alguns municípios onde o Planossolo Pelotas ocorre .....	72
4.7.	Parâmetros médios utilizados na aplicação do modelo proposto .....	75
4.8.	Valores extremos, médios e componentes da demanda hídrica para irrigação contínua do arroz em Planossolo Pelotas - Aplicação 1.....	75
4.9.	Valores extremos, médios e componentes da demanda hídrica para irrigação contínua do arroz em Planossolo Pelotas - Aplicação 2 .....	76
4.10.	Valores médios de demanda máxima e manutenção para a irrigação contínua do arroz em Planossolo Pelotas .....	76

## RELAÇÃO DE FIGURAS

1.	Localização dos pontos de amostragem do <u>Pla</u> nossolo Pelotas utilizados no trabalho ....	28
2.	Carta das temperaturas médias - Novembro ..	41
3.	Carta das temperaturas médias - Dezembro ..	42
4.	Carta das temperaturas médias - Janeiro ...	43
5.	Carta das temperaturas médias - Fevereiro..	44
6.	Carta das temperaturas médias - Março .....	45
7.	Bases matemáticas da analogia com papel con <u>du</u> tor para fluxo em seção .....	52
8.	Esquema de funcionamento da modelação analó <u>g</u> ica .....	53
9.	Medição da resistência específica do papel condutor .....	55

## RELAÇÃO DE FOTOGRAFIAS

1.	Trincheira utilizada para determinação da espessura de camada impermeável .....	36
2.	Amostras de camada impermeável obtidas por tradagens, perfiladas na superfície .....	36
3.	Cilindro de PVC utilizado para retirar amostras de camada impermeável .....	37
4.	Equipamento utilizado na retirada de amostras de camada impermeável e sua disposição a campo .....	37
5.	Saturação das amostras de camada impermeável	38
6.	Permeâmetro de carga variável utilizado nas determinações da condutividade hidráulica das amostras de camada impermeável .....	38
7.	Disposição e esquema de funcionamento da modelação analógica .....	54



CAPÍTULO 1

---

INTRODUÇÃO

---

A irrigação da cultura do arroz vem sendo realizada no Rio Grande do Sul desde 1904, estando os solos mais indicados para o cultivo deste cereal, planos ou levemente ondulados, localizados nas regiões climáticas Depressão Central, Baixo Vale do Uruguai e Litoral.

Na safra agrícola 1986/87 foram cultivados no Rio Grande do Sul aproximadamente 745.000 ha, com mais de 90% desta área utilizando o método de irrigação denominado de inundação contínua, que consiste em saturar o solo e formar e manter sobre o mesmo uma lâmina d'água superficial.

Apesar deste método de irrigação ser conveniente para as condições do Estado, uma vez que apresenta potencial de produzir ótimos rendimentos, no cálculo das necessidades de irrigação da cultura, raramente se considera os processos de evapotranspiração, retenção e movimento da água no solo. Em geral, inexistente qualquer tipo de cálculo, sendo ainda adotados valores empíricos estipulados por BERNARDES (1946), ou seja: vazões entre 1,7 e 3,0 l/s/ha. Entretanto, estas vazões não devem ser utilizadas sem considerar que, através dos anos, vem-se aprimorando as técnicas de preparo do solo, o nível de instrução dos orizicultores e o manejo da água na lavoura, fatos que, indiscutivelmente, conduzem a um menor consumo hídrico.

Embora a zona arrozeira normalmente não apresente escassez do recurso água, a utilização de vazões excessivas na lavoura requer desnecessários custos, devido ao maior dimensionamento de açudes, sistemas de recalque, condução e drenagem. Além disso, a disponibilidade hídrica para irriga

ção já um fator limitante em algumas áreas específicas, haja visto os problemas de gestão deste recurso surgidos na bacia do rio Ibicuí, Sistemas de Irrigação do Arroio Duro e algumas áreas do Litoral norte do Estado.

Tendo em vista estas considerações, realizou-se este trabalho cujos objetivos principais são: desenvolver um modelo matemático para a determinação da demanda hídrica em lavouras de arroz irrigadas por inundação contínua e estabelecer as necessidades de irrigação de lavouras de arroz implantadas em Planossolo Pelotas, especificamente na região climática do Litoral.

CAPÍTULO 2

---

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

## 2.1. Época de Semeadura do Arroz Irrigado

O rendimento das culturas é função direta da ocorrência combinada de certos elementos meteorológicos durante seu ciclo. Por este motivo, é fundamental que a época de semeadura seja a mais favorável possível à cultura de interesse.

De acordo com SOUZA (1978), as condições climáticas do Rio Grande do Sul limitam o período de desenvolvimento da cultura de arroz entre os meses de outubro e março, destacando-se o período compreendido entre 15 de outubro e 15 de novembro como o mais favorável para a semeadura. Segundo o mesmo autor, semeaduras realizadas antes de 15 de outubro, frequentemente redundam em emergência irregular das plântulas e na formação de um baixo "stand", devido à ocorrência de temperaturas baixas e excesso de umidade do solo que prejudicam a germinação e a rapidez do crescimento das plântulas. Por outro lado, semeaduras realizadas após 15 de novembro, geralmente reduzem o rendimento devido à ocorrência de baixas temperaturas no período de florescimento e ao aumento da precipitação pluviométrica depois de março, o que dificulta a operação de colheita.

No entanto, segundo PEDROSO (1982), o período adequado para a semeadura do arroz em nosso Estado, é um pouco mais amplo, abrangendo a totalidade dos meses de outubro e novembro. O autor confirma as informações anteriores, ressaltando que semeaduras anteriores a outubro podem coincidir com a ocorrência de temperaturas baixas e inibir a emergência ou retardar o crescimento inicial das plantas. Por sua vez, se-

meaduras após 30 de novembro podem fazer coincidir o florescimento com temperaturas baixas, provocando grande índice de esterilidade das flores, principalmente nas variedades de origem tropical.

Com o objetivo de examinar os efeitos da brusone e das temperaturas baixas sobre a produção das cultivares de arroz irrigado, RIBEIRO et alii (1983), realizaram em Pelotas seis experimentos, semeando as cultivares Bluebelle, EEA 406, IRGA 406, IRGA 408 Dawn e Caloro, nos meses de outubro, novembro e dezembro de 1978 a 1979. Os autores concluíram que a época de semeadura influi na produtividade do arroz e que a produção das épocas tardias (dezembro) é mais prejudicada pelos danos da brusone e do frio, simultaneamente. Observaram também, que as cultivares apresentam comportamentos distintos quanto à sua sensibilidade a esses fatores e que a semeadura em épocas precoces (outubro a novembro) oferece maiores possibilidades da cultura escapar desses danos.

Seguindo as recomendações dos órgãos de pesquisa e extensão, no Rio Grande do Sul quase a totalidade da área cultivada com arroz irrigado é normalmente semeada nos meses de outubro e novembro. Assim, examinando-se o ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ARROZ (1982), verifica-se que nos onze municípios onde o Planossolo Pelotas ocorre, 28,4 e 61,0% da área total tem sua expressividade de semeadura na segunda quinzena de outubro e na primeira quinzena de novembro, respectivamente, conforme se pode observar no Quadro 2.1.

## 2.2. Demanda Hídrica em Lavouras de Arroz Irrigadas por Inundação Contínua

A água fornecida a uma lavoura de arroz irrigada por inundação contínua, deve ser suficiente para manter o solo saturado, formar uma lâmina superficial e suprir as demandas relativas à evapotrans-

Quadro 2.1 - Época da semeadura do arroz irrigado nos municípios de ocorrência do Planossolo Pelotas. (Safrá 1980/81).

MUNICÍPIO	ÁREA SEMEADA (ha)						TOTAL
	SET	OUT		NOV		DEZ	
		1. <sup>a</sup> Quinz.	2. <sup>a</sup> Quinz.	1. <sup>a</sup> Quinz.	2. <sup>a</sup> Quinz.		
ARROIO GRANDE	314	949	4.007	16.752	1.501	38	23.561
BARRA DO RIBEIRO	-	-	23	3.886	1.066	-	4.975
CAMAQUÃ	-	70	882	22.245	1.318	26	24.541
GUAÍBA	-	-	-	2.828	889	-	3.717
JAGUARÃO	-	372	1.265	11.957	122	-	13.716
MOSTARDAS	-	-	2.175	5.102	5.512	1.005	13.794
PEDRO OSÓRIO	-	117	322	2.175	23	-	2.637
PELOTAS	-	374	490	8.208	415	113	9.600
RIO GRANDE	-	-	7.802	4.878	192	-	12.872
STA. VITÓRIA DO PALMAR	-	673	30.956	19.295	1.140	349	52.393
SÃO LOURENÇO DO SUL	-	66	287	6.280	1.132	342	7.997
TOTAL	314	2.621	48.189	105.606	13.310	1.763	169.803
(%)	0,2	1,5	28,4	61,0	7,8	1,1	100,0

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ARROZ (1982).

piração da cultura, drenagem profunda e percolação horizontal. Portanto, quantidades superiores às necessárias para atender os itens anteriores serão desperdiçadas, pois as mesmas simplesmente circularão na lavoura, sendo após eliminadas pelo sistema de drenagem superficial, sem serem utilizadas pela cultura.

De acordo com ANGLADETTE (1969), muitos dos países produtores de arroz inundado têm procurado determinar experimentalmente as necessidades de irrigação desta cultura. Neste sentido, o autor apresenta o resultado de alguns destes experimentos efetivados no continente asiático, conforme se pode observar no quadro 2.2.

Em outros países como a Espanha, segundo MASCARELLO (1967), o consumo hídrico médio é de aproximadamente 2.000 mm por safra. Neste país, as lavouras de arroz são drenadas no fim da fase de perfilhamento da cultura, permanecendo secas durante uma semana, sendo após a água repostada e conservada até o final da maturação.

Segundo o mesmo autor, provavelmente na Itália haja a demanda hídrica mais alta do mundo, chegando até 3.500 mm por safra. Este grande consumo hídrico está causando preocupações e algumas medidas são sugeridas a fim de minimizar este problema, ou seja:

- redução da altura da lâmina superficial com aumento do uso de herbicidas;
- compactação do subsolo com diminuição da taxa de percolação;
- melhor nivelamento do solo.

MASCARELLO(1967) acrescenta que o Japão se destaca entre os



Quadro 2.2 - Resultados experimentais do consumo de água na cultura de arroz inundado em alguns países asiáticos.

PAÍS	REGIÃO DE CULTIVO E CONSIDERAÇÕES	CARACTERÍSTICAS DA CULTURA	PERCOLAÇÃO (mm)	DEMANDA EVAPO TRANSPIRATIVA (mm)	EVAPORAÇÃO (mm)	TRANSPIRAÇÃO (mm)	T O T A L (mm)
CHINA	Manchuria	-	1.700	647	388	259	2.347
	Vale do Rio Amarelo	-	144	637	297	340	781
	Baixo Vale do Rio Yang Tse	-	342	533	221	312	875
	Alto Vale do Rio Yang Tse	-	477	655	333	322	1.132
	Vale do Pearl	-	168	458	274	184	626
	FORMOSA	-	-	1.065	672	349	325
CORÉIA	Máximo	-	830	698	-	-	1.528
	Mínimo	-	210	354	-	-	564
	Médio	-	536	508	-	-	1.044
JAPÃO	Máximo	-	910	637	364	273	1.547
	Mínimo	Varied. Precoce	273	289	107	182	562
	Médio	-	-	-	-	-	1.000
	Máximo	-	1.092	625	200	425	1.717
	Mínimo	Varied.de Ciclo	364	419	146	273	783
	Médio	médio	-	-	-	-	1.200
FILIPINAS	Máximo	Varied.Tardia	1.275	763	217	546	2.038
	Mínimo	-	455	419	146	273	874
	Médio	-	-	-	-	-	1.400
MALÁSIA	-	-	900	1.368	188	1.180	2.268
	-	-	-	-	-	-	1.100/ 1.150
INDONÉSIA	Safra principal	-	-	-	-	-	1.626
	Safra secundária	-	-	-	-	-	1.077
PAQUISTÃO	-	-	-	-	-	-	3.322
INDIA	-	Arroz Aman	78	1.115	382	733	1.193
	-	Arroz Boro	54	951	436	515	1.005
	Punjab	-	-	660/734	-	-	660/ 734*
	Bihar	-	-	696	-	-	696*
	Bombay	-	-	635	-	-	635*

\* Somente evapotranspiração.

FONTE: ANGLADETTE (1969).

países asiáticos, pelas altas produtividades alcançadas no plantio do arroz, resultante da aplicação da mais alta tecnologia agrícola. De acordo com o autor, as necessidades de irrigação no Japão situam-se em torno de 1.240 mm, valor coerente com a média geral (1.200 mm) apresentada por ANGLADETTE (1969) para este país.

TSUTSUI (1972), baseando-se na premissa de que as necessidades hídricas para o preparo do solo, evapotranspiração e percolação sejam de 200, 700 e 200 mm, respectivamente, estima em 1.200 mm a demanda total de uma safra com 110 dias de irrigação. No entanto, segundo este autor, não é raro que estas necessidades excedam 1.500 mm devido, principalmente, às grandes perdas por percolação.

Para a situação do Rio Grande do Sul, DREYER (1972) estima as necessidades de irrigação do arroz em 1.500 mm, considerando um período de 100 dias de inundação contínua.

Segundo este autor, verifica-se grande discrepância entre as quantidades hídricas indicadas como necessárias à irrigação do arroz. Acrescenta que o Departamento de Obras e Assistência Técnica do IRGA adota o valor de  $17.274 \text{ m}^3$  por hectare irrigado para dimensionamento de açudes, e vazões de 1,7 a  $3,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$  para o cálculo de instalação de recalque.

Deve-se ressaltar que estes valores adotados pelo IRGA são derivados das recomendações de BERNARDES (1946), que sugere o uso de vazões médias de 1,7 a  $3,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ , respectivamente para solos argilosos e arenosos.

DREYER (1972) cita ainda resultados obtidos no Projeto Sudoeste I da SUDESUL, onde foram efetivadas medições da demanda hídrica do arroz em três locais, obtendo-se os totais de 1.470, 1.150 e 1.630mm, equivalente à média de 1.417 mm, para um período de irrigação em torno de 100 dias.

Também no Rio Grande do Sul, SACHET (1977) determinou o consumo hídrico do arroz inundado, em experimento conduzido em Cachoeirinha e composto de três tratamentos distintos, ou seja: irrigação contínua corrente com lâmina superficial de 7 a 12cm, irrigação contínua estática com lâmina superficial de 7 a 12cm e irrigação contínua estática com lâmina superficial rasa, em torno de 2cm.

Parece evidente ao autor que a quantidade de água fornecida à cultura nos 104 dias de irrigação, com valor de 1.797mm, proporcionada pela vazão de  $2,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ , foi demasiada alta para as condições do experimento, ressaltando que, no entanto, esta mesma quantidade talvez possa ser insuficiente para atender à demanda em outros locais com distintas condições de solo e clima.

### **2.3. Componentes da Demanda Hídrica**

#### **2.3.1. Lâmina d'Água Superficial**

A altura da lâmina d'água superficial numa lavoura de arroz é determinada em função das cultivares utilizadas, grau de infestação de plantas daninhas, condições de microrelevo e pela necessidade de manter uma determinada temperatura no solo, uma vez que a água funciona como um corpo termo-regulador.

De acordo com PEDROSO (1982), a altura da lâmina superficial deve ser a menor possível, principalmente para as cultivares de porte baixo ou médio, não devendo ultrapassar

a 15cm. Lâminas de até 40cm, antigamente recomendadas para as culturas tradicionais, justificavam-se por serem estas mais rústicas e de porte mais alto que as cultivares atuais. Acrescenta o autor, que as variedades utilizadas hoje em dia são mais sensíveis e possuem porte baixo ou médio, sendo-lhes prejudicial lâminas elevadas. Isto é justificado pelo fato das cultivares modernas sofrerem diminuição de produtividade devido ao menor grau de afilamento resultante da utilização de lâminas profundas.

De acordo com IPEAS (1973), resultados experimentais demonstram que lâminas de 10 a 15cm de altura, distribuídas uniformemente nos tabuleiros são suficientes para controlar a maioria das ervas daninhas. Acrescentando que inúmeros experimentos efetuados em várias partes do mundo, comprovam a economicidade da água rasa no cultivo do arroz, uma vez que lâminas profundas ocasionam maiores perdas hídricas.

Confirmando as informações anteriores, as recomendações técnicas para as regiões da Depressão Central e Fronteira Oeste, apresentadas nas Circulares 66 e 35, EMBRAPA (1974) e EMBRAPA (1975), indicam a utilização de lâminas entre 5 e 15cm de altura, de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, pois, segundo MOSCARELI & ROSINHA (1967), a lâmina superficial deve ser elevada paulatinamente, a medida que o arroz for se desenvolvendo.

MASCARELO (1967) afirma que a lâmina de água superficial tem efeito benéfico no controle de ervas daninhas. Exemplifica que no Japão e na China a lâmina usada varia entre 5 e 8cm de altura e que na Itália, onde o consumo hídrico provavelmente seja o mais alto do mundo, a altura da lâmina varia de 5 a 15cm e, às vezes, alcança 30cm, com a finalidade de combater as ervas daninhas.

O autor ressalta que experimentos conduzidos nas Filipinas mostraram não haver diferença significativa em rendimentos sob irrigação contínua, com lâminas de 5, 10 e 20 cm de altura.

Neste sentido, ALGLADETTE (1969) afirma que, tanto na situação de irrigação contínua como intermitente, ensaios efetuados em países temperados e tropicais demonstram não haver diferença em rendimentos quando há variação na altura da lâmina superficial de zero a 20cm. Entretanto, verifica-se haver diminuição na altura da planta e no grau de afilhamento, quando as lâminas são superiores a 20cm. Para o autor, parece ser conveniente inundar o solo com uma lâmina rasa de 2,5 a 7,5cm de altura, aumentando-se a mesma, a seguir, para 10 a 15cm, até o final da irrigação.

De acordo com TSUTSUI (1972), na comparação de lâminas rasas (em torno de 5cm) com as profundas, as primeiras têm as seguintes vantagens:

- a) com pouca profundidade, a temperatura da água durante o dia é alta, e a temperatura noturna é mais baixa do que na condição de lâmina profunda. Esta diferença de temperatura proporciona um maior grau de afilhamento;
- b) a água rasa é favorável à decomposição da matéria orgânica, o que traz como resultado um melhor desenvolvimento do sistema radicular da cultura;

[c] as perdas por percolação são menores com a utilização de lâminas rasas.

Entretanto, salienta o autor, para que se possa manter a água numa profundidade de 5cm, é necessário que haja um perfeito nivelamento do solo e um controle rigoroso das ervas daninhas, pois em situação de lâmina rasa, há uma maior incidência destas.

Alguns trabalhos efetuados no Rio Grande do Sul verificaram a influência da altura da lâmina superficial no desenvolvimento e produção do arroz. Assim, MORAES & FREIRE (1973), em trabalho realizado em casa de vegetação na localidade de Pelotas, utilizaram no cultivo do arroz cinco lâminas superficiais distintas, ou seja: 0, 3, 6, 9 e 12cm. Os autores concluíram não haver diferença significativa entre os tratamentos, admitindo que o arroz cresce e produz satisfatoriamente em solos saturados e alagados, independente da altura da lâmina de água superficial.

Com o mesmo objetivo anterior, SPIRO et alii (1974) realizaram, também em Pelotas, um experimento, utilizando lâminas superficiais de 5, 10, 20 e 30cm. Os autores não verificaram nenhuma relação entre a altura da lâmina e o rendimento obtido.

SILVA & SPIRO (1975) repetiram este experimento, utilizando lâminas superficiais de 0, 5, 15 e 30cm. Novamente os autores não encontraram diferenças significativas de produtividade nos diversos tratamentos, concluindo que o maior benefício está em se utilizar alturas pequenas de lâmina.

Deve-se observar, entretanto, que nestes trabalhos efetuados em Pelotas, não se considerou a ação termo-reguladora da água, nem o efeito que a mesma exerce no controle das ervas daninhas do arroz.

### 2.3.2. Percolação

De acordo com FUKUDA & TSUTSUI (1968) a componente percolação pode ser dividida, em função da direção de seu fluxo, em percolação vertical, ou drenagem profunda, e percolação horizontal, ou "seepage".

Segundo TSUTSUI (1972) as perdas relativas à drenagem profunda dependem da textura do solo e do nível do lençol freático, situando-se as taxas médias desta variável entre 3 e 6mm.dia<sup>-1</sup>. O autor acrescenta que, em algumas regiões da Califórnia, as perdas por percolação vertical numa safra podem ser duas vezes superiores à evapotranspiração da cultura e que casos semelhantes são comuns na Coreia e no Japão.

DE DATTA et alii (1975) informam que as perdas por drenagem profunda são ocasionadas pelas condições físicas e topográficas do solo, sendo que onde o mesmo é pesado, ou o nível freático está perto da superfície, estas perdas são baixas, não superando a taxa de 1mm.dia<sup>-1</sup>. Entretanto, segundo os autores, quando o solo é leve e o nível freático é profundo, as perdas podem ser muito altas, em torno de 10mm.dia<sup>-1</sup>, sendo nestas situações difícil manter o solo inundado.

FUKUDA & TSUTSUI (1968) apresentam dados médios de percolação vertical verificadas experimentalmente no Japão para solos com profundidade efetiva superior a 50cm. Assim, segundo estes autores, a taxa diária relativa à drenagem profunda varia entre 1 e 2mm para solos argilosos, entre 2 e 3mm para solos de textura média e entre 3 e 6mm para solos arenosos.

Para as condições do Rio Grande do Sul, SACHET (1977) determinou, através de caixas de madeira revestidas de plás-

tico, os valores da percolação vertical para cada subperíodo de desenvolvimento da cultura de arroz irrigado. O autor observou que dos 1.192,6mm consumidos nos 112 dias de irrigação, 355,9mm couberam a percolação, isto é, 29,8% da demanda total.

O autor verificou valores altos de percolação ( $12,3\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) nos 12 primeiros dias de irrigação causados pela grande quantidade de água necessária para saturar o solo e elevar o nível freático até a altura desejada. Posteriormente, conclui o autor, houve a estabilização da percolação num consumo de 2,2 e  $2,3\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$ , resultando numa demanda média diária de 3,2mm.

Para estimar as perdas por percolação em lavouras de arroz estabelecidas em solos da unidade de mapeamento Vacai, ROCHEDO (1979) utilizou a equação de Darcy, considerando como camada transmissora do fluxo a coluna de solo composta pelos horizontes B2g e C. Uma vez que estas duas camadas possuíam distintas condutividades hidráulicas, o autor considerou como coeficiente de proporcionalidade da expressão de Darcy, o valor da condutividade hidráulica aparente dos dois horizontes. Como resultado o autor obteve uma demanda de percolação no valor de 419,7mm em 105 dias de irrigação, equivalente à média de  $4\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$ .

Quanto à percolação horizontal ou "seepage", FUKUDA & TSUTSUI (1981) salientam que esta componente da demanda predomina, normalmente, em lavouras implantadas em pântano, onde o desnível entre os quadros ou tabuleiros adjacentes difere consideravelmente.

Segundo estes mesmos autores, alguns trabalhos efetuados no Japão mostram que a percolação horizontal é de três a dez vezes superior à componente vertical. Salientam os autores que grande parte da água computa-



da como perdida é reaproveitada, diretamente no quadro ou tabuleiro seguinte ou através da coleta no sistema de drenagem superficial.

De acordo com JOHNSON (1972), as perdas provocadas pelo movimento hídrico lateral, através de cavidades feitas por vermes do solo e raízes, juntamente com o fluxo subsuperficial através do perfil do solo, dependem da relação perímetro/área da lavoura, podendo as mesmas serem estimadas entre 10 e 30 l/h para cada metro de perímetro de lavoura. Acrescenta o autor, que estas perdas estão diretamente relacionadas com a razão perímetro/área, sendo este o motivo de lavouras pequenas apresentarem essas perdas em maior proporção do que as de maior extensão.

DE DATTA (1981) confirma a informação anterior citando um trabalho realizado nas Filipinas em 1978, onde estas perdas foram determinadas experimentalmente, obtendo-se como resultado médio o valor de 15,6 l/h para cada metro de perímetro da área.

### 2.3.3. Evapotranspiração da Cultura do Arroz

O conhecimento detalhado e preciso da evapotranspiração é de suma importância no manejo e dimensionamento do sistema de irrigação da cultura do arroz. Isto se justifica pelo fato da evapotranspiração representar, na maioria das vezes, a componente de maior importância na demanda hídrica do arroz inundado.

DOOREMBOS & PRUITT (1976) propõem que o cálculo da evapotranspiração máxima de uma cultura seja efetivado através da seguinte expressão.

$$ET_m = E_{T_o} \cdot K_c$$

Os autores definem o termo  $E_{To}$ , evapotranspiração de referência, como a taxa evapotranspirativa de uma superfície extensa, plenamente coberta por vegetação verde de pouca altura (8 a 15 cm), em pleno desenvolvimento e sem restrição hídrica.

Segundo os mesmos autores, o termo  $E_{Tm}$ , denominada de evapotranspiração máxima da cultura, é definido como a máxima taxa evapotranspirativa que os cultivos podem apresentar, para diferentes estádios, sem que haja restrição de água no solo.

A terminologia sugerida pela Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem (C.I.I.D.), apresentada por PERRIER (1985), utiliza o mesmo conceito anterior de evapotranspiração máxima da cultura. Também é introduzido o conceito de evapotranspiração calculada, representando qualquer estimativa de cálculo obtida pelos vários métodos existentes.

Devido às diferenças existentes entre a vegetação padrão e as culturas de interesse, na estimativa da evapotranspiração máxima de um cultivo, deve-se utilizar o termo  $K_c$ , denominado de coeficiente da cultura. O termo  $K_c$  é um coeficiente empírico, adimensional, que relaciona os componentes do sistema solo-água-planta, distinguindo as culturas e seus diferentes estádios de desenvolvimento. Este coeficiente é obtido através da relação  $E_{Tm}/E_{To}$ , onde o primeiro componente é medido por evapotranspirômetros, enquanto o segundo é estimado climatologicamente, através dos inúmeros métodos existentes.

Com relação à evapotranspiração da cultura do arroz, TSUTSUI (1972) observa que este componente é grandemente influenciado pelas condições climáticas e oscila, em média, entre 4 e 7  $\text{mm.dia}^{-1}$ , perfazendo uma necessidade durante todo o ciclo da cultura entre 400 e 1.000mm.

DE DATTA et alii (1975) confirmam as informações de

TSUTSUI (1972). Acrescentam que na maior parte das zonas tropicais, a evapotranspiração durante a estação das chuvas é de aproximadamente 4 a 5mm.dia<sup>-1</sup>, enquanto na estação seca estas taxas oscilam entre 5 e 7mm.dia<sup>-1</sup>.

No Japão, FUKUDA & TSUTSUI (1968) realizaram um estudo detalhado sobre a evapotranspiração do arroz. Segundo estes autores, o componente transpiração varia grandemente nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, aumentando à medida que também aumenta a área foliar da mesma. Citam trabalhos que demonstram que a transpiração é pequena logo após o transplântio das mudas, aumentando durante o perfilhamento, atingindo seu máximo durante o estágio de florescimento da cultura e, a partir desta fase, decrescendo gradualmente até a maturação dos grãos.

Quanto à evaporação, os autores observam que a mesma varia em função dos elementos climáticos e da densidade de plantio da cultura. Assim, a evaporação é máxima por ocasião do transplântio das mudas, diminuindo com o desenvolvimento dos colmos e folhas da cultura, pois isto acarreta aumento da área sombreada da lavoura.

Os mesmos autores apresentam resultados experimento realizado em vários locais do Japão, num mesmo período, onde a taxa evapotranspirativa foi medida através de evapotranspirômetros instalados em lavouras arrozeiras. Neste experimento, os meses foram divididos em três períodos distintos, ou seja: inicial (I), médio (M) e final (F), não estando distinguidos os limites de cada um destes intervalos.

Conforme se pode observar a partir do quadro 2.3., a evapotranspiração variou de 3,4 a 7.1mm.dia<sup>-1</sup>. Em todos os locais, a maior evapotranspiração ocorreu entre o início de julho e meados de agosto. Os autores observam que isto vem demonstrar a maior influência que os elementos climáticos exercem sobre a evapotranspiração, quando comparados ao fator estágio de desenvolvimento da cultura, uma vez que no Japão as maiores médias de temperatura ocorrem no referido período.

Também observam a pouca importância que os fatores geográficos tiveram nos resultados obtidos, uma vez que a variação máxima dentro do mesmo período foi inferior a 2mm/dia. Deve-se observar que algumas localidades, como por exemplo Hokkaido e Kushy, estão distanciadas em mais de 1.500 Km.

Quadro 2.3 - Evapotranspiração da cultura do arroz ( $\text{mm.dia}^{-1}$ ) medida em vários locais do Japão.

LOCAL	MÊS JUN			MÊS JUL			MÊS AGO			MÊS SET			MÊS OUT			MÉDIA DA SAFRA
	I	M	F	I	M	F	I	M	F	I	M	F	I	M	F	
HOKKAIDO	3,4	4,9	4,1	4,3	5,0	5,2	5,9	4,4	4,3	-	-	-	-	-	-	4,6
KANTO	-	-	3,4	3,7	4,3	6,4	6,2	6,4	5,6	4,5	4,5	4,5	-	-	-	5,0
TOKAI	-	-	3,8	4,4	3,5	-	5,3	7,1	5,5	-	-	-	-	-	-	4,9
SANYO	-	-	-	4,2	5,0	7,0	6,7	6,6	6,3	4,9	4,4	4,7	-	-	-	5,5
KYUSHU	-	-	-	3,7	5,9	6,1	6,0	6,5	6,3	5,1	5,4	5,1	5,0	4,8	-	5,4
MÉDIA DO PERÍODO	3,6	4,3	3,9	4,2	4,8	6,0	5,9	5,9	5,4	5,3	4,7	4,8	4,9	4,8	-	4,9

Fonte: FUKUDA & TSUTSUI (1968).

DOORENBOS & KASSAM (1979) estimam as necessidades hídricas da cultura de arroz entre 450 e 700mm por safra, sendo esta variação função do clima e da duração do ciclo biológico das cultivares. Salientam que as perdas por evaporação tendem a diminuir quando o solo se encontra inundado por lâmina rasa ou quando a camada superficial seca-se parcialmente.

Segundo estes autores, a evapotranspiração aumenta com o desenvolvimento da cultura, atingindo seu pon-

to máximo no período que vai de pouco antes do florescimento até a formação inicial dos grãos, diminuindo após isto.

De acordo com estes autores, os coeficientes  $K_c$ , a serem utilizados na estimativa da evapotranspiração máxima da cultura de arroz, são os seguintes: entre 1,10 e 1,15 no primeiro mês de cultivo, entre 0,95 e 1,05 para o último mês e entre 1,10 e 1,30 para os períodos intermediários. Recomendam ainda a utilização dos valores mínimos para regiões com poucos ventos e alta umidade do ar, condições que normalmente se verificam no Rio Grande do Sul no período que abrange a irrigação do arroz.

Em Pelotas, BEIRSDORF & MOTA (1976) realizaram um experimento em que a evapotranspiração do arroz inundado foi medida. Estas determinações foram efetivadas através de evapotranspirômetro, em 20 intervalos de 5 dias. Para estes mesmos intervalos, a evapotranspiração foi estimada pelos seguintes métodos: Thornthwaite, Radiação Líquida, Tanque classe "A" e Penman. Além disso, neste último método de estimativa, utilizou-se duas versões, ou seja: (a) considerando o fator de resistência à difusão estomática e (b) não levando em conta tal fator.

Comparando a média diária de evapotranspiração medida e calculada em intervalos de 5 dias, os autores obtiveram as relações apresentadas no Quadro 2.4. Conforme se pode observar, os resultados indicam que as estimativas obtidas pelo método de Penman, não considerando o fator de resistência à difusão estomática, juntamente com as obtidas no Tanque classe "A", apresentaram maior consonância com os valores medidos da evapotranspiração.

Quadro 2.4 - Relações verificadas entre os valores de evapotranspiração, medida em cultura de arroz inundado e estimativas obtidas pelos vários métodos.

MÉTODO DE ESTIMATIVA	<sup>2</sup> CORRELAÇÃO (n)	REGRESSÃO PROPOSTA (mm.dia <sup>-1</sup> )	RELAÇÕES MÉDIAS (ETm/ETo)
PENMAN (Sem S'D) <sup>1</sup>	0,93 <sup>++</sup>	ETm=0,77+1,60 ETo	1,83
TANQUE CLASSE "A"	0,93 <sup>++</sup>	ETm=1,84+0,91 ETo	1,32
PENMAN (Com S'D)	0,90 <sup>++</sup>	ETm=1,44+1,80 ETo	2,37
RADIAÇÃO LÍQUIDA	0,83 <sup>++</sup>	ETm=0,87+1,24 ETo	1,46
THORNTHWAITE	0,57 <sup>+</sup>	ETm=3,08+0,99 ETo	1,98

1- S'D: Fator de resistência estomática.

2- :

+ Significativo ao nível de 5% de probabilidade

++ Significativo ao nível de 1% de probabilidade

FONTE: BEIRSDORF & MOTA (1976).

Deve-se observar que as regressões obtidas pelos autores não levam em consideração os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, uma vez que os 20 períodos de 5 dias selecionados nos três anos de experimentação, se distribuem arbitrariamente em relação ao ciclo biológico do arroz.

Em trabalho realizado na Estação Experimental do Arroz, em Cachoeirinha, SACHET (1977) verificou que da lâmina total aplicada na irrigação do arroz, no valor de 1.192,6 mm, 70,2% coube à evapotranspiração da cultura, isto é, 836,7 mm.

O autor constatou que os valores máximos da evapotranspiração ocorreram no período compreendido entre a diferenciação do primórdio floral e a floração, atingindo a média de 9,9mm.dia<sup>-1</sup>. Nos sub-períodos **vegetativos** a evapotrans-

piração variou entre 7,0 e 7,5mm.dia<sup>-1</sup>, enquanto no período compreendido entre a floração e a maturação, seu valor caiu para 6,0mm.dia<sup>-1</sup>.

#### 2.4. Estudo da Modelação Analógica

Segundo ALCÂNTARA (1979), dois fenômenos de natureza física diversa são considerados analógicos quando podem ser descritos por equações diferenciais de mesma estrutura formal. Neste caso, os parâmetros e variáveis que ocupam o mesmo lugar numa e noutra equação, dizem-se análogos um ao outro.

De acordo com MILLAR (1978), a similitude entre o movimento da água nos meios porosos e o movimento da corrente elétrica entre pólos opostos tem sido utilizada na solução de problemas de drenagem, especialmente para o caso de fluxo bidimensional descrito pela equação de Laplace.

O autor acrescenta que, na aplicação da analogia eletro-hidrodinâmica, pode-se utilizar um número apreciável de materiais. Contudo, as lâminas condutoras conhecidas como Teledeltos (marca comercial) têm sido mais utilizadas na resolução de problemas de fluxo em duas dimensões.

BARTOLOMÉ (1972) esclarece que o papel Teledeltos possui espessura média de 0,1 mm e é composto por três camadas distintas, ou seja: uma lâmina semicondutora de alumínio, no centro uma lâmina de material condutor (grafite) e logo após uma camada de isolante elétrico. ALCÂNTARA (1979) acrescenta que apesar da modelação analógica em papel Teledeltos representar meios contínuos, homogêneos e isotrópicos, o papel em si apresenta uma pequena anisotropia, em torno de 2% entre os eixos vertical e horizontal.

Segundo BARTOLOME (1972), este papel condutor se apresenta comercialmente nos tipos "L" (low) e "H" (high), iniciais que identificam sua resistividade específica ( $\rho^*$ ). Assim, H indica material com  $\rho^*$  igual ou superior a 20 K $\Omega$ , enquanto o tipo L está relacionado a papel com parâmetros  $\rho^*$  entre 1,5 e 4,0 K $\Omega$ . O autor esclarece que a resistividade específica representa a resistividade de um material condutor de espessura constante ( $\delta$ ). Se a resistividade do material é  $\rho$ , tem-se a seguinte relação:

$$\rho^* (\Omega) = \rho (\Omega \cdot \text{cm}) / \delta (\text{cm})$$

Em outras palavras, pode-se definir a resistividade específica de um material como a resistência elétrica de uma lâmina quadrada deste condutor, em condições de isotropia e com espessura constante.

De acordo com ALCÂNTARA (1979) os fenômenos de escoamento hidráulico em meios porosos e passagem de energia elétrica através de um condutor, são expressos através de equações com a seguinte forma geral:

$$Y = A \overrightarrow{\text{grad}} X$$

em que:

Y = variável dependente, é função vetorial de ponto, representando um movimento, escoamento;

A = constante;

X = variável independente; é função escalar de ponto, representando uma função potencial.

Em hidráulica de meios porosos, o escoamento é governado pela lei de Darcy, ou seja:



$$\vec{q} = K \overrightarrow{\text{grad}} H$$

em que:

$$\begin{aligned} \bar{q} &= \text{fluxo no meio poroso (L.T}^{-1}\text{)}; \\ K &= \text{condutividade hidráulica (L.T}^{-1}\text{)} \\ H &= \text{potencial hidráulico (L)}. \end{aligned}$$

Em eletricidade, a passagem da corrente através de um condutor é governada pela lei de Ohm, isto é:

$$\vec{j} = \sigma \overrightarrow{\text{grad}} \mu$$

em que:

$$\begin{aligned} \vec{j} &= \text{densidade de corrente (A . m}^{-2}\text{)}; \\ \sigma &= \text{condutividade elétrica (\Omega . m)}; \\ \mu &= \text{potencial elétrico (volt)}. \end{aligned}$$

A partir das expressões anteriores, pode-se estabelecer as relações de analogia entre as grandezas físicas que caracterizam um e outro fenômeno, conforme são apresentadas por SCHNEEBELI (1966).

potencial elétrico	↔	potencial hidráulico
condutividade elétrica	↔	condutividade hidráulica
densidade de corrente	↔	fluxo no meio poroso

ALCANTARA (1979) observa que na prática, não se utiliza densidade de corrente, mas sim uma grandeza derivada desta, denominada intensidade de corrente elétrica, que tem como análogo hidráulico a vazão volumétrica.

CAPÍTULO 3

---

MATERIAL E MÉTODOS

---

Como base para execução deste trabalho, tomou-se o levantamento das características físico-hídricas do Planossolo Pelotas, realizado pelo setor de irrigação do IPH/UFRGS, por CAUDURO & BELTRAME (1982). Este levantamento, composto de 109 locais de amostragem cuja distribuição espacial está representada na figura 1, foi complementado com dados de condutividade hidráulica e espessura da camada impermeável, através de determinações em laboratório e a campo, respectivamente.

### 3.1. Descrição do clima e solo

O solo utilizado como suporte físico para o estudo de demanda hídrica em lavoura de arroz irrigado, está classificado como Planossolo e pertence à unidade de mapeamento Pelotas. Segundo BRASIL (1973), esta unidade de mapeamento apresenta solos medianamente profundos, imperfeitamente a mal drenados, com predominância no perfil de cores cinzas, desenvolvidas a partir de sedimentos recentes, na maior parte da área proveniente do desgaste das serras cristalinas próximas.

Apresenta as seguintes características morfológicas principais:

- Horizonte A, normalmente apresenta um A1 ou Ap de coloração cinzenta escura ou bruno acinzentada escura, franco arenoso e um A2 de textura mais leve, bruno acidatado. A estrutura é maciça ou fracamente desenvolvida em blocos subretangula-

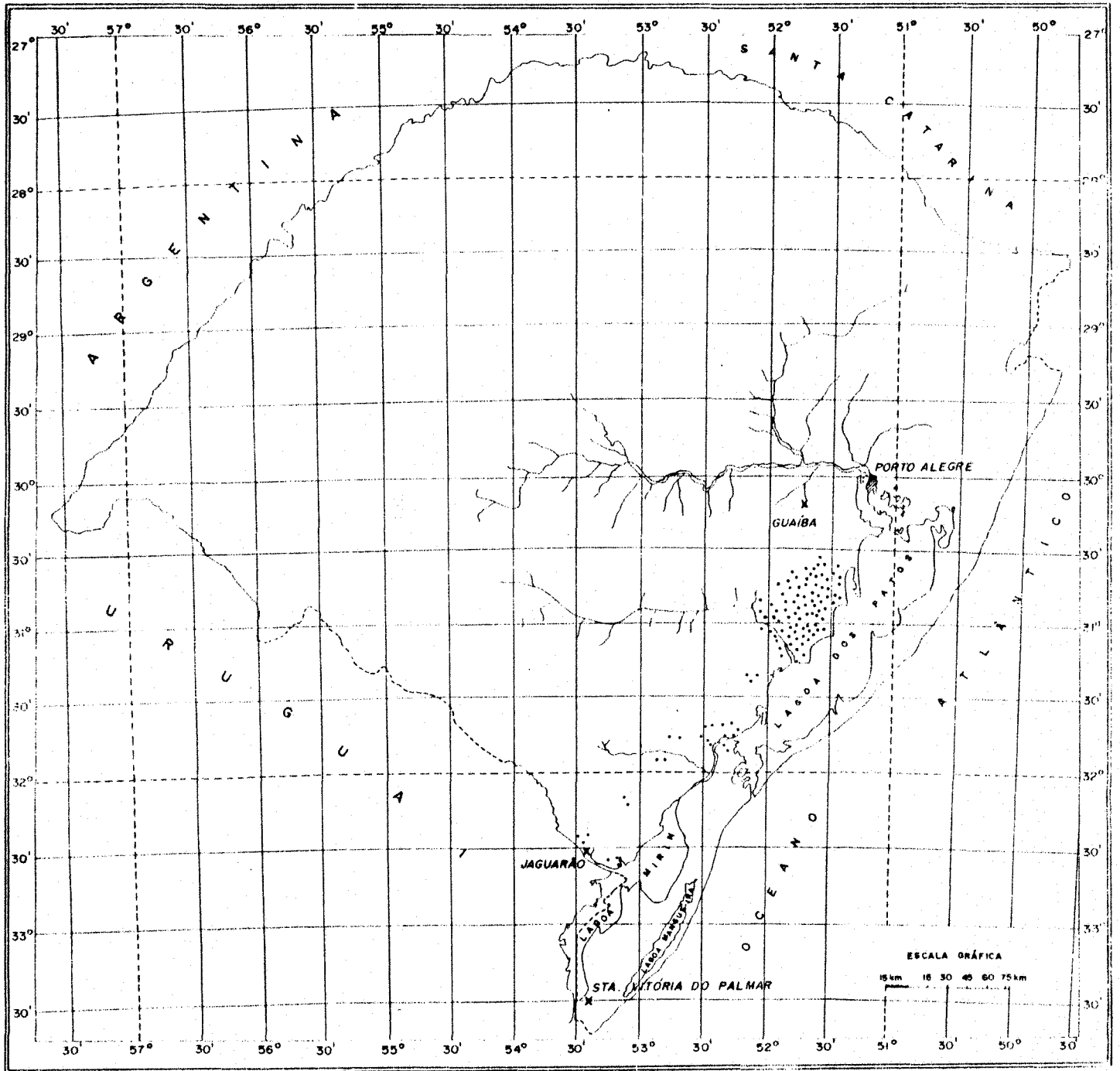


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem do Planossolo Pelotas utilizados no trabalho

Fonte: CAUDURO & BELTRAME (1982)

res ou granular. A transição é abrupta e plana para o B.

- Horizonte B textural, com teores mais elevados de argila (claypan); com cores cinzentas (gley), com mosqueados de várias tonalidades consequência da oscilação do lençol freático e de diferentes concentrações de ferro. Normalmente, a estrutura é prismática, fortemente desenvolvida, que se quebra em blocos angulares. A cerosidade é forte e abundante.
- Horizonte C, também em cores acinzentadas; franco arenoso ou argilo-arenoso.

Esta unidade é encontrada nos municípios de Santa Vitória do Palmar, Jaguarão, Arroio Grande, Pedro Osório, Pelotas, São Lourenço, Camaquã, Rio Grande, Mostardas, Barra do Ribeiro e Guaíba, ocupando uma área de aproximadamente 7.320 Km<sup>2</sup>, que representa 2,72% da área mapeada no Estado do Rio Grande do Sul.

Segundo o mesmo boletim, o tipo de clima dominante na região é o Cfa 2 de Köppen. A temperatura média anual varia de 17,4 a 18,0°C. A precipitação média anual varia de 1.186 a 1.364 mm. Podem ocorrer chuvas torrenciais de 272 mm em 24 horas e geadas de abril a novembro. Também podem ocorrer períodos secos com déficit de umidade maior que 100 mm, 7 vezes cada 10 anos, e maiores que 300 mm, uma vez cada 10 anos. Os períodos são mais frequentes durante os meses de novembro a abril.

### 3.2. Época de semeadura

Considerou-se como época de semeadura a primeira quinzena de novembro, por representar o período onde a maior

parte das lavouras cultivadas com arroz irrigado no Rio Grande do Sul têm a sua maior expressividade de semeadura.

Conforme se pode verificar no quadro 2.1 nos onze municípios onde o Planossolo Pelotas se apresenta, esta quinzena é representativa de 61% da área total semeada com arroz irrigado.

### 3.3. Manejo da água

O método de irrigação considerado foi o da inundação contínua corrente, sistema tradicionalmente utilizado na orizicultura rio-grandense e que, de acordo com TSUTSUI (1972) e DE DATTA et alii (1975), tem potencial de produzir ótimos rendimentos, por proporcionar diminuição da incidência de ervas daninhas, além do melhor controle da temperatura do solo e economia de mão-de-obra.

O ciclo biológico do arroz, segundo VERGARA (1975), pode dividir-se em três períodos principais, ou seja:

- a Período Vegetativo - desde a germinação até o começo da formação da panícula, com duração de 25 a 65 dias, para a maioria das variedades;
- b Período Reprodutivo - desde o começo da formação da panícula até a floração, com duração em torno de 35 dias, seja qual for a variedade;
- c Período de Maturação - desde a floração até a maturação completa, com duração de 25 a 35 dias, seja qual for a variedade.

Verifica-se que, no Rio Grande do Sul, o ciclo vegetativo da maioria das variedades de arroz atualmente utiliza-

das atinge 135 dias, correspondendo, portanto, ao somatório dos valores máximos do intervalo de duração dos referidos períodos.

No manejo da irrigação considerado, estipulou-se que a mesma será iniciada 15 dias após a sementeira, finalizando na metade do período de maturação, quando  $2/3$  das panículas deverão estar maduras.

Através do manejo adotado, o período de irrigação deverá ser de 102 dias, sem drenagens intermediárias, abrangendo 50, 35 e 17 dias dos períodos vegetativo, reprodutivo e de maturação, respectivamente.

Assim, em função da época de sementeira e do manejo adotado, estipulou-se, como datas de início e término da irrigação, respectivamente, 21 de novembro e 2 de março. Além disso, estabeleceu-se em 15 dias como o período necessário para saturar o solo e formar a lâmina superficial. Deve-se salientar que este valor foi estabelecido após o contato com pesquisadores e extensionistas do Instituto Rio-grandense do Arroz, que consideram este período adequado, além de ser coerente com o manejo normalmente utilizado pelos agricultores do Estado.

#### 3.4. Desenvolvimento do Modelo

O modelo de cálculo proposto e os valores encontrados na sua aplicação, foram estabelecidos para a situação da cultura de arroz irrigado por inundação contínua, tendo-se, como base a expressão geral do balanço hídrico, baseado no princípio da conservação de massa. Considerando-se a massa da água constante no sistema solo-planta-atmosfera, esta expressão, segundo BRUNINI et alii (1981), pode ser escrita da seguinte forma:

$$\int_{t_i}^{t_f} (p + I) dt = \int_{t_i}^{t_f} (ET + D_p) dt + \Delta w + S_R$$

em que:

- $t_i$  e  $t_f$  = intervalo de tempo (T);  
 $p$  = precipitação ( $L \cdot T^{-1}$ );  
 $I$  = irrigação ( $L \cdot T^{-1}$ );  
 $ET$  = evapotranspiração ( $L \cdot T^{-1}$ );  
 $D_p$  = drenagem profunda ( $L \cdot T^{-1}$ );  
 $\Delta w$  = variação no armazenamento de água do solo (L);  
 $S_R$  = escoamento superficial (L).

De acordo com MOLEN & HOORN, citados por BELTRAN (1981), a expressão geral do balanço hídrico, quando aplicada no sistema radicular de uma cultura irrigada, num determinado período de tempo, toma a seguinte configuração:

$$P + I + G = ET + R + SR + \Delta W$$

em que:

- $P$  = precipitação pluviométrica (L);  
 $I$  = irrigação (L);  
 $G$  = ascensão capilar (L);  
 $ET$  = evapotranspiração (L);  
 $R$  = drenagem profunda (L);  
 $SR$  = escoamento superficial (L);  
 $\Delta W$  = variação no armazenamento de água do solo (L).



### 3.5. Características Físicas da Camada Impermeável

Para a aplicação do modelo proposto, as características físico-hídricas dos solos da unidade Pelotas, obtidas no levantamento anteriormente referido, foram complementadas com dados de condutividade hidráulica e espessura da camada impermeável, determinadas em laboratório e a campo, respectivamente.

A espessura da camada impermeável foi determinada pela resistência à penetração, ausência de água e presença de cores gley, simultaneamente. Na determinação deste parâmetro, utilizou-se quatro locais de amostragem do Planossolo Pelotas, todos situados no município de Camaquã. Nestes locais foram abertas trincheiras até o início da camada impermeável e, a partir deste ponto, efetuou-se tradagens. As amostras obtidas foram perfiladas na superfície na mesma ordem de sua retirada, sendo posteriormente medida, com o auxílio de uma trena, a espessura total alcançada pela mesma, conforme se pode visualizar nas fotografias 1 e 2.

A condutividade hidráulica desta camada foi medida através de amostras inalteradas, coletadas em locais representativos. Para obtenção dessas amostras, abriu-se trincheiras até o início da camada impermeável e, com auxílio de um macaco hidráulico e de uma barra de ferro fixada horizontalmente, retirou-se as amostras em cilindros de PVC com 150mm de diâmetro e 100mm de altura. O equipamento utilizado nesta tarefa, assim como sua disposição a campo, está apresentado nas fotografias 3 e 4.

Após serem retiradas, as amostras foram saturadas por capilaridade, sendo posteriormente conduzidas para o permeâmetro de carga variável (fotografias 5 e 6) onde determinou-se a condutividade hidráulica das mesmas através da expressão proposta por CHILDS (1969), ou seja:

$$K = \frac{aL}{At} \cdot \ln \frac{h_0}{hf}$$

em que:

- K = condutividade hidráulica ( $\text{mm.dia}^{-1}$ );  
 a = área do tubo de abastecimento ( $\text{mm}^2$ );  
 L = altura da amostra (mm);  
 A = área do permeâmetro ( $\text{mm}^2$ );  
 t = tempo transcorrido durante a variação da carga hidráulica (s);  
 ho = altura inicial da água no tubo de abastecimento (mm);  
 hf = altura final da água no tubo de abastecimento (mm).

### 3.6. Evapotranspiração Calculada

Considerando-se que a evapotranspiração, na maioria das vezes, representa o componente de maior peso na demanda hídrica do arroz irrigado, buscou-se utilizar o método de estimativa desta grandeza comprovadamente mais preciso, ou seja, o método de Penman.

Assim, utilizou-se as estimativas obtidas pelo método de Penman por BELTRAME & CAUDURO (1987) para três localidades em que o Planossolo Pelotas se apresenta, ou seja: Guaíba (EEA-UFRGS), Jaguarão e Santa Vitória do Palmar. Neste trabalho, os autores utilizaram dados meteorológicos oriundos de séries históricas de 10 anos, estando no quadro 3.1 apresentadas as estimativas decêndias e mensais obtidas pelos mesmos para estas localidades de referência, no período de irrigação do arroz no Rio Grande do Sul.

Quadro 3.1 - Evapotranspiração calculada pelo método de Penman para as localidades de interesse, em intervalos decendiais e mensais.

LOCAL	MÊS	JAN	FEV	MAR	OUT	NOV	DEZ
	DECÊNIO						
GUAÍBA	Primeiro (mm)	56,5	53,8	42,8	38,1	50,4	49,7
	Segundo (mm)	58,9	48,1	38,7	43,2	52,2	58,7
	Terceiro (mm)	59,2	43,7	37,2	44,0	52,8	66,4
	TOTAL (mm)	174,6	145,6	118,7	123,3	155,4	174,8
JAGUARÃO	Primeiro (mm)	53,0	54,0	41,3	34,4	49,8	55,3
	Segundo (mm)	59,0	45,5	36,8	38,2	50,0	58,0
	Terceiro (mm)	57,5	39,3	36,1	44,8	53,1	64,6
	TOTAL (mm)	169,5	138,8	114,2	117,4	152,9	177,9
SANTA VITÓRIA DO PALMAR	Primeiro (mm)	51,9	46,4	38,1	30,9	41,8	49,3
	Segundo (mm)	56,5	41,9	33,8	33,0	44,6	51,3
	Terceiro (mm)	51,9	39,4	32,4	38,3	47,8	53,1
	TOTAL (mm)	160,3	127,7	104,3	102,2	134,2	153,7

FONTE: BELTRAME & CAUDURO (1987).



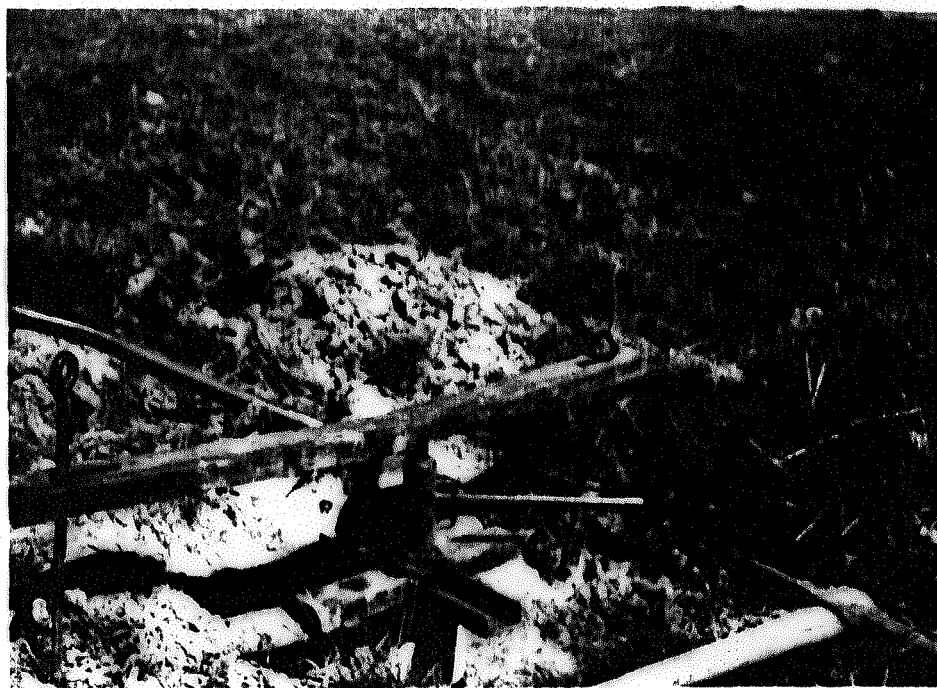
1. Trincheira utilizada para determinação da espessura de camada impermeável.



2. Amostras de camada impermeável, obtidas por tradagens, perfiladas na superfície.



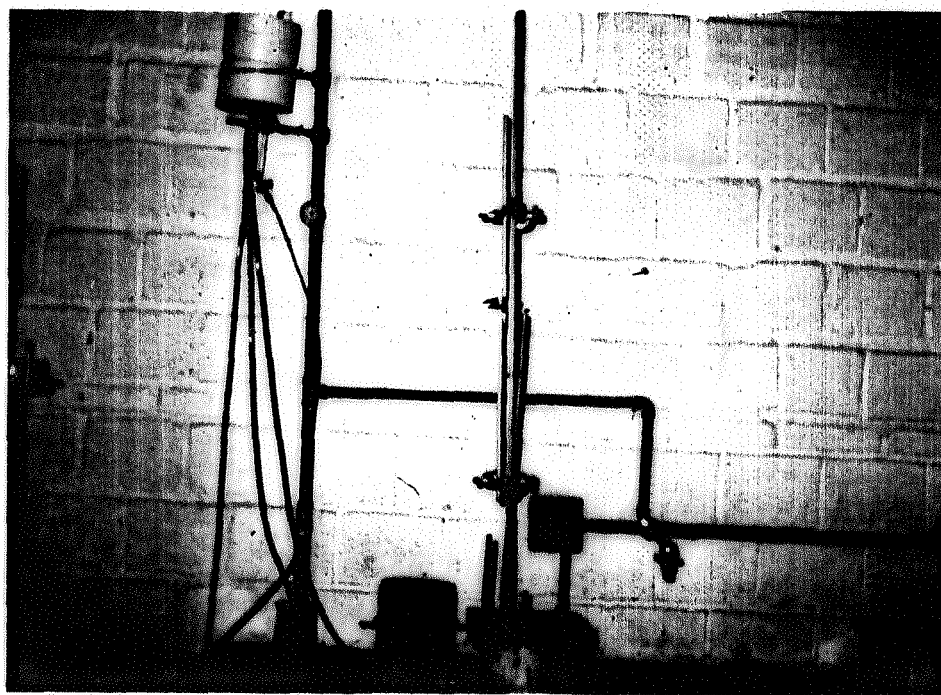
3. Cilindro de PVC utilizado para retirar amostras de camada impermeável.



4. Equipamento utilizado na retirada das amostras de camada impermeável e sua disposição a campo.



5. Saturação das amostras de camada impermeável.



6. Permeômetro de carga variável utilizado nas determinações da condutividade hidráulica das amostras de camada impermeável.

### 3.6.1. Evapotranspiração Média dos Locais de Amostragem

Uma das dificuldades encontradas neste trabalho, foi determinar a evapotranspiração média dos diversos locais de amostragem utilizados na aplicação do modelo.

Quando se trata de pluviometria, a precipitação média pode ser determinada de várias maneiras, sendo os polígonos de Thiessem e o método das isoietas as mais usuais. Entretanto, não se encontrou nenhuma referência quanto a métodos mais aprimorados de cálculo de evapotranspiração média.

Em situação semelhante, ROCHEDO (1979) considerou como evapotranspiração média da região climática Depressão Central, o resultado obtido através da média aritmética da evapotranspiração de três localidades situadas na referida região. Na solução adotada neste trabalho, procurou-se obter uma maior precisão e sensibilidade quanto à distribuição espacial e temporal desta grandeza. Assim, verificou-se haver estreita relação entre as estimativas desta variável, verificadas por BELTRAME & CAUDURO (1987) e as temperaturas médias mensais dos locais de amostragem, obtidas a partir de BURIOL et alii (1979), conforme se pode observar no quadro 3.2.

Neste último trabalho, os autores traçaram as cartas mensais das temperaturas médias do Rio Grande do Sul, obtendo isotermas a partir das temperaturas normais das diversas localidades e de estimativas das mesmas, oriundas de regressões múltiplas geradas em função da latitude e altitude.

Quadro 3.2 - Coeficientes de correlação entre a evapotranspiração calculada ( $ET_o$ ) e temperatura média ( $T_m$ ) das localidades de referência.

LOCALIDADE MÊS	JAGUARÃO		GUAÍBA		STA.VITÓRIA DO PALMAR	
	$ET_o$ (mm)	$T_m$ (°C)	$ET_o$ (mm)	$T_m$ (°C)	$ET_o$ (mm)	$T_m$ (°C)
Janeiro	169,5	23,5	174,6	24,5	160,3	22,5
Fevereiro	138,8	22,5	145,6	23,5	127,7	21,5
Março	114,2	21,5	118,7	22,5	104,3	20,5
Abril	70,8	18,5	79,2	19,5	72,2	17,5
Maió	45,5	14,5	53,6	16,5	46,4	14,5
Junho	32,3	12,5	38,1	13,5	33,3	11,5
Julho	34,4	11,5	40,6	13,5	34,6	11,5
Agosto	52,6	12,5	55,9	14,5	48,9	11,5
Setembro	78,0	14,5	88,4	15,5	74,3	13,5
Outubro	117,4	16,5	125,3	17,5	102,2	15,5
Novembro	152,9	19,5	155,4	20,5	134,2	18,5
Dezembro	177,9	21,5	174,8	22,5	153,7	20,5
COEF. CORRELAÇÃO (r)	0,890 <sup>++</sup>		0,887 <sup>++</sup>		0,904 <sup>++</sup>	

<sup>++</sup> Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Nas figuras 2, 3, 4, 5 e 6 se pode visualizar as isoterms dos principais meses onde se efetua a irrigação do arroz no Rio Grande do Sul, bem como as localidades que serviram de base para o cálculo da evapotranspiração da região e os diversos locais de amostragem.



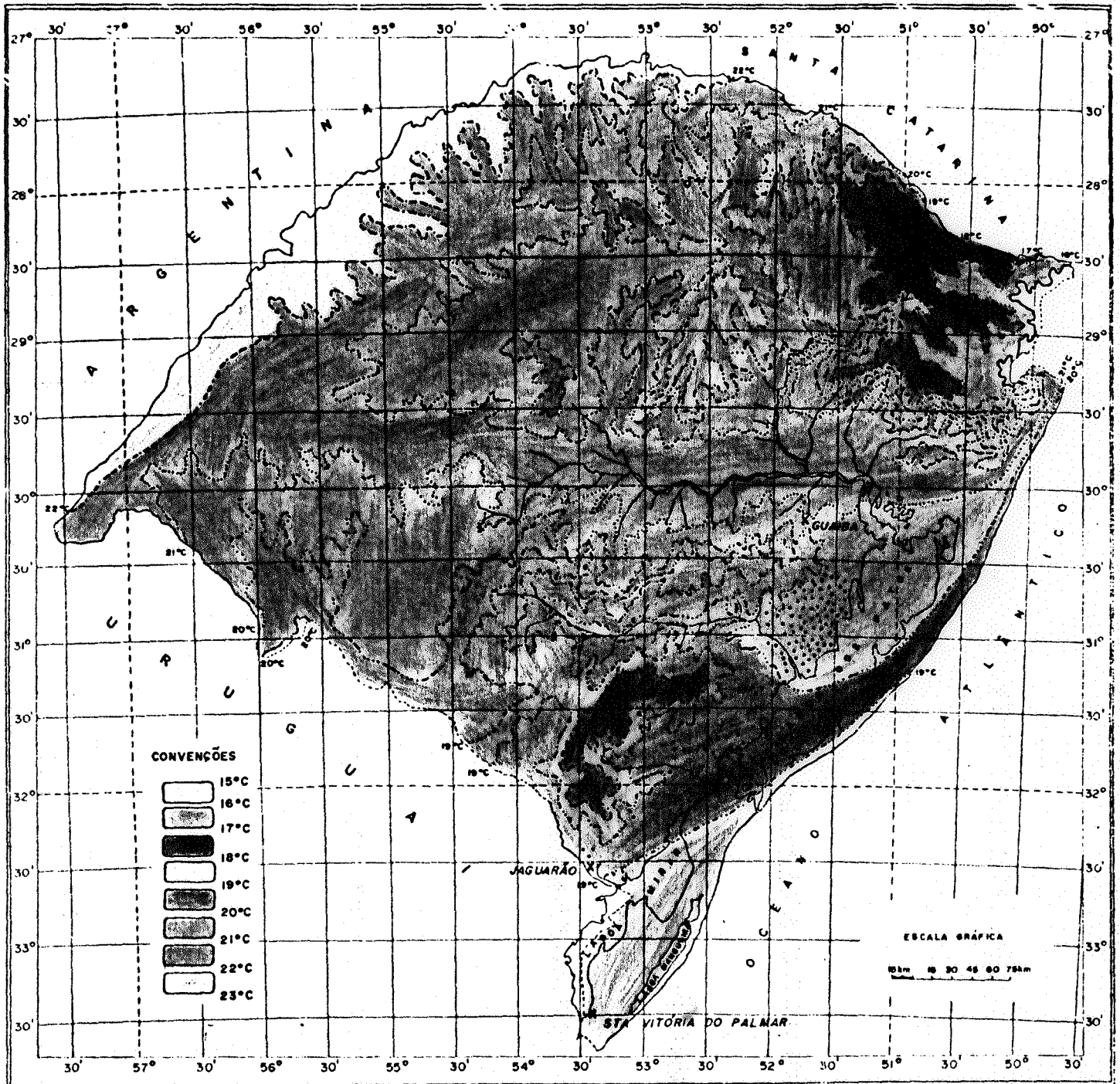


Figura 2 Temperaturas médias do ar, para NOVEMBRO.

Fonte: BURIOL, Galileo A. et alii. 1979. Climas mensais e anuais das temperaturas médias, das médias das temperaturas máximas e das médias das temperaturas mínimas do estado do Rio Grande do Sul. *Revista do Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2, mar. Supl., Fig. 2.*

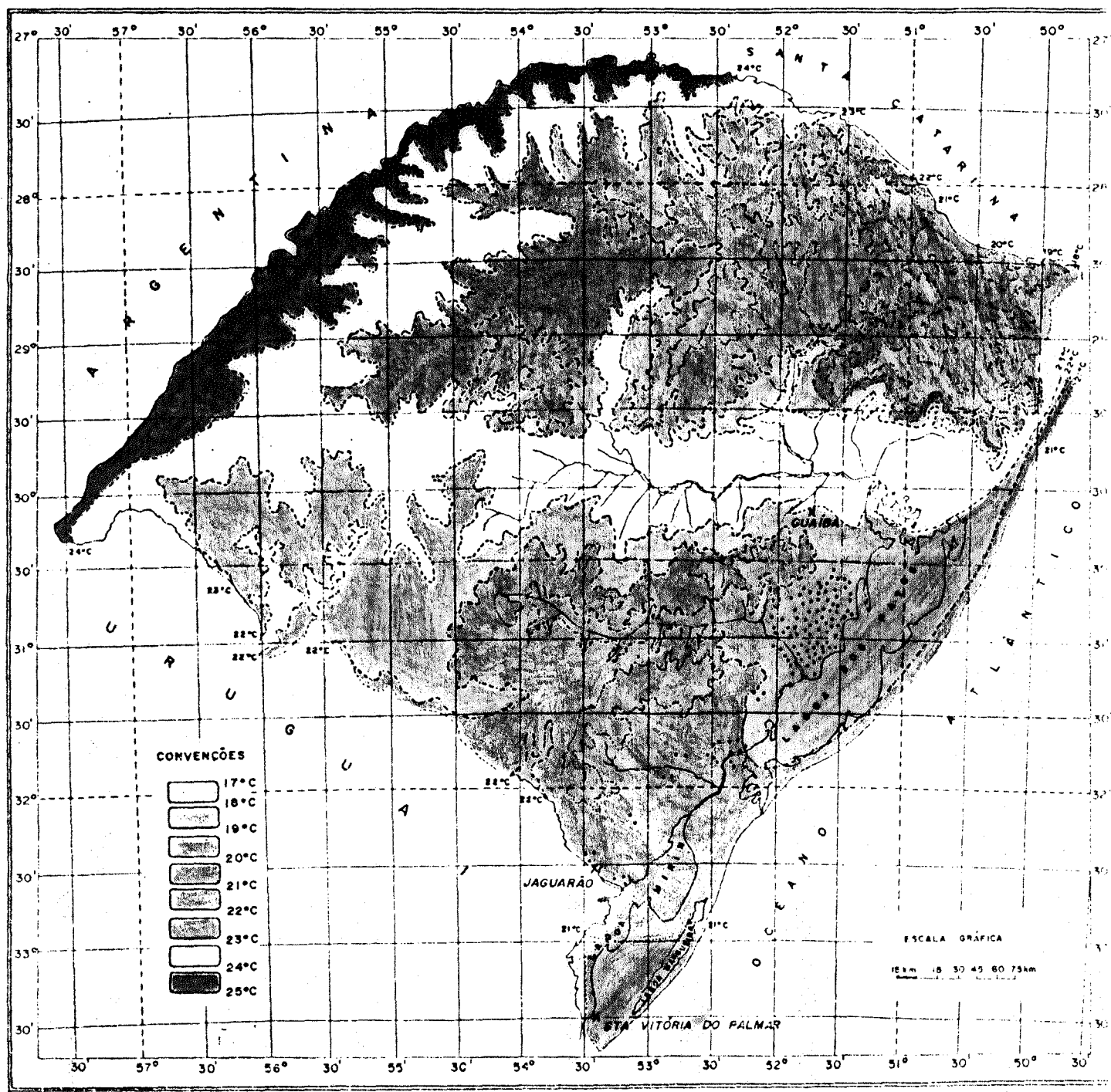


Figura 3. Temperaturas médias do ar, para DEZEMBRO.

Fonte: BURIOL, Galileo A. et alii 1979. Cartas mensais e anuais das temperaturas médias, das médias das temperaturas máximas e das médias das temperaturas mínimas do estado do Rio Grande do Sul. *Revista do Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 9, mar. Supl., Fig. 2.*

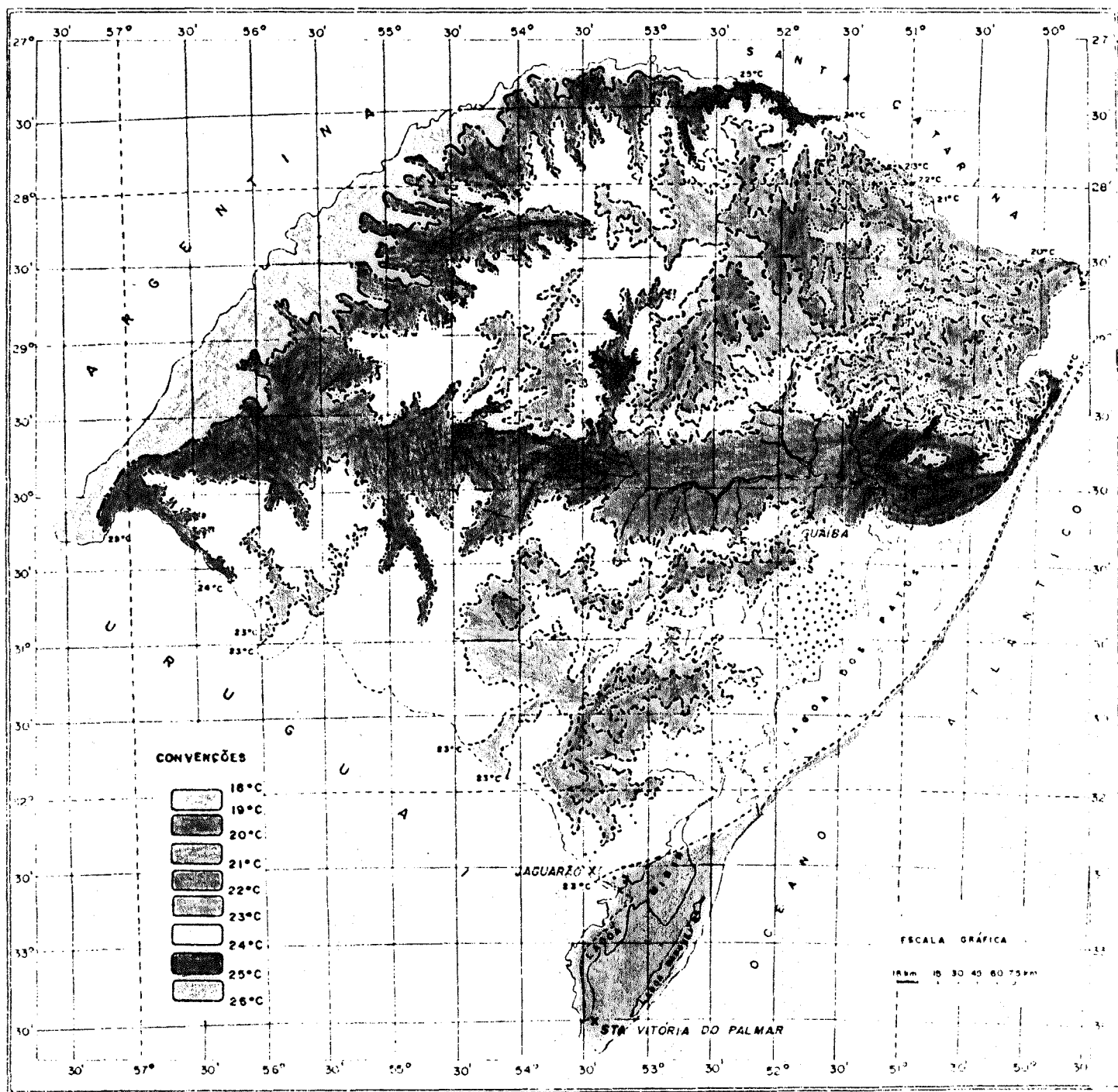


Figura 4. Temperaturas médias do ar, para JANEIRO.

Fonte: BURIOL, Galileo A et alii 1979 Cartas mensais e anuais das temperaturas médias, das médias das temperaturas máximas e das médias das temperaturas mínimas do estado do Rio Grande do Sul. Revista do Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2, mar. Supl, Fig 2

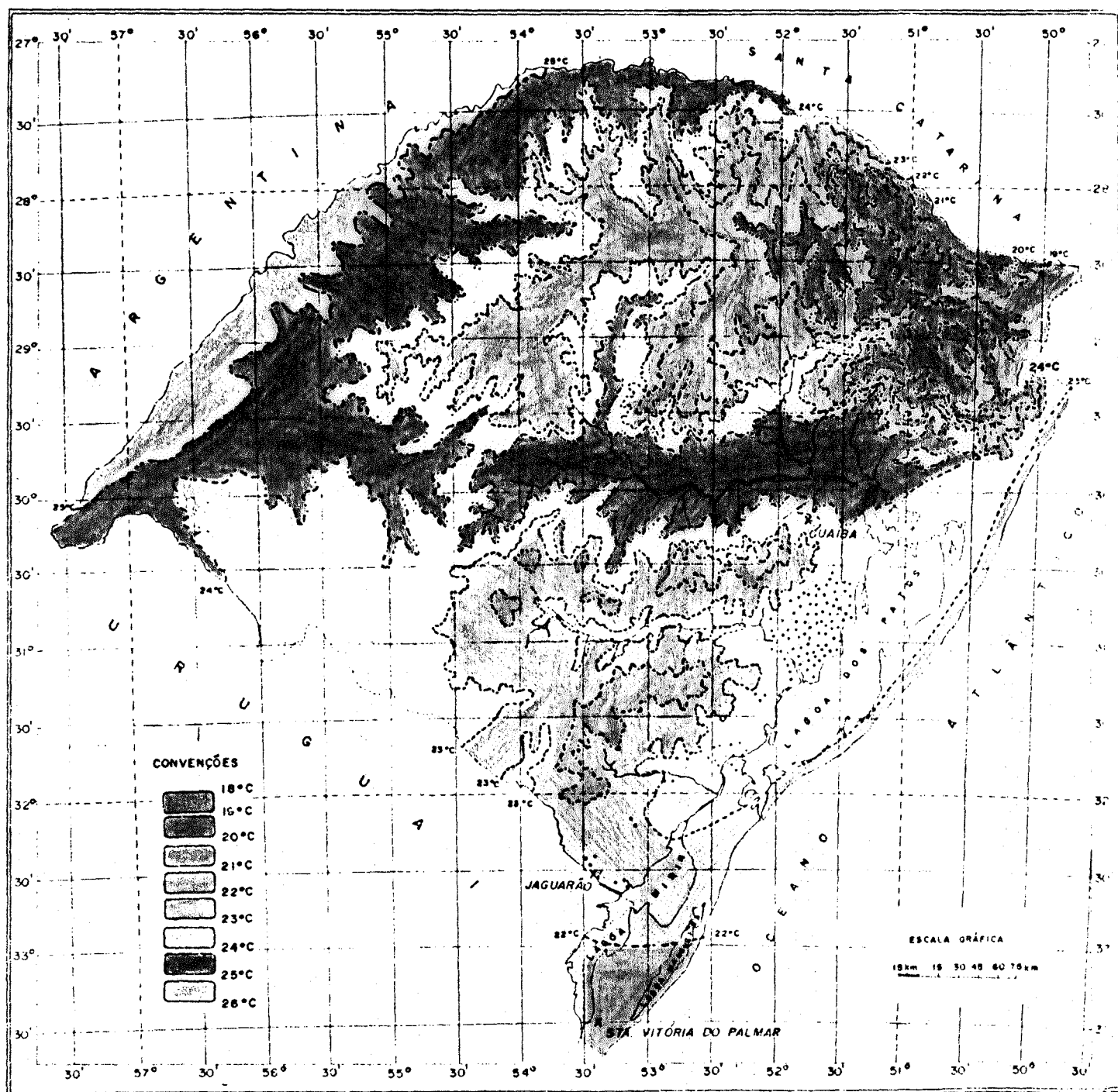


Figura 5. Temperaturas médias do ar, para FEVEREIRO.

Fonte: BURIOL, Galileo A. et alii 1979. Cortes mensais e anuais das temperaturas médias, das médias das temperaturas máximas e das médias das temperaturas mínimas do estado do Rio Grande do Sul. Rev. Ig. 49. Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2, mar. Supl. Fig. 2

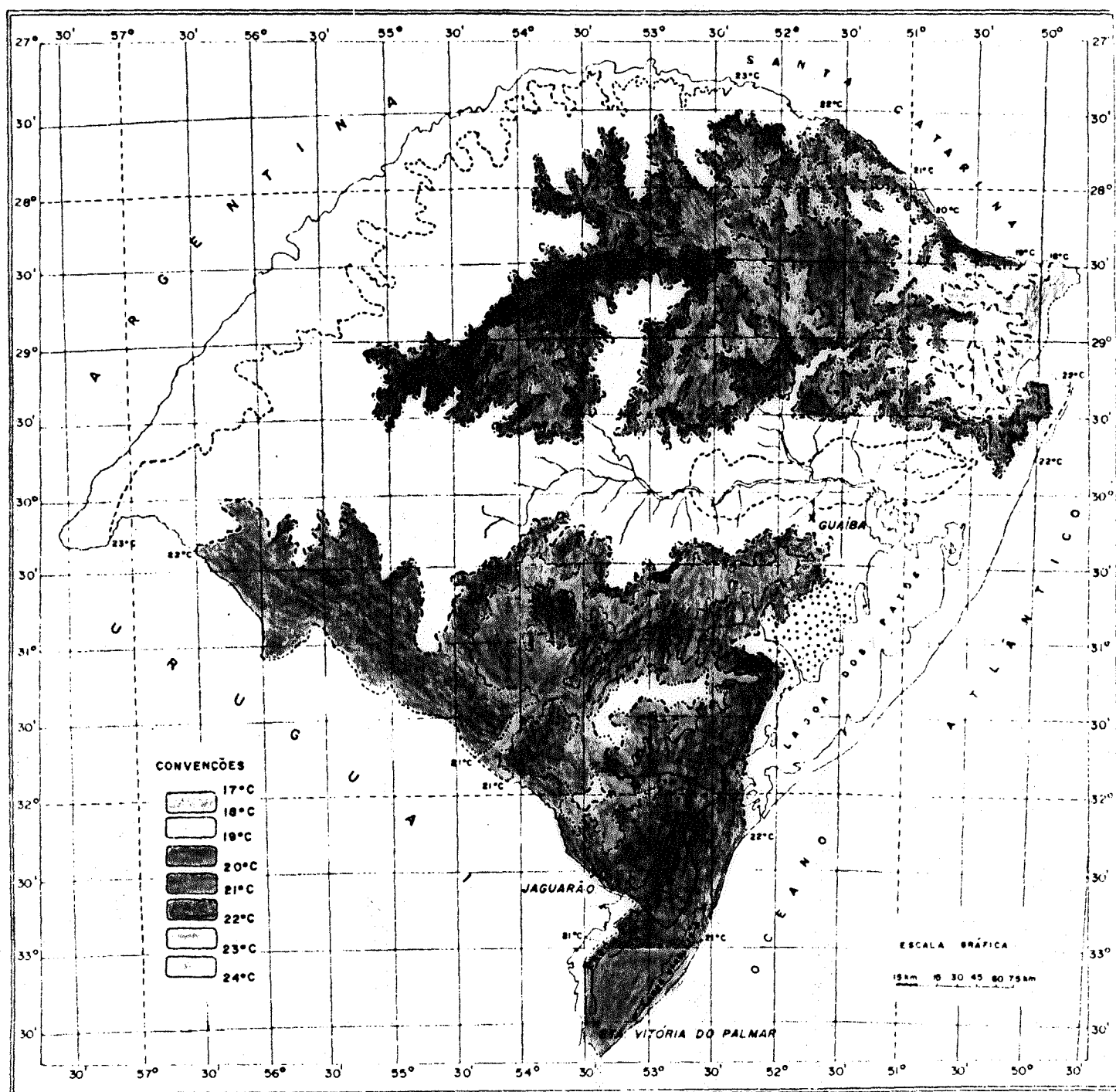


Figura 6. Temperaturas médias do ar, para MARÇO.

Fonte: BURIOL, Galileo A et alii. 1979. Cartas mensais e anuais das temperaturas médias, das médias das temperaturas máximas e das médias das temperaturas mínimas do estado de Rio Grande do Sul. *Revista do Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2, mar. Supl., Fig 2.*

Conforme se pode observar a partir das figuras e do quadro 3.3, onde estão apresentadas as temperaturas médias mensais dos três locais de referência, estas sempre se situam em áreas térmicas com níveis distintos, uma imediatamente superior à outra.

Quadro 3.3 - Temperaturas médias mensais das localidades de referência, no período de irrigação do arroz no Rio Grande do Sul.

LOCALIDADE \ MÊS	TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAS (°C)				
	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR
GUAÍBA	20-21	22-23	24-25	23-24	22-23
JAGUARÃO	19-20	21-22	23-24	22-23	21-22
STA. VITÓRIA DO PALMAR	< 19	< 21	< 23	< 22	< 21

Assim, baseados nesta constatação, agrupou-se os locais de amostragem em função de suas temperaturas médias, estabelecendo-se como referência mensal da evapotranspiração calculada de cada grupo obtido, a localidade situada na área térmica de mesmo nível. Em outras palavras, considerou-se que todos os locais, tanto de amostragem como de referência, situados em áreas térmicas de mesmo nível, deverão possuir a mesma demanda evapotranspirativa.

Desta forma, a partir da distribuição geográfica das temperaturas médias mensais, obteve-se 5 grupos isotérmicos distintos, conforme apresentado no quadro 3.4.

Quadro 3.4 - Evapotranspiração calculada pelo método de Penman (ETo) dos grupos isotérmicos verificados na região de interesse, nos meses de irrigação do arroz.

GRUPO	LOCAIS DE AMOSTRAGEM	N O V			D E Z			J A N			F E V			M A R		
		Tm (°C)	Referên cia	ETo (mm)	Tm (°C)	Referên cia	ETo (mm)	Tm (°C)	Referên cia	ETo (mm)	Tm (°C)	Referên cia	ETo (mm)	Tm (°C)	Referên cia	ETo (mm)
1	82	20-21	GUA <sup>1</sup>	155,4	22-23	GUA	174,8	23-24	JAG	169,5	23-24	GUA	145,6	22-23	GUA	118,7
2	16	19-20	JAG <sup>2</sup>	152,9	21-22	JAG	177,9	23-24	JAG	169,5	23-24	GUA	145,6	21-22	JAG	114,2
3	5	19-20	JAG	152,9	21-22	JAG	177,9	23-24	JAG	169,5	22-23	JAG	138,8	21-22	JAG	114,2
4	3	19-20	JAG	152,9	22-23	GUA	174,8	23-24	JAG	169,5	23-24	GUA	145,6	21-22	JAG	114,2
5	3	< 19	SVP <sup>3</sup>	134,2	21-22	JAG	177,9	< 23	SVP	160,3	22-23	JAG	138,8	21-22	JAG	114,2

<sup>1</sup> GUAÍBA

<sup>2</sup> JAGUARÃO

<sup>3</sup> SANTA VITÓRIA DO PALMAR



### 3.7. Determinação do Coeficiente da Cultura

Para relacionar a evapotranspiração calculada com a evapotranspiração máxima de uma cultura de interesse, é necessário que se conheça o coeficiente da cultura ( $K_c$ ), fator adimensional que relaciona os componentes do sistema solo-água-planta.

Assim, com a finalidade de calcular este coeficiente, comparou-se resultados experimentais de medições de evapotranspiração, com estimativas desta grandeza, obtidas para o mesmo período de tempo.

O experimento no qual foram realizadas as medições de evapotranspiração da cultura de arroz, realizado por SACHET (1979), utilizou a variedade Bluebelle e foi efetivado na Estação Experimental do Instituto Rio-Grandense do Arroz, localizada no município de Cachoeirinha e abrangeu o período de 5/12/76 a 26/3/77, totalizando 112 dias de irrigação contínua.

Para o mesmo período, a evapotranspiração foi estimada a partir de dados meteorológicos oriundos da estação classe "A" situada no mesmo local do experimento. Assim, utilizando os valores médios destes dados, nos diversos subperíodos de desenvolvimento da cultura, calculou-se a evapotranspiração pelo método de Penman, através da seguinte expressão:

$$ET_o = \frac{\frac{\Delta}{\gamma} \frac{R_n}{59} + E_a}{\frac{\Delta}{\gamma} + 1}$$

em que:

ET = evapotranspiração calculada pelo método Penman ( $\text{mm} \cdot \text{dia}^{-1}$ );

$\Delta$  = coeficiente angular da curva que relaciona pressão de saturação e temperatura ( $\text{mb} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ );



$\gamma$  = constante psicométrica ( $0,485 \text{ mb.}^\circ\text{C}^{-1}$ );

$R_n$  = radiação líquida ( $\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ );

$E_a$  = termo aerodinâmico ( $\text{mm.dia}^{-1}$ ).

O termo aerodinâmico, função da umidade relativa do ar e velocidade do vento, foi calculado através da expressão proposta por KIDNE (1974), ou seja:

$$E_a = 0,35 (e_a - e_d) (1 + 0,54 U_2)$$

em que:

$e_a$  = pressão de saturação do vapor à temperatura do ar (mmHg);

$e_d$  = pressão de vapor do ar (mmHg);

$U_2$  = velocidade do vento a 2m de altura ( $\text{m.s}^{-1}$ ).

A radiação líquida foi estimada a partir da expressão obtida por BELTRAME & FIETZ (1986):

$$R_n = 0,65 R_s - 23,42 (r=0,986)$$

em que:

$R_n$  = radiação líquida ( $\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ );

$R_s$  = radiação solar global ( $\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ).

Neste trabalho foram confrontados dados diários de radiação líquida e radiação solar global, obtidos em saldo-radiômetro e actinógrafo, respectivamente, instalados na Estação Experimental do Arroz, em Cachoeirinha. Os autores recomendam que esta expressão seja utilizada para gerar dados de radiação líquida em Cachoeirinha, cidades próximas e localidades com igual latitude.

### 3.8. Utilização de Modelação Analógica

Na aplicação da modelação analógica, assumiu-se o protótipo formado por solos homogêneos e isotrópicos. Como comprimento da seção transmissora do fluxo lateral, considerou-se a extensão formada pelo comprimento da base da última taipa da lavoura (0,8m) e uma distância equivalente ao dobro desta, situada à direita e à esquerda da mesma, perfazendo, portanto, um comprimento total de 4,0m.

Na Figura 7 estão apresentadas as relações matemáticas, a formulação teórica e a equação básica da analogia com papel condutor para escoamento em seção, que foi utilizada no cálculo da percolação horizontal em lavouras de arroz inundado. Conforme se pode observar, esta equação básica foi estabelecida a partir da aplicação da lei de Darcy e de Ohm, respectivamente no protótipo e no modelo.

Na confecção do modelo, utilizou-se como meio condutor papel Teledeltos, recortado com forma geométrica semelhante ao do protótipo, na escala 1:10, sendo desprezada a pequena anisotropia que normalmente se verifica neste material.

No modelo, as superfícies equipotenciais foram simuladas com metal condutor, utilizando-se para este fim latão polido, firmemente conectado ao papel. Após, aplicou-se sobre estas superfícies uma tensão de 12 volts, empregando-se como fonte de energia um conjunto de pilhas comuns de 1,5 volt, efetivando-se a leitura da intensidade da corrente através do modelo, por meio de um amperímetro de precisão.

Considerou-se como profundidade da seção transmissora, aquela equivalente à profundidade da camada impermeável do solo. Como esta profundidade variou nos locais de amostragem entre 1,0 e 0,35m, os ensaios da modelação foram efetivados para cada uma das onze profundidades observadas. As

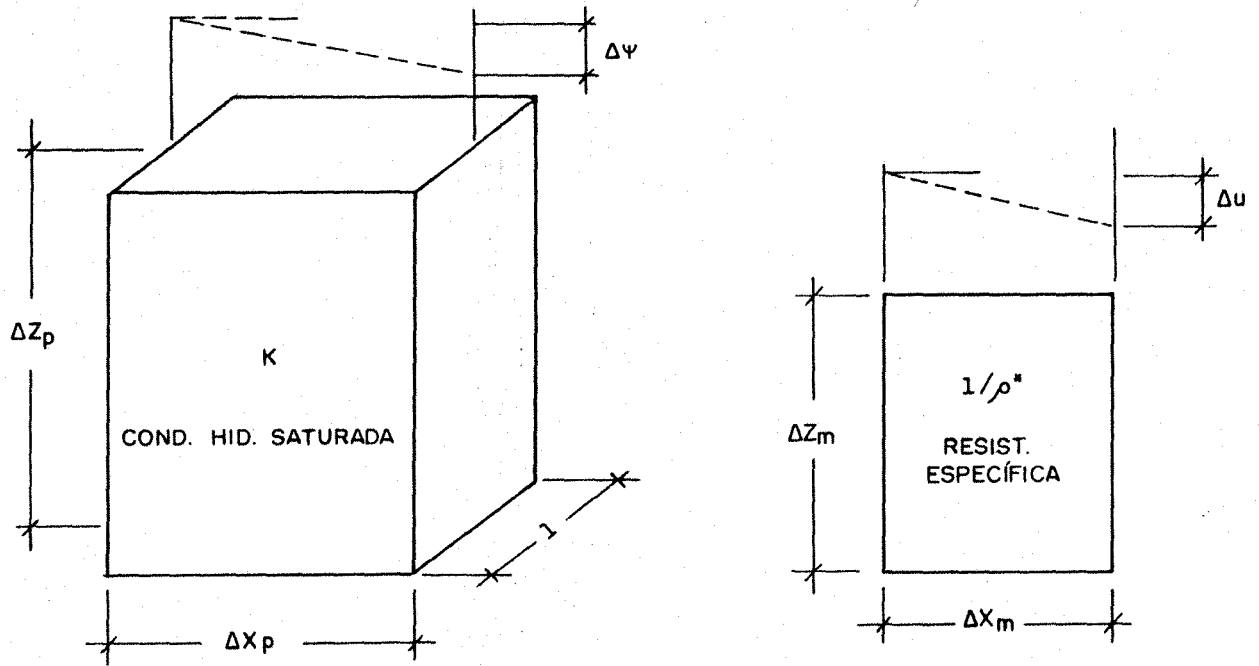
sim, com auxílio de um estilete e uma régua, foi-se cortando o papel condutor na sua extremidade horizontal inferior, com a finalidade de ajustar o modelo a todas as variações verificadas no protótipo.

Paralelamente às leituras de intensidade de corrente, determinou-se a resistência específica do papel ( $\rho^*$ ). Com este objetivo, mediu-se a resistência elétrica de uma lâmina retangular com área útil de  $72\text{cm}^2$ , apresentando comprimento igual ao dobro da largura, isto é, com lados de  $12 \times 6\text{cm}$ .

Assim, tomou-se um retângulo de  $13 \times 6\text{cm}$ , recortado do mesmo rolo de papel condutor, e recobriu-se  $0,5\text{cm}$  das extremidades verticais opostas com o metal condutor, resultando na área útil anteriormente referida.

Portanto, obteve-se assim, dois quadrados justapostos do material condutor. Considerando a espessura do papel constante, a resistência específica do mesmo foi obtida da metade da leitura da resistência do papel condutor, medida segundo a direção maior.

Na figura 8 e na fotografia 7 pode-se visualizar o esquema de funcionamento do modelo analógico, enquanto na figura 9 está representada a metodologia utilizada para medir a resistência específica do papel condutor.



PROTÓTIPO	MODELO
$q = \Delta Z_p \cdot K \cdot \frac{\Delta \psi}{\Delta X_p}$	$I = \Delta Z_m \cdot (1/\rho^*) \cdot \frac{\Delta u}{\Delta X_m}$

EQUAÇÃO BÁSICA

$$\frac{q}{I} = K \cdot \rho^* \cdot \frac{\Delta \psi}{\Delta u}$$

Figura 7 . Bases matemáticas da analogia com papel condutor para fluxo em seção

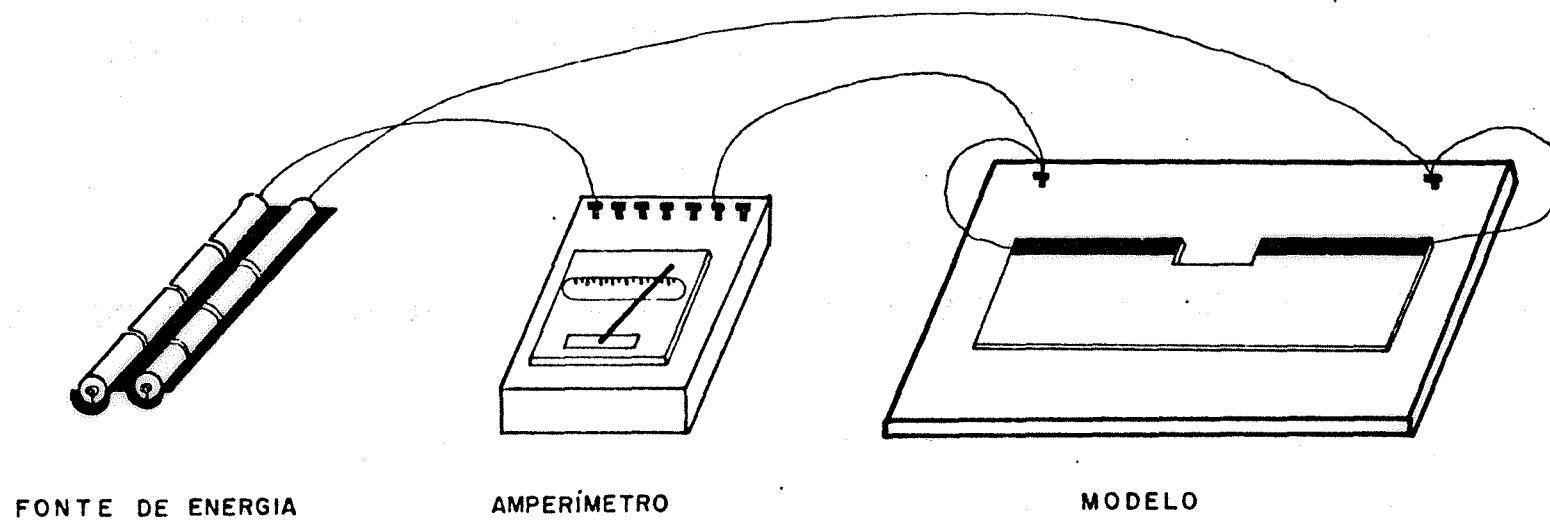
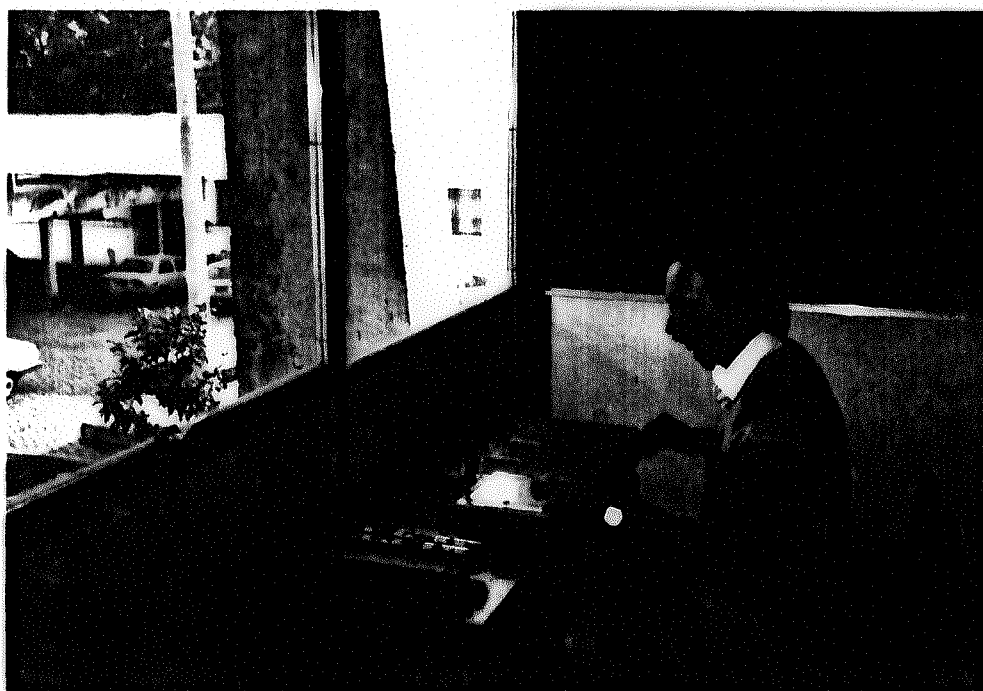


FIG. - 8 - ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DA MODELAÇÃO ANALÓGICA.



7. Disposição e esquema de funcionamento da modelação analógica.

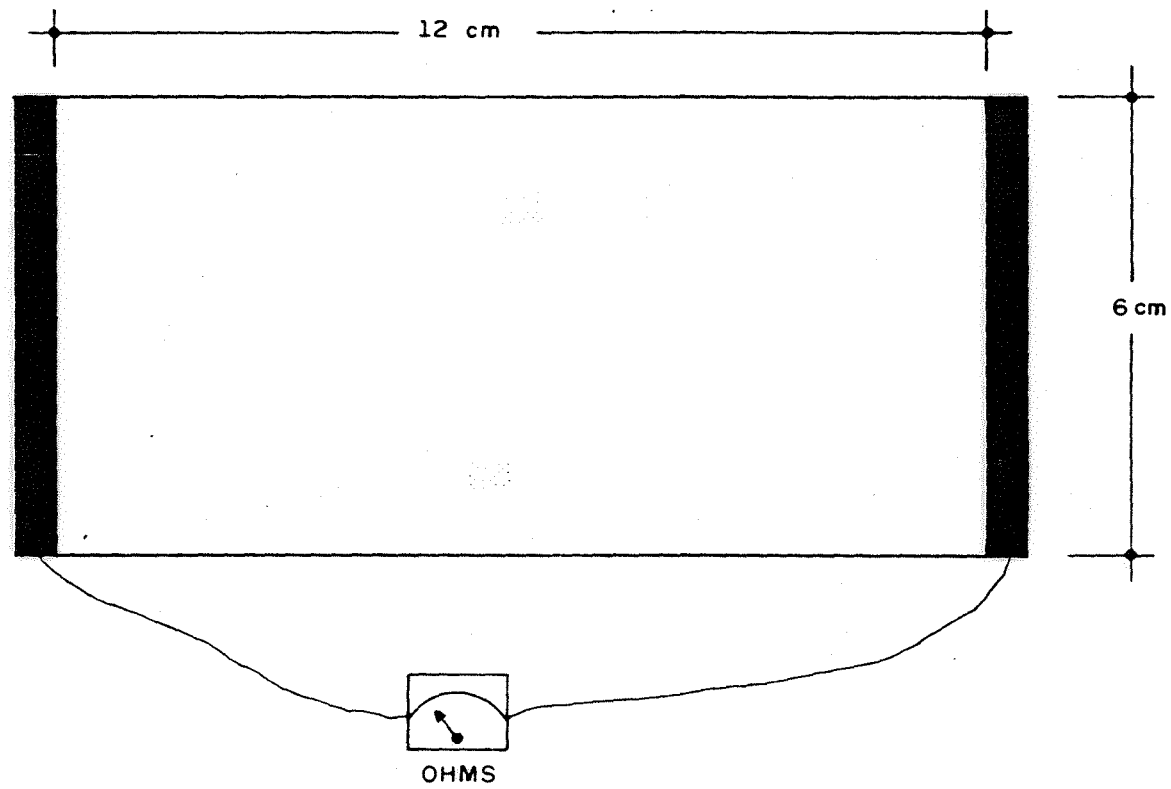


Fig. 9. - Medição da resistência específica do papel condutor

CAPÍTULO 4

---

RESULTADOS OBTIDOS

---



#### 4.1. Modelo Proposto

A partir da expressão geral e do balanço hídrico aplicado ao sistema radicular de uma cultura irrigada, estabeleceu-se um modelo matemático que se propõe estimar as necessidades hídricas para o caso particular de lavouras de arroz irrigadas por inundação contínua. Este modelo foi obtido a partir de algumas simplificações e condições previamente estabelecidas, adaptadas ao método de irrigação e à cultura de interesse, isto é:

- o termo  $\Delta W$  deverá representar a lâmina d'água necessária para saturar o solo, devendo-se ainda incluir o componente lâmina superficial (L);
- a ascensão capilar (G) pode ser tomada como nula, uma vez que, estando o solo saturado, não existe o componente matricial do potencial da água no solo;
- o componente escoamento superficial ( $S_R$ ) pode ser considerada nula, pois a lâmina d'água superficial deve ser contida entre as taipas, sendo desprezível o fluxo através das mesmas;
- faz-se necessário acrescentar o componente percolação horizontal (QL), representando o fluxo subsuperficial que escoar lateralmente para fora da área da lavoura.

Assim, a partir das considerações, obteve-se a seguinte expressão:

$$I = \Delta W + L + D_p + ET_m + QL - P$$

em que:

- P = precipitação pluviométrica (mm);  
 I = irrigação (mm);  
 $\Delta W$  = lâmina necessária para saturar o solo (mm);  
 L = lâmina superficial (mm);  
 Dp = drenagem profunda (mm);  
 ETm = evapotranspiração máxima da cultura (mm);  
 QL = percolação horizontal (mm).

As variáveis deste modelo matemático estão baseadas nas propriedades físicas e hidrológicas do solo, manejo da água na lavoura e nas condições climáticas existentes na região em estudo, estabelecidas a partir de fundamentações que serão apresentadas a seguir.

#### 4.1.1. Saturação do Solo

No cálculo da lâmina d'água necessária para saturar o solo, estabeleceu-se a seguinte expressão:

$$\Delta W = (\theta_s - \theta_i) \cdot PE$$

em que:

- $\Delta W$  = lâmina de saturação (mm);  
 $\theta_s$  = umidade de saturação ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ );  
 $\theta_i$  = umidade do solo no início da irrigação ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ );  
 PE = profundidade efetiva do solo (mm).

Considerou-se como profundidade efetiva a espessura do solo até o início da camada impermeável, enquanto a umidade de saturação foi assumida como equivalente ao volume da porosidade média da mesma camada do solo, expressa em  $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ .

Através do exame de 21 amostras coletadas no período correspondente ao início da irrigação do arroz no Rio Grande do Sul (outubro e novembro), estabeleceu-se como umidade inicial do solo, a equivalente a um potencial situado

entre 0,1 e 0,3 atm, ou mais precisamente, 0,26. Conforme se pode observar no Quadro 4.1, a grande maioria dos valores de potencial de água no solo estão no referido intervalo, enquanto 0,26 atm representa a média de todos os locais examinados.

Assim, este valor bem próximo à capacidade de campo foi considerado como o potencial matricial da água no solo no início da irrigação e, a partir das curvas características dos demais locais de amostragem, buscou-se a umidade equivalente a esta tensão, assumindo-se como valor de toda a camada de saturação, a média obtida nas duas profundidades de coleta (20 e 40cm).

Deve-se ressaltar, que estes valores adotados de umidade inicial do solo são coerentes com as condições de relevo e topografia do Planossolo Pelotas e, principalmente, com as altas taxas de precipitação que normalmente ocorrem no Estado no referido período.

QUADRO 4.1 - Potencial matricial da água no solo relativo à unidade de coleta do Planossolo Pelotas nos meses de início da irrigação do arroz no Rio Grande do Sul.

FONTE: CAUDURO & BELTRAME (1982)

LOCAL	DATA DE COLETA	MUNICÍPIO	Unidade Volumétrica ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ )		Potencial (atm)		Potencial médio do perfil (atm)
			PROFUNDIDADE (cm)				
			0-20	21-40	0-20	21-40	
5	5/10/83	Pelotas	0,29	0,27	0,20	0,20	0,20
6	5/10/83	Pelotas	0,25	0,26	0,50	0,10	0,30
17	26/10/83	Pelotas	-	0,32	-	0,20	0,20
18	28/10/83	Pelotas	0,26	-	0,20	-	0,20
19	28/10/83	Pelotas	0,29	0,26	1,10	0,80	0,95
20	28/10/83	Pelotas	0,28	-	0,30	-	0,30
21	28/10/83	São Lourenço do Sul	0,36	0,32	0,10	0,10	0,10
23	16/11/83	Jaguarão	0,31	0,26	0,10	0,10	0,10
24	18/11/83	Pelotas	-	0,26	-	0,10	0,10
25	18/11/83	Pelotas	0,27	0,30	0,70	0,20	0,45
28	17/11/83	Pelotas	0,28	-	0,30	-	0,30
29	17/11/83	Jaguarão	0,27	0,23	0,10	0,10	0,10
30	16/11/83	Jaguarão	0,22	0,23	0,10	0,30	0,20
31	18/11/83	Jaguarão	0,29	0,29	0,10	0,10	0,10
32	23/11/83	Pelotas	-	0,25	-	0,50	0,50
33	23/11/83	Pelotas	0,23	-	0,20	-	0,20
35	23/11/83	Pelotas	0,29	0,26	0,10	0,10	0,10
37	24/11/83	Pelotas	0,20	0,23	0,80	0,20	0,50
38	24/11/83	São Lourenço do Sul	0,30	0,22	0,10	0,20	0,15
42	25/11/83	Arroio Grande	0,30	-	0,40	-	0,40
43	25/11/83	Arroio Grande	0,24	-	0,10	-	0,10
MÉDIA	-	-	0,27	0,26	0,31	0,22	0,26

#### 4.1.2. Lâmina Superficial

As lâminas correntemente adotadas e recomendadas no Rio Grande do Sul variam entre 5 e 15cm (EMBRAPA, 1974 ; EMBRAPA, 1975) e são função das variedades cultivadas, equidistância entre taipas e grau de infestação de ervas daninhas da lavoura.

Segundo PEDROSO (1982), a lâmina deve ser a menor possível, principalmente para as cultivares de porte baixo ou médio, que, segundo o ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ARROZ (1982), ocupam mais de 90% da área cultivada com arroz nos onze municípios que apresentam o Planossolo Pelotas.

Desta maneira, seguindo as recomendações dos órgãos de Pesquisa e Extensão, adotou-se para efeito de aplicação do modelo, lâmina superficial no valor de 10cm, coerente com as condições de solo, topografia e porte das cultivares utilizadas na região de interesse.

#### 4.1.3. Drenagem Profunda

Na irrigação de uma lavoura de arroz, o componente drenagem profunda, isto é, a água que se perde além do horizonte A por fluxo vertical, pode ser expressa da seguinte forma:

$$D_p = K \cdot \frac{\Delta\Psi}{\Delta L}$$

em que:

$$\begin{aligned} D_p &= \text{drenagem profunda (mm.dia}^{-1}\text{)}; \\ K &= \text{condutividade hidráulica saturada do meio} \\ &\quad \text{condutor (mm.dia}^{-1}\text{)}; \end{aligned}$$

$\Delta\Psi / \Delta L =$  gradiente hidráulico (-).

Conforme se pode observar na expressão acima, o fluxo percolado é função direta da condutividade e do gradiente hidráulico, este representando a razão da diferença de carga hidráulica no início e final da camada transmissora e a espessura da mesma. Por este motivo, é de fundamental importância definir com clareza o parâmetro camada transmissora.

Neste trabalho, considerou-se o solo formado por duas camadas distintas, ou seja: camada superficial (horizonte A) e camada impermeável (horizontes B e C), ambas assumidas como homogêneas e isotrópicas para cada um dos locais.

Com a finalidade de verificar a influência da camada superficial no fluxo percolado, o componente drenagem profunda foi determinado de duas maneiras distintas, ambas considerando a superfície piezométrica situada no final da camada impermeável e assumindo a inexistência de pressão capilar na mesma.

Na primeira forma de cálculo, assumiu-se somente a camada impermeável como transmissora. Neste caso, o fluxo de corrente da drenagem profunda foi estabelecido pela seguinte expressão:

$$D_p = K_v \cdot \frac{\Delta\Psi}{\Delta L}$$

em que:

$$\frac{\Delta\Psi}{\Delta L} = \frac{ES + PE + L}{ES}$$

sendo:

$K_v$  = condutividade hidráulica saturada da camada impermeável ( $\text{mm.dia}^{-1}$ );

$ES$  = espessura da camada impermeável (mm);

$PE$  = profundidade efetiva do solo (mm);

$L$  = lâmina superficial (mm).

No segundo método de cálculo deste componente, estabeleceu-se como camada transmissora a totalidade dos horizontes formadores do solo, isto é, a espessura composta pela profundidade efetiva e a camada impermeável. Esta situação expressa o caso de fluxo subsuperficial em solos estratificados. Nesta situação deve-se aplicar a lei de Darcy a cada camada de solo, ou considerar um perfil único, utilizando-se então o conceito de condutividade hidráulica aparente, que representa a média harmônica das condutividades das camadas estratificadas, ou seja:

$$K_A = \frac{PE + ES}{\frac{PE}{K_H} + \frac{ES}{K_V}}$$

em que:

$K_A$  = condutividade hidráulica saturada do perfil do solo ( $\text{mm.dia}^{-1}$ ).

Então, o fluxo de percolação vertical no segundo método de cálculo expressa-se da seguinte maneira:

$$D_p = K_A \frac{\Delta \Psi}{\Delta L}$$

em que:

$$\frac{\Delta \Psi}{\Delta L} = \frac{L + PE + ES}{ES + PE}$$

Deve-se observar que, em função do manejo d'água consi

derado, o valor do gradiente hidráulico varia de um mínimo, quando o solo atinge sua capacidade de campo, a um máximo, após a lâmina superficial estar completamente formada, por ocasião do 15º dia de irrigação.

#### 4.1.4. Evapotranspiração Máxima da Cultura

A demanda evapotranspirativa da cultura foi calculada através da expressão proposta por DOORENBOS & PRUITT (1976), utilizando-se a terminologia sugerida por PERRIER (1985), ou seja:

$$ET_m = E_{To} \times K_c$$

em que:

$ET_m$  = evapotranspiração máxima da cultura ( $\text{mm.dia}^{-1}$ );

$E_{To}$  = Evapotranspiração calculada pelo método de Penman ( $\text{mm.dia}^{-1}$ );

$K_c$  = coeficiente da cultura do arroz irrigado (-).

No quadro 4.2 são apresentados os valores do termo  $K_c$ , nas diferentes fases e períodos de desenvolvimento da cultura, obtidos a partir da aplicação da metodologia anteriormente descrita.

O cálculo foi efetivado a partir do manejo estabelecido no ítem 3.3, ou seja: 102 dias de irrigação contínua, estipulando-se como data de início e fim da operação, respectivamente, os dias 21 de novembro e 2 de março.

Além disso, utilizou-se dois valores do termo  $K_c$ , isto é, os valores médios obtidos nos períodos vegetativo (1,6) e reprodutivo (1,7), representando, respectivamente, 50 e 52 dias do período de irrigação.



Quadro 4.2 - Cálculo do coeficiente da cultura do arroz irrigado (Kc) em seus distintos sub-períodos de desenvolvimento.

PERÍODO	DURAÇÃO (dias)	Tm	RHm	ea	ed	Rs	Rn	$\Delta$	$\frac{\Delta}{\bar{y}}$	u2	Ea	ETo	ETo	ETm	Kc (-)
		(°C)	(%)	(mm.Hg)		(cal.cm <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup> )		(mb °C <sup>-1</sup> )	(-)	(m/s)	(mm.dia <sup>-1</sup> )		(mm.per <sup>-1</sup> )		
12 PRIMEIROS DIAS	12	23,8	74,2	22,11	16,41	526,0	319,0	1,27	2,62	1,4	3,5	4,88	58,6	95,2	1,6
12º DIA ATÉ DPF*	30	24,6	76,9	23,20	17,84	480,0	289,0	1,32	2,72	1,2	3,1	4,41	132,4	213,8	1,6
PERÍODO VEGETATIVO	42	24,4	76,1	22,92	17,44	493,0	297,0	1,31	2,70	1,3	3,3	4,56	191,7	309,0	1,6
DPF até FLORAÇÃO	50	26,2	78,0	25,51	19,90	470,0	282,0	1,43	2,95	1,3	3,3	4,40	132,1	279,0	2,1
FLORAÇÃO até MATURAÇÃO	40	25,6	78,1	24,62	19,23	417,0	248,0	1,39	2,86	0,8	2,7	3,81	152,6	214,0	1,4
PERÍODO REPRODUTIVO	70	25,9	78,1	25,06	19,57	440,0	263,0	1,41	2,91	1,0	3,0	4,08	285,9	493,0	1,7

\* diferenciação do primórdio floral (DPF).

Assim, utilizando-se os dados de evapotranspiração calculada (quadros 3.1 e 3.4) e os referidos valores do termo Kc, obteve-se a evapotranspiração máxima da cultura para cada grupo isotérmico verificado anteriormente, conforme apresentado no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 - Evapotranspiração máxima da cultura (ETm) dos grupos isotérmicos verificados na região de interesse.

GRUPO	PERÍODO	DURAÇÃO (dias)	ETo		Kc	ETm		
			(mm.per <sup>-1</sup> )*	(mm.dia <sup>-1</sup> )		(mm.dia <sup>-1</sup> )	(mm.per <sup>-1</sup> )*	(mm.ciclo <sup>-1</sup> )
1	Vegetativo	50	275,7	5,5	1,6	8,8	441,1	910,5
	Reprodutivo	52	276,1	5,3	1,7	9,0	469,4	
2	Vegetativo	50	278,6	5,6	1,6	8,9	445,8	914,5
	Reprodutivo	52	275,7	5,3	1,7	9,0	468,7	
3	Vegetativo	50	278,6	5,6	1,6	8,9	445,8	901,2
	Reprodutivo	52	267,9	5,1	1,7	8,8	455,4	
4	Vegetativo	50	275,7	5,5	1,6	8,8	441,1	909,8
	Reprodutivo	52	275,7	5,3	1,7	9,0	468,7	
5	Vegetativo	50	272,7	5,4	1,6	8,7	436,3	877,1
	Reprodutivo	52	259,3	5,0	1,7	8,5	440,8	

\*mm/período

#### 4.1.5. Percolação Horizontal

Assumiu-se que as perdas laterais deverão se restringir ao fluxo subsuperficial através de uma seção hipotética, formado pelo produto da profundidade da câmara impermeável e a extensão linear da taipa de ronda, função direta da relação perímetro/área da lavoura.

Então, com o objetivo de estabelecer uma relação perímetro/área coerente com as condições reais da região em estudo, examinou-se as superfícies médias das propriedades agrícolas, produtoras de arroz irrigado, situadas nos municípios onde o Planossolo Pelotas se apresenta. Assim, assumiu-se como relação perímetro/área da região, aquela relativa a uma lavoura de formato quadrangular e com superfície equivalente à área média anteriormente referida, estando os resultados obtidos apresentados no Quadro 4.4.

Quadro 4.4 - Relação perímetro/área estabelecida para lavouras situadas nos municípios onde o Planossolo Pelotas ocorre.

MUNICÍPIO	ÁREA MÉDIA (ha)	PERÍMETRO (m)	RELAÇÃO PERÍMETRO/ÁREA (mm.ha <sup>-1</sup> )
ARROIO GRANDE	116,18	4 311,5	37,1
BARRA DO RIBEIRO	47,31	2 751,3	58,1
CAMAQUÃ	65,37	3 234,1	49,5
GUAÍBA	40,52	2 546,2	62,8
JAGUARÃO	249,38	6 316,7	25,3
MOSTARDAS	89,84	3 791,4	42,2
PEDRO OSÓRIO	115,26	4 294,4	37,3
PELOTAS	192,70	5 552,7	28,8
RIO GRANDE	201,40	5 676,6	28,2
STA.VITÓRIA DO PALMAR	248,53	6 305,9	25,4
S.LOURENÇO DO SUL	49,61	2 817,4	56,8
MÉDIA	113,10	4 253,9	37,6

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ARROZ (1982).

Da mesma forma que o componente drenagem profunda, o termo percolação horizontal (QL) foi determinado de duas maneiras distintas. O primeiro método de cálculo desta grandeza, denominado de método simplificado, assumiu como comprimento da seção transmissora do fluxo lateral, a base da última taipa da lavoura. Portanto, aplicando-se a lei de Darcy a esta situação, temos:

$$QL = KH \cdot i \cdot PE \cdot PA \cdot 10^{-1}$$

em que:

- QL = percolação horizontal (mm.dia<sup>-1</sup>);
- KH = condutividade hidráulica horizontal (m.dia<sup>-1</sup>);
- i = gradiente hidráulico (-);
- PE = profundidade da camada impermeável (m);
- PA = perímetro externo da área (m.ha<sup>-1</sup>).

onde:

$$i = \frac{\Delta\psi}{B}$$

em que:

- $\Delta\psi$  = variação da carga hidráulica na seção transmissora (m);
- B = comprimento da seção transmissora (m).

Na segunda forma de cálculo, aplicou-se a modelação analógica, assumindo-se as condições relatadas no item 3.8. Adaptando-se as variáveis da equação básica da modelação analógica para fluxo em seção, apresentada na figura 7.1, o componente QL pode ser obtida através da seguinte expressão:

$$QL = KH \cdot \rho^* \cdot EP \cdot PA \cdot I \cdot 10^{-1}$$

em que:

$\rho^*$  = resistividade específica do papel condutor ( $K\Omega$ );  
 EP = escala de potencial ( $m.V^{-1}$ );  
 I = intensidade de corrente (mA).

onde:

$$E_p = \frac{\Delta\psi}{\Delta\mu}$$

em que:

$\Delta\psi$  = variação da carga hidráulica na seção transmissora (m);

$\Delta\mu$  = potencial elétrico (V).

No quadro 4.5 são apresentados os resultados obtidos nos ensaios de modelação analógica. A resistividade específica do papel condutor foi obtida a partir de três medições, verificando-se o valor de 6,24  $K\Omega$ .

Quadro 4.5 - Resultados obtidos nos ensaios de modelação analógica.

ENSAIO	PROF. do PROTÓTIPO (cm)	PROF. do MODELO (cm)	INTENSIDADE DE CORRENTE (mA)
1	100	10,0	1,35
2	80	8,0	1,18
3	75	7,5	1,13
4	70	7,0	1,10
5	65	6,5	1,08
6	60	6,0	1,01
7	55	5,5	0,93
8	50	5,0	0,90
9	45	4,5	0,88
10	40	4,0	0,80
11	35	3,5	0,72

#### 4.1.6. Precipitação Pluviométrica

De acordo com FUKUDA & TSUTSUI (1968), no cálculo das necessidades de irrigação do arroz inundado no Japão, considera-se a contribuição hídrica das chuvas, representada pela precipitação efetiva, isto é, parte da precipitação total que é armazenada no perfil do solo e nos quadros de arroz, descontando-se as perdas ocasionadas pela evaporação, interceptação, percolação e escoamento superficial.

Estes autores ressaltam que para as condições do Japão, assume-se como precipitação efetiva as chuvas diárias com altura entre 5 e 50mm. No entanto, os autores não levam em consideração a relação intensidade-duração das chuvas, pois precipitações de grande intensidade e pequena duração, como as chuvas convectivas que normalmente ocorrem no Rio Grande do Sul nos meses mais quentes do ano, podem causar grandes prejuízos às lavouras, como ruptura de taipas, afogamento e/ou acamamento de plantas.

Por este motivo, PEDROSO (1982) recomenda não computar o componente precipitação pluviométrica no cálculo das necessidades de irrigação do arroz para as condições do Estado.

Assim, levando em consideração a grande dificuldade de se eleger a precipitação efetiva para a cultura do arroz, além da total falta de informações sobre este parâmetro para as nossas condições, optou-se por não considerar a contribuição da componente precipitação pluviométrica na aplicação do modelo, sendo coerente com a tradição dos orizicultores e as indicações dos órgãos de pesquisa e extensão do Rio Grande do Sul.

A contribuição da precipitação pluviométrica pode, no entanto, ser considerada como margem de segurança no dimensionamento das necessidades de irrigação da cultura,

uma vez que os valores médios desta grandeza, normalmente verificados na área abrangida pelo Planossolo Pelotas, são significativos, conforme se pode verificar no quadro 4.6.

Quadro 4.6 - Precipitação pluviométrica, no período de irrigação do arroz no Rio Grande do Sul, de alguns municípios onde o Planossolo Pelotas ocorre.

MUNICÍPIO	Período de Observação	Precipitação Média (mm)				
		Jan	Fev	Mar	Nov	Dez
Guaíba	1968-1977	131,3	138,6	125,8	83,3	118,1
Jaguarão	1966-1977	118,0	94,1	121,0	87,1	75,7
Rio Grande	1957-1977	121,1	86,7	105,5	96,1	75,3
MÉDIA	-	123,5	106,5	117,4	88,8	89,7

FONTE: INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS (1979).



#### 4.2. Aplicação do Modelo Proposto

Utilizando informações dos locais de amostragem do levantamento das características físico-hídricas dos solos de várzea do Rio Grande do Sul, complementadas com dados de condutividade hidráulica e espessura da camada impermeável, relação perímetro/área da lavoura, evapotranspiração da cultura, lâmina superficial, desnível entre taipas, declividade média do terreno e os resultados da modelação analógica, aplicou-se o modelo proposto em cada um dos 109 locais referidos anteriormente, com o objetivo de definir as necessidades de irrigação contínua da cultura de arroz inundado.

A aplicação do modelo foi efetivada com o auxílio de um programa para microcomputador que contabilizou a demanda hídrica diária de todo o período de irrigação. Os resultados obtidos estão apresentados em anexo, na forma de planilha, onde aparecem, além da necessidade de irrigação de cada local de amostragem, as características físico-hídricas utilizadas e as componentes da demanda, apresentadas discriminadamente.

Como alguns componentes da demanda foram obtidos por métodos diferentes, aplicou-se o modelo proposto de duas formas distintas. Assim, a primeira combinação, denominada de "Aplicação 1", é formada pelos componentes da demanda obtidos pelos métodos mais exatos e detalhados, enquanto na segunda combinação, denominada de "Aplicação 2", utilizou-se os componentes oriundos dos métodos mais simplificados e diretos, ou seja:

- Aplicação 1 - o componente QL é resultante da aplicação da modelação analógica, enquanto o componente Dp foi obtido pelo método que estabelece como camada transmissora do fluxo percolado ver

ticamente, a totalidade dos horizontes formadores do solo.

- Aplicação 2 - o componente Q1 derivou do método que assume como condutora da percolação horizontal a camada de solo sob a última taipa da lavoura e estabelece como transmissora de fluxo de percolação vertical somente a camada impermeável.

Além disso, em função do manejo d'água estabelecido, o consumo hídrico total foi dividido em demanda máxima e demanda de manutenção, representando, respectivamente, os 15 primeiros e os restantes 87 dias de irrigação.

No quadro 4.7 estão contidos os parâmetros médios utilizados nas duas aplicações do modelo proposto, enquanto nos quadros 4.8 e 4.9 estão apresentados os valores médios e extremos obtidos.

Por sua vez, o quadro 4.10 apresenta os valores médios de demanda máxima e de manutenção, obtidos a partir das duas aplicações do modelo proposto nos 109 locais de amostragem.

Quadro 4.7 - Parâmetros médios utilizados na aplicação do modelo proposto.

B <sup>1</sup> (mm)	S <sup>2</sup> (%)	N <sup>3</sup> (mm)	LM <sup>4</sup> (mm)	KV <sup>5</sup> (mm.dia <sup>-1</sup> )	ES <sup>6</sup> (mm)	PA <sup>7</sup> (m.ha <sup>-1</sup> )
800	0,1	80	140	2,7	1.800	37,6

<sup>1</sup>Base da última taipa da lavoura

<sup>2</sup>Declividade do terreno

<sup>3</sup>Desnível entre taipas

<sup>4</sup>Altura máxima da lâmina superficial

<sup>5</sup>Condutividade hidráulica da camada impermeável

<sup>6</sup>Espessura da camada impermeável

<sup>7</sup>Relação perímetro/área de lavoura

Quadro 4.8 - Valores extremos, médios e componentes da demanda hídrica para irrigação contínua do arroz em Planassolo Pelotas - Aplicação 1.

COMPONENTE	VALOR MÍNIMO (mm)	VALOR MÁXIMO (mm)	VALOR MÉDIO (mm)	% MÉDIA
L + ΔW	165,4	253,0	153,3	10,6
DP	196,7	434,7	376,7	26,0
ETm	914,5	910,5	909,7	62,8
QL	-*	7,2	8,3	0,6
TOTAL	1.276,6	1.605,4	1.448,0	100,0

\* valor inferior a 0,05 mm.

Quadro 4.9 - Valores extremos, médios e componentes da demanda hídrica para a irrigação do arroz em Planossolo Pelotas - Aplicação 2.

COMPONENTE	VALOR MÍNIMO (mm)	VALOR MÁXIMO (mm)	VALOR MÉDIO (mm)	% MÉDIA
L + $\Delta W$	122,4	253,0	153,3	10,5
DP	343,0	437,8	385,0	26,4
ETm	914,5	910,5	909,7	62,3
QL	1,1	12,9	12,5	0,9
TOTAL	1.381,0	1.614,2	1.460,5	100,0

Quadro 4.10 - Valores médios de demanda máxima e manutenção para a irrigação contínua do arroz em Planossolo Pelotas.

APLICAÇÃO	DEMANDA MÁXIMA		DEMANDA DE MANUTENÇÃO		DEMANDA TOTAL	
	(mm)	(l.s <sup>-1</sup> .ha <sup>-1</sup> )	(mm)	(l.s <sup>-1</sup> .ha <sup>-1</sup> )	(mm)	(l.s <sup>-1</sup> .ha <sup>-1</sup> )
1	329,8	2,54	1.118,2	1,49	1.448,0	1,64
2	331,2	2,56	1.129,3	1,50	1.460,5	1,66

CAPÍTULO 5

---

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

---

### 5.1. Saturação do solo

Nas lâminas necessárias para saturar o solo, verificou-se uma variação entre 10,5 a 153,0 mm, obtendo - se o valor médio de 53,3 mm, que representa 10,6% da demanda hídrica total.

A variação observada nesta componente, pode ser explicada pela média/alta variabilidade dos parâmetros físico-hídricos do Planossolo Pelotas envolvidos na determinação desta grandeza, ou seja: porosidade, profundidade da camada impermeável e capacidade de armazenamento dos solos, conforme foi verificado anteriormente por DIAZ & BELTRAME (1986).

Os baixos valores verificados para esta componente, decorrem do fato da mesma ser função direta do espaço aéreo do solo no início da irrigação. Como estes Planossolos possuem pequena porosidade efetiva e, na aplicação do modelo proposto, estabeleceu-se como umidade inicial um valor bem próximo à capacidade de campo, faz-se necessário uma pequena lâmina para que haja saturação do horizonte superficial.

Grandes lâminas de saturação, superiores a 100 mm, só se verificaram nos locais que apresentaram, simultaneamente, camada impermeável com mais de 70 cm de profundidade e espaço aéreo no início da irrigação superior a 15%.

Os valores obtidos são inferiores ao verificado por ROCHEDO (1979) para Planossolos Vacacaí, equivalente a 355,5 mm. Este valor excessivo é resultante da utilização de parâmetros físico-hídricos não representativos destes Planossolos, como porosidade efetiva de 22%, valor bem superior aos normalmente verificados nos Planossolos Pelotas. Além disso, o autor foi rigoroso, considerando como unidade no início da irrigação a equivalente a 50% da disponibilidade hídrica do solo.

## 5.2. Drenagem profunda

Conforme se pode verificar no quadro 4.8, na aplicação do método que despreza a influência do horizonte superficial no fluxo de percolação, obteve-se a demanda média de 385,0 mm. Também pode-se verificar, que os extremos obtidos (343,0 e 437,8 mm) representam, respectivamente, os locais de amostragem com menor e maior profundidade efetiva, pois o fluxo de percolação estimado por este método é diretamente proporcional à profundidade da camada impermeável.

Já no método de estimativa mais preciso, considerando a influência do horizonte superficial (quadro 4.7), obteve-se uma demanda média ligeiramente inferior, isto é, 376,7 mm, variando de um mínimo de 196,7 a um máximo de 434,7 mm.

A confrontação dos resultados obtidos pelos dois métodos de estimativa desta componente, permite constatar a pouca influência que, de um modo geral, o horizonte superficial exerce no fluxo de percolação, só se verificando diferenças significativas nos locais de amostragem possuídos, simultaneamente, de camada impermeável profunda e horizonte superficial pouco permeável, como é o caso dos locais 24 e 25.

A demanda diária média obtida (3,7 mm) é coerente com o intervalo especificado por TSUTSUI (1972) para a grandeza percolação vertical, ou seja: entre 3 e 6 mm/dia. Além disso, este valor assemelha-se com o verificado por PREUSSLER et alii (1982) para Planossolos Pelotas (3,7 mm/dia) e ao obtido por BELTRAME & GONDIM (1981) para Planossolos Vacacaí (3,8 mm/dia), apesar de nestes trabalhos serem utilizados gradientes hidráulicos unitários.

Este valor médio é inferior à demanda de percolação verificada por ROCHEDO (1979) para Planossolos Vacacaí, equivalente a 419,7 mm em 105 dias de irrigação, correspondendo a um fluxo diário de 4,0 mm. Esta diferença se justifica pelo fato do autor utilizar local de amostragem possuidor de camada impermeável menos espessa (130 cm) e com condutividade hidráulica maior (2,9 mm/dia), além de não ser considerada a influência do horizonte superficial no fluxo demandado por este componente.

Entretanto, o resultado obtido é superior ao determinado por SACHET (1977) em Planossolo Vacacaí, através de medições "in situ", ou seja: 355,9 mm em 112 dias de irrigação, correspondendo à média de 3,2 mm/dia. Neste caso, esta menor demanda pode ser justificada pela constituição do solo do local do experimento, provavelmente, possuidor de características físicas mais impeditivas ao fluxo de percolação, isto é, maior profundidade efetiva, juntamente com maior espessura e menor condutividade hidráulica da camada impermeável. No entanto, a caracterização destes parâmetros físicos do solo não está explicitada no trabalho do autor.



### 5.3. Evapotranspiração máxima da cultura

Conforme se pode observar nos quadros 4.7 e 4.8 a evapotranspiração média obtida foi de 910,5 mm (8,9mm.dia<sup>-1</sup>), representando cerca de 63% da demanda hídrica total. Verificou-se também, a partir da localização dos pontos de amostragem (quadro 4.3), uma variação da evapotranspiração entre 877,1 e 914,5 mm/ciclo.

Os valores obtidos são coerentes com intervalo estipulado por TSUTSUI (1972) para esta grandeza, ou seja: entre 400 e 1.000 mm.ciclo<sup>-1</sup>. No entanto, são superiores ao limite máximo das estimativas de DOORENBOS & KASSAN(1979), entre 400 a 700 mm.ciclo<sup>-1</sup>. Deve-se ressaltar que outros trabalhos efetuados nas condições climáticas do Rio Grande do Sul, também obtiveram resultados superiores a este limite. Assim, SACHET (1977) obteve 836,7 mm em 112 dias de irrigação, enquanto ROCHEDO (1979) estimou esta variável em 784,8 mm, para 105 dias de irrigação. A diferença verificada em relação ao intervalo estipulado por DOORENBOS & KASSAN (1979), provavelmente, se deva ao fato dos autores basearem suas estimativas em trabalhos realizados em condições de clima temperado.

Também se verifica, que os valores encontrados da evapotranspiração são superiores aos valores obtidos por SACHET (1977) para a região fisiográfica Depressão Central, através de medição "in situ". Esta diferença se deve aos valores médios do componente ETo obtidos por BELTRAME E CAUDURO (1987), através do método de Penman, para as localidades de referência, ou seja: Jaguarão, Guaíba e Santa Vitória do Palmar.

#### 5.4. Coeficiente da cultura

A partir do quadro 4.2, se verifica que os coeficientes  $K_c$  obtidos aumentam de 1,6 no período vegetativo, para 1,7 no período reprodutivo. Nesta última fase, o coeficiente  $K_c$  atinge seu valor máximo no período que vai da diferenciação do primórdio floral até a floração (2,1), declinando no período subsequente, ou seja: da floração até a maturação (1,4).

Analisando o valor médio do termo  $K_c$  para o ciclo completo da cultura (1,66), verifica-se que o mesmo é inferior ao obtido por BEIRSDORF & MOTA (1976), equivalente a 1,83. No entanto, deve-se observar que estes autores não consideraram a influência do fator estágio de desenvolvimento na relação  $ET_m/ET_o$ , uma vez que as medições de evapotranspiração foram efetivadas arbitrariamente em relação ao ciclo biológico da cultura. Provavelmente, este seja um dos motivos da grande heterogeneidade dos valores de  $ET_m$  obtidos pelos autores, com variações entre 3,8 e 9,3  $mm.day^{-1}$ .

Os coeficientes  $K_c$  encontrados são superiores aos recomendados por DOORENBOS & KASSAN (1979). No entanto, outros autores, trabalhando com outras culturas nas condições climáticas do Brasil, também encontraram coeficientes superiores aos recomendados pela FAO. A exemplo disso, cita-se BERLATO et alii (1986) para a cultura de soja, SOUZA & SILVA (1985) e BERGAMASCHI et alii (1987) para feijão.

### 5.5. Percolação horizontal

Na estimativa da percolação horizontal pelos métodos analógico e simplificado (quadros 4.7 e 4.8), obteve-se como resultado médio dos 109 locais de amostragem, respectivamente, 8,3 e 12,5 mm, representando, em ambos os casos, menos de 1% da demanda total.

Estes resultados demonstram que a percolação horizontal é, via de regra, o componente da demanda hídrica de menor importância para a situação de lavouras de arroz implantadas em Planossolos Pelotas. Esta afirmativa está baseada nos seguintes fatores:

- A unidade de mapeamento Pelotas é normalmente formada por solos de pequena profundidade efetiva, possuidores de horizonte superficial com média a baixa condutividade hidráulica;
- O manejo d'água mais adequado, utiliza lâmina superficial baixa, verificando-se com isso uma pequena carga hidráulica;
- O elevado tamanho médio das propriedades agrícolas da região em estudo, resulta numa baixa relação perímetro/área de lavoura.

A comparação destes dois métodos de cálculo, demonstra que o método simplificado superestima os resultados. No entanto, devido à pequena importância que este componente assume no cálculo geral e à maior facilidade de aplicação da mesma, este pode ser utilizado sem incorrer em grandes erros de cálculo.

O valor médio encontrado na modelação analógica, equivale a uma demanda de 0,9 litros por hora por metro de perímetro de lavoura, sendo inferior ao intervalo estabele-

cido por JOHNSON (1972) - entre 10 e 40 - e ao valor citado por DEDATTA (1981) de 15,6. No entanto, considera-se os resultados obtidos coerentes com as condições de solo, topografia, manejo d'água utilizado e estrutura fundiária da região em estudo, conforme referido anteriormente.

O resultado obtido é também inferior ao verificado por BELTRAME & GONDIM (1981) para Planossolos Vacacaí, ou seja: 190,8 mm em 106 dias de irrigação, correspondendo a média de  $1,8 \text{ mm.dia}^{-1}$ . Deve-se ressaltar, no entanto, que os autores obtiveram este valor elevado devido à utilização de gradiente hidráulico unitário na expressão de Darcy, além de considerar uma relação perímetro/área excessiva, e equivalente a 400 m de comprimento para cada hectare de lavoura.

#### 5.6. Demanda hídrica total

A demanda média obtida foi de 1.448,0 e 1.460,5 mm, respectivamente nas aplicações 1 e 2 do modelo, não estando computadas nestes valores as perdas relativas ao sistema de condução da água e a contribuição da precipitação pluviométrica.

Os valores médios obtidos são coerentes com a estimativa de DREYER (1972), de cerca de  $1.500 \text{ mm.ciclo}^{-1}$ , e com o resultado médio verificado através de medições no Projeto Sudoeste I da SUDESUL, equivalente a  $1.420 \text{ mm.safra}^{-1}$ . Os resultados são coerentes com as observações de SACHET (1977) de que a lâmina total aplicada em 104 dias de experimentação, no valor de 1.792 mm, foi excessiva para as condições do Planossolo Vacacaí utilizado pelo autor.

A vazão média encontrada ( $1,64 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ ) difere das obtidas por PREUSSLER et alii (1982), para Planossolo Pelotas, e a verificada por BELTRAME & GONDIM (1981), para

Planossolo Vacacaí, respectivamente 1,15 a 1,44  $l.s^{-1}.ha^{-1}$ . A diferença verificada se deve ao fato dos autores destes dois trabalhos utilizarem coeficiente  $K_c$  unitário a fim de estimar componente evapotranspiração máxima da cultura.

Os resultados encontrados são inferiores aos obtidos por ROCHEDO (1979) para Planossolos Vacacaí, no valor de 1.680 mm, equivalente à vazão contínua de 1,85  $l.s^{-1}.ha^{-1}$  em 105 dias de irrigação. Esta diferença se deve, principalmente, ao valor excessivo da lâmina de saturação obtida pelo autor, resultante da utilização de alguns parâmetros físicos não representativos desta unidade de mapeamento.

O volume unitário médio obtido, através da aplicação do modelo de cálculo mais exato ( $14.480 m^3/ha$ ), é inferior ao valor utilizado pelo IRGA no dimensionamento da capacidade dos açudes ( $17.274 m^3/ha$ ), correspondendo a uma diferença de  $2.794 m^3/ha$ . Deve-se ressaltar, que a origem deste parâmetro adotado pelo IRGA é indefinida.

Com base nas condições estabelecidas de manejo d'água, obteve-se como vazões máxima e de manutenção, respectivamente 2,54 e 1,49  $l.s^{-1}.ha^{-1}$  não computando as perdas relativas ao sistema de condução da água, nem a contribuição da precipitação pluviométrica.

O valor de vazão máxima obtido, está dentro do intervalo adotado pelo Departamento de Obras e Assistência Técnica do IRGA, no cálculo de instalações de recalque ( $1,7$  a  $3,0 l.s^{-1}.ha^{-1}$ ). **No entanto, deve-se observar que este intervalo é muito amplo, não sendo especificadas as condições necessárias para a adoção de um ou outro limite, ou de valores intermediários do mesmo. Provavelmente, estes valores são derivados das recomendações de BERNARDES (1946) para vazões médias, ou seja: 1,7 a 3,0  $l.s^{-1}.ha^{-1}$ , respectivamente para solos argilosos e arenosos.**

CAPÍTULO 6

---

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

A partir das condições estabelecidas no presente trabalho e de acordo com os resultados apresentados e discutidos, pode-se chegar às seguintes conclusões:

① Como consequência da pequena porosidade efetiva, da umidade do solo verificada no início da irrigação e do manejo d'água estabelecido, o valor médio necessário para saturar o solo e formar a lâmina superficial equivaleu a 153,3mm, representando 10,6% da demanda hídrica total.

② A drenagem profunda representou o segundo componente em importância no consumo hídrico médio, responsável por 26,0% da demanda total, equivalente à lâmina de 376,7mm.

③ Devido às características de solo, topografia, manejo d'água e relação perímetro/área estabelecidos, a percolação horizontal foi o componente de menor importância, representando 0,6% da demanda total, equivalente à lâmina média de 8,3mm.

④ A evapotranspiração máxima da cultura foi o componente de maior peso na demanda hídrica, equivalendo à lâmina média de 909,7mm, representando 62,8% do volume total utilizado na irrigação.

⑤ Em função da pequena influência exercida pelo horizonte superficial na drenagem profunda e à pouca importância que a percolação horizontal assume no cômputo geral demandado, a "aplicação 2" do modelo proposto pode ser utilizada satisfatoriamente para estimar a demanda hídrica em lavoura de arroz irrigado por inundação.

Face os resultados obtidos e às conclusões apresentadas anteriormente, recomenda-se que:

1 Se verifique experimentalmente os resultados obtidos na aplicação do modelo proposto, apesar da maioria de seus componentes resultarem de determinações físicas.

2 Sejam reavaliados os valores dos coeficientes  $K_c$  obtidos, considerando a situação específica do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, tendo em vista a importância que o componente ETm assume no cômputo geral da demanda e as discrepâncias das recomendações verificadas na literatura.

3 Seja feito um estudo detalhado sobre precipitação efetiva para o caso particular do Rio Grande do Sul, visando determinar a contribuição do componente precipitação pluviométrica na demanda hídrica do arroz irrigado.

4 Sejam utilizadas as vazões médias de 1,64 e 2,54  $l.s^{-1}.ha^{-1}$  **respectivamente, no dimensionamento da capacidade de açudes e no cálculo de sistemas de recalque, considerando o manejo d'água** estabelecido, não computando as perdas relativas ao sistema de condução da água e a contribuição da precipitação pluviométrica.

5 Sejam realizados trabalhos semelhantes a este em outros solos e regiões climáticas do Estado, tendo em vista a indefinição dos valores da demanda hídrica do arroz irrigado e a importância que os mesmos assumem no dimensionamento e planejamento da irrigação.



CAPÍTULO 7

---

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. ALCÂNTARA, W. 1979. Técnicas analógicas elétricas em hidrologia subterrânea - Modelos R-C. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Hidrologia Aplicada. n.p. Diss. Mestr.Hidrologia Aplicada.
2. ANGLADETTE, A. 1969. El arroz. Barcelona, Editorial Blanc. p.101-6, 335-57.
3. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ARROZ. 1982. Porto Alegre, IRGA, v.37.
4. BARTOLOMÉ, F.A. 1972. Modelos Analógicos. In: SEMINÁRIO SOBRE MODELOS ANALÓGICOS Y DIGITALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS HIDRAULICOS SUBTERRÁNEOS, Madrid, 1972. Teoría basica de modelos analógicos y digitales de acuíferos. Madrid, Serviço Geológico de Obras Publicas/Centro de Estudios Hidrográficos del Ministerio de Obras Publicas. p.142-69. (Boletim , 37).
5. BEIRSDORF, M.I.C. & MOTA, F.S. 1976. Evapotranspiração do arroz irrigado, em Pelotas, Rio Grande do Sul. Ciência e Cultura, São Paulo, 28(11):1329-34.
6. BELTRAME, L.F.S. & GONDIM, L.A.P. 1981. Estudo hidrológico do consumo de água em lavoura de arroz. In : SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, Fortaleza, 1981. Anais. São Paulo, Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos. v.3 , p.358-67.
7. BELTRAME, L.F.S. & FIETZ, C.R. 1986. Análise comparativa de modelos de estimativa da radiação líquida. Revista Brasileira de Engenharia. Cadernos de Recur-

- solos Hídricos, Rio de Janeiro, 4(2):19-31, nov.
8. BELTRAME, L.F.S. & CAUDURO, F.A. 1987. Estimativa da e vapotranspiração potencial no Estado do Rio Grande do Sul (no prelo).
  9. BELTRAN, J.M. 1981. Drenaje de tierras en zonas regables. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Cap.1.
  10. BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H.J.; LIBARDI, P.L.; OMETTO, J. C.; ANGELOCCI, L.R. 1987. Deficiência hídrica em feijoeiro. III. Evapotranspiração máxima e relações com a evapotranspiração calculada pelo método de Penman e com a evaporação do tanque "classe A" (no prelo).
  11. BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. 1986. E vapotranspiração de referência (Penman), evaporação de tanque "classe A" e radiação solar global. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA, 4. Porto Alegre, 1986. Programa e resumos. Porto Alegre/Londrina, IPAGRO/EMBRAPA-CNP So. p.21.
  12. BERNARDES, B.C. 1946. Melhoramento da agricultura no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. p.123-5.
  13. BRASIL. Ministério da Agricultura. 1973. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife. p.251-5.
  14. BRUNINI, O.; GROHMANN, F.; SANTOS, J.M. 1981. Balanco hídrico em condições de campo para dois cultivares de arroz sob duas densidades de plantio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 5(1):1-6.
  15. BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; FERREIRA, M.; SACCOL, A.V.; SCHNEIDER, F.M.; HELDWEIN, A.B. 1979. Cartas mensais e anuais das temperaturas médias das médias das temperaturas máximas e das médias das temperaturas mínimas do Estado do Rio Grande do Sul. Revista do

Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 9: 1-44.

16. CAUDURO, F.A. & BELTRAME, L.F.S. 1982. Levantamento das características físico-hídricas dos solos de várzeas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. v.1.
17. CHILDS, E.C. 1969. Soil water phenomena. New York, John Wiley. 493p.
18. DE DATTA, S.K. et alii. 1975. Manejo del agua y necesidades de riego del arroz. Quezon City, Universidade of the Philippines. p.121-7
19. DE DATTA, S.K. 1981. Principles and practices of rice production. New York, John Wiley. Chap.9, p. 297-347.
20. DIAZ, L.A. & BELTRAME, L.F.S. 1986. Variabilidade espacial de características físico-hídricas em planosolo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 7, Brasília, 1986. Anais. Brasília, Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem. v.3, p.923-48.
21. DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma, FAO. 194p.
22. DOORENBOS, J. & KASSAN, A.H. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, FAO, 212p.
23. DREYER, G.C. 1972. Aspectos da irrigação no Rio Grande do Sul. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 25(267): 28-34.
24. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1974. Paquetes Tecnológicos para o Arroz. Pelotas. 47p. (Circular, 66).
25. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1975. Sistemas de produção para a cultura do arroz. Pelotas. 24p. (Circular, 35).

26. FUKUDA, H. & TSUTSUI, H. 1968. Rice irrigation in Japan. Rome, FAO. 53p.
27. INFELD, J.A. 1978. Épocas de irrigação e interações com épocas de aplicação de nitrogênio e herbicidas. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 8., Porto Alegre, 1978. Anais. Pelotas/Porto Alegre, EMBRAPA UEPAE de Pelotas/IRGA. p.127-30.
28. INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. 1979. Observações meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 270p. (Boletim Técnico, 3).
29. INSTITUTO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS DO SUL. 1973. Arroz irrigado RS-SC. Pelotas. 112p. (Circular, 63).
30. JOHNSON, L. 1972. Water requirements for rice. In: CIAT. Curso de Adiestramiento sobre producción de arroz para técnicos brasileiros. Bogotá, 2p.
31. KIDNE, J.W. 1974. Determining evapotranspiration. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT. Drainage principles and applications. Washington. v.3, Chap.19, p.53-112.
32. MASCARELLO, A. 1967. Arroz na Itália, Espanha e França. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 21(237):3-16.
33. MILLAR, A.A. 1978. Drenagem de terras agrícolas; Bases Agronômicas. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil. p.29.52.
34. MORAES, J.F.V. & FREIRE, C.J.S. 1973. Influência da profundidade da água de inundação sobre o crescimento e produção do arroz. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 26(273):56-7. (Trabalho apresentado na 9ª Reunião da Comissão Nacional de Arroz, Pelotas, 1972).
35. MOSCARELI, M. & ROSINHA, R.C. 1967. Indicações para o cultivo do arroz no Rio Grande do Sul. Boletim do Campo, Rio de Janeiro, 212:13-24.

36. PEDROSO, B.A. 1982. Arroz irrigado; obtenção e manejo de cultivares. Porto Alegre, Sagra. 175p.
37. PERRIER, A. 1985. Updated evapotranspiration and crop water requirement definitions. In: CONFÉRENCE INTERNATIONALE LES BESOINS DES CULTURES CROP REQUIREMENTS, Paris, 1984. Annales. Paris, Commission Internationale des Irrigations et Drainage. p.885-7.
38. PREUSSLER, G.; CAUDURO, F.A.; BELTRAME, L.F.S. 1982. Balanço hídrico da cultura do arroz em Planossolo da unidade Pelotas. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 6. /e/ MOSTRA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3. Belo Horizonte, 1982. Trabalho apresentado. s.l., s.ed. 12p.
39. RIBEIRO, A.S.; SILVEIRA JUNIOR, P.; TERRES, A.L.S. 1983. Épocas de semeadura em arroz irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira Brasília, 18(6): 619-30.
40. ROCHEDO, P.R.C. 1979. Determinação da demanda de água de irrigação para a cultura do arroz e potência requerida para bombeamento em solo da Depressão Central. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Hidrologia Aplicada. 67f. Diss.Mestr.Hidrologia Aplicada.
41. SACHET, Z.P. 1977. Consumo de água de suas variedades de arroz (Oriza sativa, L.) em três tratamentos de irrigação. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Hidrologia Aplicada. 99f. Diss.Mestr.Hidrologia Aplicada.
42. SCHNEEBELI, G. 1966. Hydraulique souterraine. Paris, Eyrolles. p.131-71. (Collection du Centre de Recherches et d'Essais de Chatou, 12).
43. SILVA, E.M. & SPIRO, D.A. 1975. Comparação entre diversos sistemas de alturas de lâmina de água na cultura do arroz. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 5. Cachoeirinha, 1975. Anais. Pelotas/Porto Alegre, EM

BRAPA/IRGA. p.95-9.

44. SOUZA, J.L. & SILVA, M.A.V. 1985. Evapotranspiração em cultura de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 4. Londrina, 1985. Resumos. Londrina, IAPAR/Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/Fundação Cargill. p.24-32.
45. SOUZA, P.R. 1978. Épocas de semeadura. In: GUIA de produção de arroz. Cachoeirinha, IRGA, p.4-5.
46. SPIRO, D.A.; STONE, L.F.; HOWELL, J.D. 1974. Comparação entre diversos sistemas de alturas de lâminas de água na cultura do arroz. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 4. Pelotas, 1974. Anais. Pelotas/Porto, IPEAS/IRGA. p.73-5.
47. TSUTSUI, H. 1972a. Manejo da água para a produção de arroz. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 25(268):24-7.
48. TSUTSUI, H. 1972b. Manejo da água para a produção de arroz. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 25(269):36-42.
49. TSUTSUI, H. 1972c. Manejo da água para a produção de arroz. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 25(270):22-4.
50. VERGARA, B.S. 1975. Cultivo del arroz; manual de producción. Quezon City, Universidade of the Philippines. p.33-53.

ANEXO A

---

PROGRAMA UTILIZADO NA  
APLICAÇÃO DO MODELO

---



```
80 PRINT "SITUACAO?"
90 INPUT S
150 PRINT "FS?"
160 INPUT PS
200 PRINT "KH(MM/DIA)?"
210 INPUT KH
250 PRINT "FRDF. CI(MM)?"
260 INPUT PE
300 PRINT "CAPACIDADE DE CAMPO(
CC/CC)?"
310 INPUT CC
400 PRINT "UMIDADE INICIAL(CC/C
CI)?"
410 INPUT UI
412 IF PE = 350 THEN 416
414 GOTO 420
416 I = .72
418 GOTO 494
420 IF PE = 400 THEN 424
422 GOTO 428
424 I = .8
426 GOTO 494
428 IF PE = 450 THEN 432
430 GOTO 436
432 I = .88
434 GOTO 494
436 IF PE = 500 THEN 440
438 GOTO 444
440 I = .9
442 GOTO 494
444 IF PE = 550 THEN 448
446 GOTO 452
448 I = .93
450 GOTO 494
452 IF PE = 600 THEN 456
454 GOTO 460
456 I = 1.01
458 GOTO 494
460 IF PE = 650 THEN 464
462 GOTO 468
464 I = 1.08
466 GOTO 494
468 IF PE = 700 THEN 472
470 GOTO 476
472 I = 1.1
474 GOTO 494
476 IF PE = 750 THEN 480
478 GOTO 484
480 I = 1.13
482 GOTO 494
484 IF PE = 800 THEN 488
486 GOTO 492
488 I = 1.18
490 GOTO 494
492 I = 1.25
494 MI = (PE + 1600) / ((PE / KH
) + (1600 / 2.7))
500 LI = UI * PE
550 LC = CC * PE
560 LS = PS / 100 * PE
```

```

570 W = (PS / 100 - UI) * PE
580 LD = (W + 100) / 15
600 FOR P = 1 TO 15
610 LI = LI + LD
620 IF LI > = LC THEN 640
630 GOTO 760
640 IF LI > = LS THEN 690
650 R1 = 2.7 * (PE + 1800) / 180
      0
660 F1 = F1 + R1
670 R2 = K1
680 P2 = P2 + R2
685 GOTO 760
690 L = LI - LS
700 R3 = 2.7 * (L + PE + 1800) /
      1800
710 P3 = P3 + R3
720 R4 = K1 * (L + PE + 1800) /
      (1800 + PE)
730 P4 = P4 + R4
740 S1 = ((L + 40) / 800) * (KH /
      1000) * (PE / 1000) * (PE /
      1000) * 37.6
750 C1 = C1 + S1
753 S2 = ((L + 40) / 1000) / 12 *
      37.6 * 6.24 * I * (KH / 1000
      )
755 C2 = C2 + S2
760 NEXT P
770 Z1 = C1 / 10
780 Z2 = C2 / 10
900 IF S = 1 THEN 970
910 IF S = 2 THEN 1220
920 IF S = 3 THEN 1530
930 IF S = 4 THEN 2340
945 E2 = 120.8
950 T2 = 756.3
955 GOTO 4000
970 E2 = 124.8
980 T2 = 785.7
990 GOTO 4000
1220 E2 = 128.6
1230 T2 = 785.7
1240 GOTO 4000
1530 E2 = 128.8
1540 T2 = 772.4
1550 GOTO 4000
1730 E2 = 124.9
1940 T2 = 785
1950 GOTO 4000
2340 E2 = 124.8
2345 T2 = 785
4000 X2 = E2 + T2
4005 PA = 2.7 * (L + PE + 1800) /
      1800 * 87
4007 Y1 = F1 + P3
4010 SA = PA + F1 + P3
4100 PB = K1 * (L + PE + 1800) /
      (1800 + PE) * 87
4105 Y2 = P2 + P4
4110 SB = PB + P2 + P4
4200 S3 = ((L + 40) / 800) * (KH
      / 1000) * (PE / 1000) * 37.
      6 * 87 / 10
4210 S4 = (S3 + Z1)
4300 S5 = KH / 1000 * ((L + 40) /

```

10001 / 12 \* 37.6 \* 6.24 \* 1  
\* B7 / 10

4310 S6 = (S5 + Z2)  
4500 AI = W + L + E2 + Z2 + Y2  
4510 AM = T2 + S5 + PB  
4520 A = W + L + X2 + E6 + SB  
4530 BI = W + L + E2 + Z1 + Y1  
4540 BM = T2 + S3 + PA  
4550 B = W + L + X2 + S4 + SA  
5000 PRINT W,L  
5100 PRINT E2,T2,X2  
5200 PRINT  
5300 PRINT Y2,PB,SB  
5350 PRINT  
5400 PRINT Y1,PA,SA  
5450 PRINT  
5500 PRINT  
5600 PRINT Z2,S5,S6  
5650 PRINT  
5700 PRINT Z1,S3,S4  
5750 PRINT  
6000 PRINT AI,AM,A  
6050 PRINT  
6100 PRINT BI,BM,B

ANEXO B

---

RESULTADOS OBTIDOS  
NA APLICAÇÃO DO MODELO

---

L E G E N D A

<u>SÍMBOLO</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>
PS	Porosidade do solo
KH	Condutividade hidráulica da <u>cama</u> da superior
KV	Condutividade hidráulica da <u>cama</u> da impermeável
KA	Condutividade hidráulica do per- fil do solo
PE	Profundidade efetiva do solo
CC	Umidade do solo na capacidade de campo
PM	Umidade do solo no ponto de mur- cha
UI	Umidade do solo no início da ir- rigação
$\Delta W$	Lâmina necessária para saturar o solo
L	Lâmina superficial
Dp	Drenagem profunda
ETm	Evapotranspiração máxima da cul- tura
QL	Percolação horizontal

LOCAL: 5

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
35,0	82	2,7	3,6	60	0,337	0,176	0,270

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	48,0	100,0	40,0	128,8	0,2	317,0
MANUTENÇÃO	-	-	322,7	785,7	1,9	1.110,3
TOTAL	48,0	100,0	362,7	914,5	2,1	1.427,3

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	48,0	100,0	40,4	128,8	0,2	317,4
MANUTENÇÃO	-	-	326,3	785,7	2,8	1.114,8
TOTAL	48,0	100,0	366,7	914,5	3,0	1.432,2

LOCAL: 6

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
37,0	334	2,7	3,6	60	0,295	0,153	0,251

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	71,4	100,0	47,4	128,8	0,6	348,2
MANUTENÇÃO	-	-	325,4	785,7	8,0	1.119,1
TOTAL	71,4	100,0	372,8	914,5	8,6	1.467,3

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	71,4	100,0	47,5	128,8	0,9	348,6
MANUTENÇÃO	-	-	326,3	785,7	11,5	1.123,5
TOTAL	71,4	100,0	373,8	914,5	12,4	1.472,1

LOCAL: 17

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
40,5	75	2,7	3,6	60	0,357	0,280	0,338

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	40,2	100,0	50,7	128,8	0,2	319,8
MANUTENÇÃO	-	-	322,3	785,7	1,8	1.109,9
TOTAL	40,2	100,0	373,0	914,5	2,0	1.429,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	40,2	100,0	51,3	128,8	0,2	320,5
MANUTENÇÃO	-	-	326,2	785,7	2,6	1.114,5
TOTAL	40,2	100,0	377,5	914,5	2,8	1.435,0



LOCAL: 18

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm · dia <sup>-1</sup> )						
32,5	94	2,7	3,3	40	0,286	0,168	0,246

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	31,6	100,0	46,8	128,8	0,2	307,4
MANUTENÇÃO	-	-	298,2	785,7	1,7	1.085,6
TOTAL	31,6	100,0	345,0	914,5	1,9	1.393,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	31,6	100,0	47,2	128,8	0,2	303,7
MANUTENÇÃO	-	-	300,1	785,7	2,1	1.088,0
TOTAL	31,6	100,0	347,3	914,5	2,3	1.395,7

LOCAL: 19

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
38,5	43	2,7	3,7	75	0,333	0,220	0,312

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	Et <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	54,7	100,0	53,0	128,8	0,1	336,6
MANUTENÇÃO	-	-	337,0	785,7	1,1	1.123,8
TOTAL	54,7	100,0	390,0	914,5	1,2	1.460,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	Et <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	54,7	100,0	54,4	128,8	0,1	338,0
MANUTENÇÃO	-	-	345,8	785,7	1,9	1.133,4
TOTAL	54,7	100,0	400,2	914,5	2,0	1.471,4

LOCAL: 20

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
40,0	50	2,7	3,4	50	0,300	0,198	0,280

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	60,0	100,0	51,7	128,8	0,1	340,6
MANUTENÇÃO	-	-	308,6	785,7	1,0	1.095,3
TOTAL	60,0	100,0	360,3	914,5	1,1	1.435,9

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	60,0	100,0	52,5	128,8	0,1	341,4
MANUTENÇÃO	-	-	313,2	785,7	1,4	1.100,3
TOTAL	60,0	100,0	365,7	914,5	1,5	1.441,7

LOCAL: 21

MUNICÍPIO: SÃO LOURENÇO DO SUL

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KII	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
39,0	329	2,7	3,9	80	0,355	0,227	0,290

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	80,0	100,0	43,4	124,8	0,6	348,9
MANUTENÇÃO	-	-	351,1	785,0	9,3	1.145,3
TOTAL	80,0	100,0	394,5	909,8	9,9	1.494,2

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	80,0	100,0	43,6	124,8	1,0	349,4
MANUTENÇÃO	-	-	352,3	785,0	15,1	1.152,4
TOTAL	80,0	100,0	395,9	909,8	16,1	1.501,8

LOCAL: 22

MUNICÍPIO: SÃO LOURENÇO DO SUL

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
41,5	434	2,7	3,7	70	0,347	0,272	0,338

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	53,9	100,0	56,9	124,8	0,9	336,5
MANUTENÇÃO	-	-	338,5	785,7	11,3	1.135,5
TOTAL	53,9	100,0	395,4	910,5	12,2	1.472,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	53,9	100,0	57,1	124,8	1,3	337,1
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	17,4	1.142,4
TOTAL	53,9	100,0	396,4	910,5	18,7	1.479,5

LOCAL: 23

MUNICÍPIO: JAGUARÃO

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
33,0	17	2,7	3,3	45	0,267	0,178	0,244

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	38,7	100,0	46,3	128,8	-	313,8
MANUTENÇÃO	-	-	295,0	772,4	0,4	1.067,8
TOTAL	38,7	100,0	341,3	901,2	0,4	1.381,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	38,7	100,0	48,1	128,8	-	315,7
MANUTENÇÃO	-	-	306,7	772,4	0,5	1.079,5
TOTAL	38,7	100,0	354,8	901,2	0,5	1.395,2

LOCAL: 24

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
35,5	1	2,7	2,1	60	0,293	0,172	0,246

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	65,4	100,0	25,0	128,8	-	319,2
MANUTENÇÃO	-	-	171,7	785,7	-	957,4
TOTAL	65,4	100,0	196,7	914,5	-	1.276,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	65,4	100,0	47,6	128,8	-	341,7
MANUTENÇÃO	-	-	326,2	785,7	-	1.112,0
TOTAL	65,4	100,0	373,8	914,5	-	1.455,7

LOCAL: 25

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
36,5	2	2,7	2,6	50	0,307	0,235	0,286

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	39,5	100,0	35,8	128,8	-	304,1
MANUTENÇÃO	-	-	227,7	785,7	0,1	1.013,5
TOTAL	39,5	100,0	263,5	914,5	0,1	1.317,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	39,5	100,0	49,2	128,8	-	317,5
MANUTENÇÃO	-	-	313,2	785,7	0,1	1.099,0
TOTAL	39,5	100,0	362,4	914,5	0,1	1.416,5



LOCAL: 27

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
38,0	13	2,7	3,4	60	0,310	0,202	0,282

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	58,8	100,0	47,9	120,8	-	327,5
MANUTENÇÃO	-	-	305,1	756,3	0,3	1.061,7
TOTAL	58,8	100,0	353,0	877,1	0,3	1.389,2

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	58,8	100,0	51,2	120,8	-	350,8
MANUTENÇÃO	-	-	326,2	756,3	0,5	1.083,0
TOTAL	58,8	100,0	377,4	877,1	0,5	1.413,8

LOCAL: 28

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
39,0	9	2,7	3,2	50	0,299	0,188	0,249

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	70,5	100,0	42,1	120,8	-	333,4
MANUTENÇÃO	-	-	289,1	756,3	0,2	1.045,6
TOTAL	70,5	100,0	331,2	877,1	0,2	1.379,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	70,5	100,0	45,6	120,8	-	336,9
MANUTENÇÃO	-	-	313,2	756,3	0,3	1.069,8
TOTAL	70,5	100,0	358,8	877,1	0,3	1.406,7

LOCAL: 29

MUNICÍPIO: JAGUARÃO

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV (mm . dia <sup>-1</sup> )	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	92,0	100,0	47,8	120,8	-	360,6
MANUTENÇÃO	-	-	305,5	756,3	0,7	1.062,5
TOTAL	92,0	100,0	353,3	877,1	0,7	1.423,1

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	92,0	100,0	49,0	120,8	-	361,8
MANUTENÇÃO	-	-	313,2	756,3	0,9	1.070,4
TOTAL	92,0	100,0	362,2	877,1	0,9	1.432,2

LOCAL: 30

MUNICÍPIO: JAGUARÃO

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
31,0	7	2,7	3,1	50	0,257	0,135	0,216

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	47,0	100,0	41,3	128,8	-	317,1
MANUTENÇÃO	-	-	382,9	772,4	0,2	1.055,5
TOTAL	47,0	100,0	324,2	901,4	0,2	1.572,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	47,0	100,0	45,7	128,8	-	321,5
MANUTENÇÃO	-	-	313,2	772,4	0,2	1.085,8
TOTAL	47,0	100,0	358,9	901,4	0,2	1.407,3

LOCAL: 31

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
38,0	7	2,7	3,2	60	0,305	0,218	0,274

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	63,6	100,0	45,5	128,8	-	337,7
MANUTENÇÃO	-	-	289,1	772,4	0,2	1.061,7
TOTAL	63,6	100,0	334,4	901,2	0,2	1.599,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	63,6	100,0	51,2	128,8	-	343,6
MANUTENÇÃO	-	-	326,2	772,4	0,3	1.098,9
TOTAL	63,6	100,0	377,4	901,2	0,3	1.442,5

LOCAL: 32

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HIDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
30,5	44	2,7	3,3	45	0,250	0,191	0,240

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	29,2	100,0	50,8	128,8	0,1	308,9
MANUTENÇÃO	-	-	302,0	785,7	0,9	1.088,6
TOTAL	29,2	100,0	352,8	914,5	1,0	1.397,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	29,2	100,0	51,6	128,8	0,1	309,7
MANUTENÇÃO	-	-	306,6	785,7	1,1	1.093,4
TOTAL	29,2	100,0	358,2	914,5	1,2	1.403,1

LOCAL: 33

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
31,5	124	2,7	3,3	40	0,243	0,143	0,209

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	42,4	100,0	46,8	128,8	0,2	318,2
MANUTENÇÃO	-	-	298,7	785,7	2,4	1.086,8
TOTAL	42,4	100,0	345,5	914,5	2,6	1.405,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	42,4	100,0	47,1	128,8	0,2	318,5
MANUTENÇÃO	-	-	300,1	785,7	2,9	1.088,7
TOTAL	42,4	100,0	347,2	914,5	3,1	1.407,2

LOCAL: 34

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KII	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
36,5	49	2,7	3,2	35	0,300	0,220	0,292

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	22,4	100,0	48,8	128,8	0,1	300,1
MANUTENÇÃO	-	-	290,5	785,7	0,8	1.077,0
TOTAL	22,4	100,0	339,3	914,5	0,9	1.377,1

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	22,4	100,0	49,3	128,8	0,1	300,6
MANUTENÇÃO	-	-	293,7	785,7	1,0	1.080,4
TOTAL	22,4	100,0	343,0	914,5	1,1	1.381,0



LOCAL: 35

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
37,0	174	2,7	3,3	40	0,282	0,192	0,249

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	48,4	100,0	46,9	128,8	0,3	534,4
MANUTENÇÃO	-	-	299,1	785,7	3,3	1.088,1
TOTAL	48,4	100,0	346,0	914,5	3,6	1.412,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	48,4	100,0	47,0	128,8	0,3	324,6
MANUTENÇÃO	-	-	300,2	785,7	4,0	1.089,8
TOTAL	48,4	100,0	347,2	914,5	4,3	1.414,4

LOCAL: 36

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
43,5	72	2,7	3,4	50	0,387	0,321	0,365

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	35,0	100,0	48,7	128,8	0,1	312,6
MANUTENÇÃO	-	-	310,0	785,7	1,6	1.097,3
TOTAL	35,0	100,0	358,7	914,5	1,7	1.409,9

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	35,0	100,0	49,2	128,8	0,2	313,1
MANUTENÇÃO	-	-	313,2	785,7	2,0	1.101,0
TOTAL	35,0	100,0	362,4	914,5	2,2	1.414,1

LOCAL: 37

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
34,5	496	2,7	3,6	60	0,229	0,190	0,218

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	76,2	100,0	54,7	128,8	0,8	360,4
MANUTENÇÃO	-	-	326,3	785,7	11,9	1.123,3
TOTAL	76,2	100,0	381,0	914,5	12,7	1.483,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	76,2	100,0	54,6	128,8	1,2	360,9
MANUTENÇÃO	-	-	325,7	785,7	17,0	1.129,0
TOTAL	76,2	100,0	380,3	914,5	18,2	1.489,9

LOCAL: 38

MUNICÍPIO: SÃO LOURENÇO DO SUL

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KII	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
33,0	69	2,7	3,3	45	0,271	0,175	0,258

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	32,4	100,0	51,1	124,8	0,1	308,4
MANUTENÇÃO	-	-	303,7	785,0	1,5	1.090,2
TOTAL	32,4	100,0	354,8	909,8	1,6	1.398,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	32,4	100,0	51,5	124,8	0,2	308,9
MANUTENÇÃO	-	-	306,7	785,0	1,7	1.093,4
TOTAL	32,4	100,0	358,2	909,8	1,9	1.402,3

LOCAL: 42

MUNICÍPIO: ARROIO GRANDE

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
32,5	22	2,7	3,3	50	0,301	0,235	0,293

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	16,0	100,0	51,0	128,8	-	295,9
MANUTENÇÃO	-	-	302,9	772,4	0,5	1.075,7
TOTAL	16,0	100,0	353,9	901,2	0,5	1.371,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	16,0	100,0	52,8	128,8	0,1	297,7
MANUTENÇÃO	-	-	313,2	772,4	0,6	1.086,2
TOTAL	16,0	100,0	366,0	901,2	0,7	1.383,9

LOCAL: 42

MUNICÍPIO: ARROTO GRANDE

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
32,5	22	2,7	3,3	50	0,301	0,235	0,293

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	16,0	100,0	51,0	128,8	-	295,9
MANUTENÇÃO	-	-	302,9	772,4	0,5	1.075,7
TOTAL	16,0	100,0	353,9	901,2	0,5	1.371,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	16,0	100,0	52,8	128,8	0,1	297,7
MANUTENÇÃO	-	-	313,2	772,4	0,6	1.086,2
TOTAL	16,0	100,0	366,0	901,2	0,7	1.383,9

LOCAL: 43

MUNICÍPIO: ARROIO GRANDE

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
32,0	109	2,7	3,4	45	0,251	0,151	0,234

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	38,7	100,0	51,2	128,8	0,2	318,9
MANUTENÇÃO	-	-	304,8	772,4	2,3	1.079,5
TOTAL	38,7	100,0	356,0	901,2	2,5	1.398,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	38,7	100,0	51,5	128,8	0,2	319,2
MANUTENÇÃO	-	-	306,7	772,4	2,8	1.081,9
TOTAL	38,7	100,0	358,2	901,2	3,0	1.401,1

LOCAL: 45

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
36,5	32	2,7	3,5	60	0,248	0,179	0,239

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	75,6	100,0	53,2	124,8	-	353,6
MANUTENÇÃO	-	-	317,3	785,7	0,8	1.103,8
TOTAL	75,6	100,0	370,5	910,5	0,8	1.457,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	75,6	100,0	54,7	124,8	0,1	355,2
MANUTENÇÃO	-	-	326,5	785,7	1,1	1.113,1
TOTAL	75,6	100,0	381,0	910,5	1,2	1.468,5



LOCAL: 45

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV (mm . dia <sup>-1</sup> )	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	75,6	100,0	53,2	124,8	-	353,6
MANUTENÇÃO	-	-	317,3	785,7	0,8	1.103,8
TOTAL	75,6	100,0	370,5	910,5	0,8	1.457,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	75,6	100,0	54,7	124,8	0,1	355,2
MANUTENÇÃO	-	-	326,3	785,7	1,1	1.113,1
TOTAL	75,6	100,0	381,0	910,5	1,2	1.468,3

LOCAL: 46

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV (mm . dia <sup>-1</sup> )	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI
38.0	270	2.7	3,6	60	0,274	0,213	0,261

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	71,4	100,0	54,5	124,8	0,4	351,1
MANUTENÇÃO	-	-	325,2	785,7	6,5	1.117,4
TOTAL	71,4	100,0	379,7	910,5	6,9	1.468,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	71,4	100,0	54,7	124,8	0,6	351,6
MANUTENÇÃO	-	-	326,3	785,7	9,3	1.121,2
TOTAL	71,4	100,0	381,0	910,5	9,9	1.472,8

LOCAL: 47

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
35,5	315	2,7	3,9	80	0,349	0,239	0,309

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	36,8	100,0	47,5	124,8	0,8	309,9
MANUTENÇÃO	-	-	351,0	785,7	8,8	1.145,5
TOTAL	36,8	100,0	398,5	910,5	9,6	1.455,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	36,8	100,0	47,7	124,8	1,2	310,5
MANUTENÇÃO	-	-	352,3	785,7	14,5	1.152,5
TOTAL	36,8	100,0	400,0	910,5	15,7	1.463,0

LOCAL: 48

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
41,0	113	2,7	3,7	70	0,287	0,209	0,261

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	104,3	100,0	52,6	124,8	0,2	381,9
MANUTENÇÃO	-	-	336,2	785,7	2,9	1.124,8
TOTAL	104,3	100,0	388,8	910,5	3,1	1.506,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	104,3	100,0	53,1	124,8	0,5	382,5
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	4,5	1.129,5
TOTAL	104,3	100,0	392,4	910,5	4,8	1.512,0

LOCAL: 49

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KII	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . dia <sup>-1</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
35,0	308	2,7	3,7	70	0,328	0,210	0,275

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	52,5	100,0	45,7	124,8	0,6	323,6
MANUTENÇÃO	-	-	338,1	785,7	8,1	1.131,9
TOTAL	52,5	100,0	383,8	910,5	8,7	1.455,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	52,5	100,0	45,8	124,8	0,9	324,1
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	12,4	1.137,3
TOTAL	52,5	100,0	385,1	910,5	13,3	1.461,4

LOCAL: 72

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
32,5	187	2,7	3,6	60	0,223	0,130	0,196

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	77,4	100,0	50,9	124,8	0,3	353,4
MANUTENÇÃO	-	-	324,7	785,7	4,5	1.114,9
TOTAL	77,4	100,0	375,6	910,5	4,8	1.468,3

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	77,4	100,0	51,1	124,8	0,5	353,8
MANUTENÇÃO	-	-	326,3	785,7	6,4	1.118,4
TOTAL	77,4	100,0	377,4	910,5	6,9	1.472,2

LOCAL: 73

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KII	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
35,5	185	2,7	3,6	60	0,277	0,182	0,252

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	61,8	100,0	50,9	124,8	0,3	337,9
MANUTENÇÃO	-	-	324,7	785,7	4,5	1,114,8
TOTAL	61,8	100,0	375,6	910,5	4,8	1.452,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	61,8	100,0	51,2	124,8	0,5	338,2
MANUTENÇÃO	-	-	326,2	785,7	6,3	1,118,3
TOTAL	61,8	100,0	377,4	910,5	6,8	1.456,5

LOCAL: 74

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
33,5	167	2,7	3,7	70	0,264	0,183	0,236

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	69,3	100,0	52,9	124,8	0,3	347,3
MANUTENÇÃO	-	-	337,2	785,7	4,4	1.127,3
TOTAL	69,3	100,0	390,1	910,5	4,7	1.474,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	69,3	100,0	53,2	124,8	0,5	347,8
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	6,7	1.131,7
TOTAL	69,3	100,0	392,5	910,5	7,2	1.479,5



LOCAL: 75

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS.

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
34,0	300	2,7	3,6	60	0,255	0,191	0,243

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	58,2	100,0	54,6	124,8	0,5	338,2
MANUTENÇÃO	-	-	325,5	785,7	7,3	1.118,2
TOTAL	58,2	100,0	379,9	910,5	7,8	1.456,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	58,2	100,0	54,8	124,8	0,8	338,6
MANUTENÇÃO	-	-	326,2	785,7	10,3	1.122,2
TOTAL	58,2	100,0	381,0	910,5	11,1	1.460,8

LOCAL: 76

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
41,0	161	2,7	3,6	60	0,335	0,240	0,321

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	53,4	100,0	54,5	124,8	0,3	333,0
MANUTENÇÃO	-	-	324,4	785,7	3,9	1.114,0
TOTAL	53,4	100,0	378,9	910,5	4,2	1.447,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	53,4	100,0	54,8	124,8	0,4	333,4
MANUTENÇÃO	-	-	326,4	785,7	5,6	1.117,6
TOTAL	53,4	100,0	381,1	910,5	6,0	1.451,0

LOCAL: 77

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
41,0	1190	2,7	3,5	50	0,342	0,170	0,294

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	58,0	100,0	45,6	124,8	1,9	330,3
MANUTENÇÃO	-	-	313,0	785,7	25,5	1.124,2
TOTAL	58,0	100,0	358,6	910,5	27,4	1.454,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	58,0	100,0	45,6	124,8	2,6	331,0
MANUTENÇÃO	-	-	313,2	785,7	34,1	1.133,0
TOTAL	58,0	100,0	358,8	910,5	36,7	1.464,0

LOCAL: 78

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV (mm . dia <sup>-1</sup> )	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI
43,5	78	2,7	3,6	65	0,361	0,235	0,330

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	68,2	100,0	51,5	124,8	0,1	344,6
MANUTENÇÃO	-	-	328,7	785,7	2,0	1.116,4
TOTAL	68,2	100,0	380,2	910,5	2,1	1.461,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	68,2	100,0	52,2	124,8	0,2	345,4
MANUTENÇÃO	-	-	332,8	785,7	2,9	1.121,4
TOTAL	68,2	100,0	385,0	910,5	3,1	1.466,8

LOCAL: 79

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
44,0	45	2,7	3,5	60	0,337	0,214	0,320

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	72,0	100,0	53,7	124,8	0,1	350,5
MANUTENÇÃO	-	+	319,8	785,7	1,1	1.106,7
TOTAL	72,0	100,0	373,5	910,5	1,2	1.457,2

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	72,0	100,0	54,7	124,8	0,1	351,6
MANUTENÇÃO	-	-	326,3	785,7	1,5	1.113,5
TOTAL	72,0	100,0	381,0	910,5	1,6	1.465,1

LOCAL: 80

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KII	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
40,5	324	2,7	3,6	60	0,521	0,226	0,306

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	59,4	100,0	54,6	124,8	0,6	339,4
MANUTENÇÃO	-	-	325,4	785,7	7,8	1.118,9
TOTAL	59,4	100,0	380,0	910,5	8,4	1.458,3

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	59,4	100,0	54,8	124,8	0,8	339,8
MANUTENÇÃO	-	-	326,2	785,7	11,2	1.123,1
TOTAL	59,4	100,0	381,0	910,5	12,0	1.462,9

LOCAL: 81

MUNICÍPIO: SÃO LOURENÇO DO SUL

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
32,0	67	2,7	3,8	80	0,293	0,233	0,290

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	24,0	100,0	58,4	124,8	0,2	507,4
MANUTENÇÃO	-	-	346,2	785,0	1,9	1.153,1
TOTAL	24,0	100,0	404,6	909,8	2,1	1.440,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	24,0	100,0	59,5	124,8	0,5	508,6
MANUTENÇÃO	-	-	352,3	785,0	3,1	1.140,4
TOTAL	24,0	100,0	411,8	909,8	3,4	1.449,0

LOCAL: 82

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
37,5	274	2,7	3,7	70	0,248	0,147	0,224

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	105,7	100,0	52,9	128,8	0,4	387,8
MANUTENÇÃO	-	-	338,0	785,7	7,2	1,130,9
TOTAL	105,7	100,0	390,9	914,5	7,6	1,518,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	105,7	100,0	53,1	128,8	0,6	388,2
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	11,0	1,136,0
TOTAL	105,7	100,0	392,4	914,5	11,6	1,524,2



LOCAL: 83

MUNICÍPIO: PELOTAS

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
41,5	41	2,7	3,7	70	0,386	0,308	0,379

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	25,2	100,0	56,0	128,8	0,1	309,9
MANUTENÇÃO	-	-	330,6	785,7	1,1	1.117,6
TOTAL	25,2	100,0	386,6	914,5	1,2	1.427,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	25,2	100,0	57,2	128,8	0,2	311,4
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	1,6	1.126,6
TOTAL	25,2	100,0	396,5	914,5	1,8	1.438,0

LOCAL: 85

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
28,5	138	2,7	3,7	70	0,236	0,146	0,223

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	43,4	100,0	56,7	124,8	0,3	325,2
MANUTENÇÃO	-	-	336,7	785,7	3,6	1.126,0
TOTAL	43,4	100,0	393,4	910,5	3,9	1.451,2

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	43,4	100,0	57,1	124,8	0,5	325,8
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	5,5	1.130,5
TOTAL	43,4	100,0	396,4	910,5	6,0	1.456,3

LOCAL: 86

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
32,0	46	2,7	3,5	60	0,284	0,171	0,265

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	33,0	100,0	50,3	124,8	0,1	308,2
MANUTENÇÃO	-	-	320,0	785,7	1,1	1.106,8
TOTAL	33,0	100,0	370,3	910,5	1,2	1.415,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	33,0	100,0	51,3	124,8	0,1	309,3
MANUTENÇÃO	-	-	326,3	785,7	1,6	1.113,5
TOTAL	33,0	100,0	377,6	910,5	1,7	1.422,8

LOCAL: 87

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
30,0	1558	2,7	3,8	70	0,275	0,162	0,249

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	35,7	100,0	49,6	124,8	3,6	313,7
MANUTENÇÃO	-	-	339,1	785,7	40,8	1.165,6
TOTAL	35,7	100,0	388,7	910,5	44,4	1.479,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	35,7	100,0	49,6	124,8	5,5	315,7
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	62,5	1.187,4
TOTAL	35,7	100,0	388,7	910,5	68,0	1.503,1

LOCAL: 88

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
33,5	57	2,7	3,8	80	0,269	0,161	0,250

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	68,0	100,0	54,2	124,8	0,1	347,1
MANUTENÇÃO	-	-	345,1	785,7	1,6	1.132,4
TOTAL	68,0	100,0	399,3	910,5	1,7	1.479,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	68,0	100,0	55,3	124,8	0,2	348,3
MANUTENÇÃO	-	-	352,4	785,7	2,6	1.140,7
TOTAL	68,0	100,0	407,7	910,5	2,8	1.489,0

LOCAL: 89

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
36,0	39	2,7	3,8	80	0,515	0,232	0,292

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	54,4	100,0	53,7	124,8	0,1	333,0
MANUTENÇÃO	-	-	341,9	785,7	1,1	1.128,7
TOTAL	54,4	100,0	395,6	910,5	1,2	1.461,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	54,4	100,0	55,4	124,8	0,1	334,7
MANUTENÇÃO	-	-	352,3	785,7	1,8	1.139,8
TOTAL	54,4	100,0	407,7	910,5	1,9	1.474,5

LOCAL: 90

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
37,5	1005	2,7	3,8	70	0,285	0,190	0,264

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	77,7	100,0	53,1	124,8	1,8	557,4
MANUTENÇÃO	-	-	339,0	785,7	26,3	1.151,0
TOTAL	77,7	100,0	392,1	910,5	28,1	1.508,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	77,7	100,0	53,2	124,8	2,7	358,5
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	40,3	1.165,2
TOTAL	77,7	100,0	392,5	910,5	43,0	1.523,7

LOCAL: 91

MUNICÍPIO: CAMAQUA

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
27,5	612	2,7	3,9	80	0,244	0,151	0,219

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	44,8	100,0	51,4	124,8	1,4	322,5
MANUTENÇÃO	-	-	351,7	785,7	17,2	1.154,5
TOTAL	44,8	100,0	403,1	910,5	18,6	1.477,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	44,8	100,0	51,5	124,8	2,3	323,5
MANUTENÇÃO	-	-	352,4	785,7	28,0	1.166,0
TOTAL	44,8	100,0	403,9	910,5	30,3	1.489,5



LOCAL: 92

MUNICÍPIO: CAMAQUÁ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
34,0	619	2,7	3,7	70	0,312	0,216	0,287

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	37,1	100,0	53,3	124,8	1,4	316,6
MANUTENÇÃO	-	-	338,7	785,7	16,2	1.140,6
TOTAL	37,1	100,0	392,0	910,5	17,6	1.457,2

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	37,1	100,0	53,4	124,8	2,1	317,4
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	24,8	1.149,8
TOTAL	37,1	100,0	392,7	910,5	26,9	1.467,2

LOCAL: 93

MUNICÍPIO: CAMAQUA

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
28,5	534	2,7	3,9	80	0,210	0,147	0,188

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	77,6	100,0	1,0	124,8	1,0	358,6
MANUTENÇÃO	-	-	15,0	785,7	15,0	1.152,2
TOTAL	77,6	100,0	16,0	910,5	16,0	1.510,8

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	77,6	100,0	1,7	124,8	1,7	359,4
MANUTENÇÃO	-	-	24,4	785,7	24,4	1.162,5
TOTAL	77,6	100,0	26,1	910,5	26,1	1.521,9

LOCAL: 94

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
31,0	546	2,7	3,7	70	0,297	0,197	0,284

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	18,2	100,0	53,4	124,8	1,4	297,8
MANUTENÇÃO	-	-	338,7	785,7	14,3	1.138,7
TOTAL	18,2	100,0	392,1	910,5	15,7	1.436,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	18,2	100,0	53,5	124,8	2,2	298,7
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	21,8	1.146,8
TOTAL	18,2	100,0	392,8	910,5	24,0	1.445,5

LOCAL: 95

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
26,0	31	2,7	3,6	70	0,227	0,141	0,219

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	28,7	100,0	55,3	124,8	0,1	308,9
MANUTENÇÃO	-	-	328,2	785,7	0,8	1.114,7
TOTAL	28,7	100,0	383,5	910,5	0,9	1.423,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	28,7	100,0	57,2	124,8	0,1	310,8
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	1,3	1.126,3
TOTAL	28,7	100,0	396,5	910,5	1,4	1.437,1

LOCAL: 96

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
25,5	10	2,7	3,4	75	0,239	0,167	0,224

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	23,2	100,0	49,0	124,8	-	297,1
MANUTENÇÃO	-	-	310,9	785,7	0,5	1.096,8
TOTAL	23,2	100,0	359,9	910,5	0,5	1.393,9

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	23,2	100,0	54,5	124,8	-	302,6
MANUTENÇÃO	-	-	345,9	785,7	0,5	1.132,0
TOTAL	23,2	100,0	400,4	910,5	0,5	1.434,6

LOCAL: 97

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV (mm . dia <sup>-1</sup> )	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	65,2	100,0	39,0	124,8	-	326,9
MANUTENÇÃO	-	-	345,8	785,7	0,6	1.113,7
TOTAL	65,2	100,0	384,8	910,5	0,6	1.440,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	65,2	100,0	36,9	124,8	0,1	329,1
MANUTENÇÃO	-	-	327,4	785,7	0,8	1.132,3
TOTAL	65,2	100,0	364,3	910,5	0,9	1.461,4

LOCAL: 98

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
28,5	82	2,7	3,8	80	0,276	0,168	0,259

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	20,8	100,0	54,8	124,8	0,2	300,6
MANUTENÇÃO	-	-	347,3	785,7	2,3	1.135,3
TOTAL	20,8	100,0	402,1	910,5	2,5	1.435,9

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	20,8	100,0	55,6	124,8	0,4	301,6
MANUTENÇÃO	-	-	352,4	785,7	3,7	1.141,8
TOTAL	20,8	100,0	408,0	910,5	4,1	1.443,4

LOCAL: 99

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
29,5	982	2,7	3,9	80	0,213	0,119	0,184

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	88,8	100,0	55,2	124,8	1,7	370,5
MANUTENÇÃO	-	-	351,9	785,7	27,6	1.165,2
TOTAL	88,8	100,0	407,1	910,5	29,3	1.535,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	88,8	100,0	55,3	124,8	2,8	371,7
MANUTENÇÃO	-	-	352,3	785,7	45,0	1.183,0
TOTAL	88,8	100,0	407,6	910,5	47,8	1.554,7



LOCAL: 100

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
29,5	165	2,7	3,7	70	0,274	0,182	0,260

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	24,5	100,0	53,1	124,8	0,4	302,8
MANUTENÇÃO	-	-	337,1	785,7	4,3	1.127,1
TOTAL	24,5	100,0	390,2	910,5	4,7	1.429,2

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	24,5	100,0	53,5	124,8	0,6	303,4
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	6,6	1.131,6
TOTAL	24,5	100,0	392,8	910,5	7,2	1.435,0

LOCAL: 101

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
32,0	51	2,7	3,7	70	0,309	0,192	0,287

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	23,1	100,0	52,4	124,8	0,1	500,4
MANUTENÇÃO	-	-	332,5	785,7	1,4	1.119,6
TOTAL	23,1	100,0	584,9	910,5	1,5	1.420,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	23,1	100,0	53,5	124,8	0,2	301,6
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	2,0	1.127,0
TOTAL	23,1	100,0	392,8	910,5	2,2	1.428,6

LOCAL: 102

MUNICÍPIO: CAMAQUA

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
35,5	68	2,7	3,4	50	0,258	0,166	0,235

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	60,0	100,0	48,5	124,8	0,1	333,4
MANUTENÇÃO	-	-	309,8	785,7	1,5	1.097,0
TOTAL	60,0	100,0	358,3	910,5	1,6	1.430,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	60,0	100,0	49,1	124,8	0,1	334,0
MANUTENÇÃO	-	-	313,2	785,7	2,0	1.100,0
TOTAL	60,0	100,0	362,3	910,5	2,1	1.434,9

LOCAL: 103

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
37,5	71	2,7	3,7	70	0,283	0,170	0,259

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	81,2	100,0	52,4	124,8	0,1	358,5
MANUTENÇÃO	-	-	334,4	785,7	1,9	1.122,0
TOTAL	81,2	100,0	386,8	910,5	2,0	1.480,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	81,2	100,0	53,2	124,8	0,2	359,4
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	2,8	1.127,8
TOTAL	81,2	100,0	392,5	910,5	3,0	1.487,2

LOCAL: 104

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
36,5	719	2,7	3,9	80	0,316	0,265	0,303

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	49,6	100,0	55,3	124,8	1,6	331,4
MANUTENÇÃO	-	-	351,8	785,7	20,2	1.157,6
TOTAL	49,6	100,0	407,1	910,5	21,8	1.489,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	49,6	100,0	55,4	124,8	2,7	332,5
MANUTENÇÃO	-	-	352,4	785,7	32,9	1.171,0
TOTAL	49,6	100,0	407,8	910,5	35,6	1.503,5

LOCAL: 105

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
35,0	410	2,7	3,6	60	0,238	0,132	0,198

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	91,2	100,0	50,9	124,8	0,6	367,6
MANUTENÇÃO	-	-	325,6	785,7	9,9	1.121,1
TOTAL	91,2	100,0	376,5	910,5	10,5	1.488,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	91,2	100,0	51,1	124,8	0,9	367,9
MANUTENÇÃO	-	-	326,2	785,7	14,1	1.126,1
TOTAL	91,2	100,0	377,3	910,5	15,0	1.494,0

LOCAL: 106

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
34,5	278	2,7	3,6	60	0,264	0,140	0,250

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	57,0	100,0	54,6	124,8	0,5	336,9
MANUTENÇÃO	-	-	325,2	785,7	6,7	1.117,6
TOTAL	57,0	100,0	379,8	910,5	7,2	1.454,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	57,0	100,0	54,8	124,8	0,7	337,3
MANUTENÇÃO	-	-	326,2	785,7	9,6	1.121,5
TOTAL	57,0	100,0	381,0	910,5	10,3	1.458,8

LOCAL: 107

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
34,0	189	2,7	3,7	70	0,274	0,193	0,256

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	58,8	100,0	53,0	124,8	0,4	337,0
MANUTENÇÃO	-	-	337,4	785,7	4,9	1.128,0
TOTAL	58,8	100,0	390,4	910,5	5,3	1.465,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	58,8	100,0	53,5	124,8	0,6	337,5
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	7,5	1.132,5
TOTAL	58,8	100,0	392,6	910,5	8,1	1.470,0



LOCAL: 108

MUNICÍPIO: CAMAQUA

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
29,5	85	2,7	3,6	60	0,257	0,178	0,241

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	32,4	100,0	50,8	124,8	0,2	308,2
MANUTENÇÃO	-	-	322,8	785,7	2,0	1.110,5
TOTAL	32,4	100,0	373,6	910,5	2,2	1.418,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	32,4	100,0	51,5	124,8	0,5	308,8
MANUTENÇÃO	-	-	326,3	785,7	2,9	1.114,9
TOTAL	32,4	100,0	377,6	910,5	3,2	1.423,7

LOCAL: 109

MUNICÍPIO: CAMAQUÁ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
33,5	50	2,7	3,6	65	0,255	0,184	0,236

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	64,3	100,0	51,2	124,8	0,1	340,5
MANUTENÇÃO	-	-	326,4	785,7	1,3	1.113,3
TOTAL	64,3	100,0	377,6	910,5	1,4	1.453,8

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	64,3	100,0	52,2	124,8	0,1	341,5
MANUTENÇÃO	-	-	332,8	785,7	1,9	1.120,3
TOTAL	64,3	100,0	385,0	910,5	2,0	1.461,8

LOCAL: 110

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )					(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	
36,0	117	2,7	3,6	60	0,313	0,186	0,280

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	48,0	100,0	47,3	124,8	0,2	320,3
MANUTENÇÃO	-	-	323,7	785,7	2,8	1.112,2
TOTAL	48,0	100,0	371,0	910,5	3,0	1.432,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	48,0	100,0	47,6	124,8	0,3	320,8
MANUTENÇÃO	-	-	326,3	785,7	4,0	1.115,9
TOTAL	48,0	100,0	373,9	910,5	4,3	1.436,7

LOCAL: 111

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KII	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
26,5	150	2,7	3,7	70	0,225	0,145	0,207

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	40,6	100,0	53,0	124,8	0,4	318,7
MANUTENÇÃO	-	-	336,9	785,7	3,9	1.126,6
TOTAL	40,6	100,0	389,9	910,5	4,3	1.445,3

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	40,6	100,0	53,4	124,8	0,5	319,3
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	6,0	1.131,0
TOTAL	40,6	100,0	392,7	910,5	6,5	1.450,3

LOCAL: 112

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
31,5	217	2,7	3,6	60	0,289	0,207	0,266

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	29,4	100,0	51,1	124,8	0,5	305,8
MANUTENÇÃO	-	-	325,0	785,7	5,2	1.115,9
TOTAL	29,4	100,0	376,1	910,5	5,7	1.421,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	29,4	100,0	51,3	124,8	0,7	306,2
MANUTENÇÃO	-	-	326,5	785,7	7,4	1.119,4
TOTAL	29,4	100,0	377,6	910,5	8,1	1.425,6

LOCAL: 113

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
37,0	804	2,7	3,7	70	0,283	0,204	0,268

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	71,4	100,0	56,9	124,8	1,5	354,6
MANUTENÇÃO	-	-	338,9	785,7	21,0	1.145,6
TOTAL	71,4	100,0	395,8	910,5	22,5	1.500,2

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	71,4	100,0	57,0	124,8	2,2	355,4
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	32,3	1.157,3
TOTAL	71,4	100,0	396,3	910,5	34,5	1.512,7

LOCAL: 114

MUNICÍPIO: CAMAQUÁ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
38,0	55	2,7	3,7	70	0,312	0,232	0,285

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	66,5	100,0	52,3	124,8	0,1	343,7
MANUTENÇÃO	-	-	332,9	785,7	1,4	1.120,0
TOTAL	66,5	100,0	385,2	910,5	1,5	1.463,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	66,5	100,0	53,2	124,8	0,2	344,7
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	2,2	1.127,2
TOTAL	66,5	100,0	392,5	910,5	2,4	1.471,9

LOCAL: 115

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
28,5	50	2,7	3,6	65	0,251	0,189	0,227

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	37,7	100,0	51,3	124,8	0,1	313,9
MANUTENÇÃO	-	-	326,4	785,7	1,3	1.113,4
TOTAL	37,7	100,0	377,7	910,5	1,4	1.427,3

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	37,7	100,0	52,3	124,8	0,2	315,0
MANUTENÇÃO	-	-	552,8	785,7	1,8	1.120,3
TOTAL	37,7	100,0	385,1	910,5	2,0	1.435,3



LOCAL: 116

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KII	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
33,0	25	2,7	3,5	65	0,322	0,257	0,299

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	20,1	100,0	50,5	124,8	0,1	295,5
MANUTENÇÃO	-	-	320,3	785,7	0,6	1.106,6
TOTAL	20,1	100,0	370,8	910,5	0,7	1.402,1

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	20,1	100,0	52,5	124,8	0,1	297,5
MANUTENÇÃO	-	-	332,7	785,7	0,9	1.119,3
TOTAL	20,0	100,0	385,2	910,5	1,0	1.416,8

LOCAL: 117

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
33,0	694	2,7	3,6	60	0,370	0,169	0,234

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	57,6	100,0	29,5	124,8	1,1	313,0
MANUTENÇÃO	-	-	325,8	785,7	16,7	1.128,2
TOTAL	57,6	100,0	355,3	910,5	17,8	1.441,2

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	57,6	100,0	29,6	124,8	1,6	313,6
MANUTENÇÃO	-	-	326,2	785,7	23,8	1.135,7
TOTAL	57,6	100,0	355,8	910,5	25,4	1.449,3

LOCAL: 118

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
32,0	61	2,7	3,7	70	0,255	0,153	0,214

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	74,2	100,0	48,6	124,8	0,1	347,7
MANUTENÇÃO	-	-	333,6	785,7	1,6	1.120,9
TOTAL	74,2	100,0	382,2	910,5	1,7	1.468,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	74,2	100,0	49,5	124,8	0,2	348,6
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	2,4	1.127,5
TOTAL	74,2	100,0	388,8	910,5	2,6	1.476,1

LOCAL: 119

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
32,0	989	2,7	3,8	70	0,258	0,157	0,218

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	71,4	100,0	49,4	124,8	1,8	347,4
MANUTENÇÃO	-	-	339,0	785,7	25,9	1.150,6
TOTAL	71,4	100,0	388,4	910,5	27,7	1.498,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	71,4	100,0	49,5	124,8	2,8	348,4
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	39,6	1.164,7
TOTAL	71,4	100,0	388,8	910,5	42,4	1.513,1

LOCAL: 120

MUNICÍPIO: CAMAQUA

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
26,5	1763	2,7	3,8	70	0,237	0,147	0,216

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	34,3	100,0	53,4	124,8	4,1	316,6
MANUTENÇÃO	-	-	339,1	785,7	46,2	1.171,0
TOTAL	34,3	100,0	392,5	910,5	50,3	1.487,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	34,3	100,0	53,4	124,8	6,3	318,8
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	70,7	1.195,7
TOTAL	34,3	100,0	392,7	910,5	77,0	1.514,5

LOCAL: 121

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
27,5	41	2,7	3,6	65	0,267	0,186	0,231

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	28,6	100,0	47,6	124,8	0,1	301,1
MANUTENÇÃO	-	-	325,0	785,7	1,0	1.111,7
TOTAL	28,6	100,0	372,6	910,5	1,1	1.412,8

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	28,6	100,0	48,7	124,8	0,1	302,3
MANUTENÇÃO	-	-	332,8	785,7	1,6	1.120,0
TOTAL	28,6	100,0	381,5	910,5	1,7	1.422,3

LOCAL: 122

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
38,0	1251	2,7	3,7	65	0,278	0,211	0,257

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	79,9	100,0	52,1	124,8	2,2	359,0
MANUTENÇÃO	-	-	332,5	785,7	32,2	1.150,4
TOTAL	79,9	100,0	384,6	910,5	34,4	1.509,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	79,9	100,0	52,1	124,8	3,2	360,0
MANUTENÇÃO	-	-	332,8	785,7	46,5	1.165,0
TOTAL	79,9	100,0	384,9	910,5	49,7	1.525,0

LOCAL: 123

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
24,0	1534	2,7	3,7	65	0,216	0,154	0,195

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	29,2	100,0	52,4	124,8	3,6	310,0
MANUTENÇÃO	-	-	332,5	785,7	39,4	1.157,6
TOTAL	29,2	100,0	384,9	910,5	43,0	1.467,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	29,2	100,0	52,4	124,8	5,2	311,6
MANUTENÇÃO	-	-	332,8	785,7	57,1	1.175,6
TOTAL	29,2	100,0	385,2	910,5	62,3	1.487,2



LOCAL: 124

MUNICÍPIO: CAMAQUA

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
34,5	57	2,7	3,7	70	0,295	0,222	0,269

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	53,2	100,0	52,3	124,8	0,1	330,5
MANUTENÇÃO	-	-	333,2	785,7	1,5	1.120,3
TOTAL	53,2	100,0	385,5	910,5	1,6	1.450,8

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	53,2	100,0	57,3	124,8	0,2	331,5
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	2,3	1.127,3
TOTAL	53,2	100,0	392,6	910,5	2,5	1.458,8

LOCAL: 125

MUNICÍPIO: CAMAQUA

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
24,0	1551	2,7	3,8	70	0,196	0,062	0,148

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	64,4	100,0	45,8	124,8	3,0	337,9
MANUTENÇÃO	-	-	339,0	785,7	40,6	1.165,4
TOTAL	64,4	100,0	384,8	910,5	43,6	1.503,3

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	64,4	100,0	45,8	124,8	4,6	339,6
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	62,2	1.187,2
TOTAL	64,4	100,0	385,1	910,5	66,8	1.526,8

LOCAL: 126

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV (mm . dia <sup>-1</sup> )	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	54,6	100,0	41,0	124,8	0,1	320,5
MANUTENÇÃO	-	-	330,8	785,7	1,1	1.117,6
TOTAL	54,6	100,0	371,8	910,5	1,2	1.438,1

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	54,6	100,0	42,0	124,8	0,1	321,5
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	1,7	1.126,7
TOTAL	54,6	100,0	381,3	910,5	1,8	1.448,2

LOCAL: 127

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
26,0	1582	2,7	3,8	70	0,208	0,096	0,160

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	70,0	100,0	49,4	124,8	2,9	347,1
MANUTENÇÃO	-	-	339,1	785,7	41,4	1.166,2
TOTAL	70,0	100,0	388,5	910,5	44,3	1.513,3

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	70,0	100,0	49,5	124,8	4,4	348,7
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	63,4	1.188,4
TOTAL	70,0	100,0	388,8	910,5	67,8	1.537,1

LOCAL: 128

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV (mm . dia <sup>-1</sup> )	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	44,1	100,0	45,8	124,8	2,4	317,1
MANUTENÇÃO	-	-	339,0	785,7	28,6	1.153,3
TOTAL	44,1	100,0	384,8	910,5	31,0	1.470,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	44,1	100,0	45,9	124,8	5,6	318,4
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	43,8	1.168,8
TOTAL	44,1	100,0	385,2	910,5	47,4	1.487,2

LOCAL: 129

MUNICÍPIO: CAMAQUÁ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
28,5	34	2,7	3,6	70	0,254	0,157	0,212

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	51,1	100,0	48,1	124,8	0,1	324,0
MANUTENÇÃO	-	-	329,1	785,7	0,9	1.115,8
TOTAL	51,1	100,0	377,2	910,5	1,0	1.439,8

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	51,1	100,0	49,6	124,8	0,1	325,6
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	1,4	1.126,4
TOTAL	51,1	100,0	388,9	910,5	1,5	1.452,0

LOCAL: 130

MUNICÍPIO: CAMAQUA

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
36,0	87	2,7	3,7	70	0,340	0,272	0,324

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	25,2	100,0	52,8	124,8	0,2	303,0
MANUTENÇÃO	-	-	335,3	785,7	2,5	1.123,3
TOTAL	25,2	100,0	388,1	910,5	2,5	1.426,3

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	25,2	100,0	53,5	124,8	0,5	303,8
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	3,5	1.128,5
TOTAL	25,2	100,0	392,8	910,5	3,8	1.432,3

LOCAL: 131

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
31,0	288	2,7	5,7	70	0,289	0,179	0,272

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	26,6	100,0	53,3	124,8	0,7	305,4
MANUTENÇÃO	-	-	338,0	785,7	7,5	1.131,2
TOTAL	26,6	100,0	391,3	910,5	8,2	1.436,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	26,6	100,0	53,5	124,8	1,1	305,9
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	11,5	1.136,6
TOTAL	26,6	100,0	392,8	910,5	12,6	1.442,5



LOCAL: 132

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
29,0	438	2,7	3,8	75	0,270	0,199	0,258

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	24,0	100,0	54,4	124,8	1,1	304,3
MANUTENÇÃO	-	-	344,9	785,7	11,8	1.142,4
TOTAL	24,0	100,0	399,3	910,5	12,9	1.446,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	24,0	100,0	54,5	124,8	1,8	305,1
MANUTENÇÃO	-	-	345,9	785,7	18,8	1.150,4
TOTAL	24,0	100,0	400,4	910,5	20,6	1.455,5

LOCAL: 133

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
34,5	141	2,7	3,6	60	0,328	0,274	0,314

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	18,6	100,0	51,1	124,8	0,3	294,8
MANUTENÇÃO	-	-	324,2	785,7	3,4	1.113,3
TOTAL	18,6	100,0	375,3	910,5	3,7	1.408,1

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	18,6	100,0	51,4	124,8	0,5	295,3
MANUTENÇÃO	-	-	326,5	785,7	4,8	1.116,8
TOTAL	18,6	100,0	377,7	910,5	5,3	1.412,1

LOCAL: 134

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
37,5	351	2,7	3,7	65	0,299	0,196	0,265

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	71,5	100,0	52,0	124,8	0,6	348,9
MANUTENÇÃO	-	-	331,9	785,7	9,1	1.126,7
TOTAL	71,5	100,0	383,9	910,5	9,7	1.475,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	71,5	100,0	52,2	124,8	0,9	349,4
MANUTENÇÃO	-	-	332,8	785,7	13,1	1.131,6
TOTAL	71,5	100,0	385,0	910,5	14,0	1.481,0

LOCAL: 135

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
41,5	96	2,7	3,6	65	0,401	0,300	0,369

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	29,9	100,0	48,2	124,8	0,2	303,1
MANUTENÇÃO	-	-	329,5	785,7	2,5	1.117,7
TOTAL	29,9	100,0	377,7	910,5	2,7	1.420,8

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ET <sub>m</sub> (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	29,9	100,0	48,7	124,8	0,3	303,7
MANUTENÇÃO	-	-	332,8	785,7	3,6	1.122,1
TOTAL	29,9	100,0	381,5	910,5	3,9	1.425,8

LOCAL: 136

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
30,0	471	2,7	3,9	80	0,280	0,196	0,249

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	40,8	100,0	51,4	124,8	1,1	318,2
MANUTENÇÃO	-	-	351,5	785,7	13,2	1.150,3
TOTAL	40,8	100,0	402,9	910,5	14,3	1.468,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	40,8	100,0	51,6	124,8	1,8	319,0
MANUTENÇÃO	-	-	352,3	785,7	21,6	1.159,6
TOTAL	40,8	100,0	403,9	910,5	23,4	1.478,6

LOCAL: 137

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
39,5	146	2,7	3,7	65	0,553	0,256	0,331

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	41,6	100,0	52,0	124,8	0,3	318,7
MANUTENÇÃO	-	-	330,5	785,7	3,8	1.120,0
TOTAL	41,6	100,0	382,5	910,5	4,1	1.438,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	41,6	100,0	52,3	124,8	0,4	319,1
MANUTENÇÃO	-	-	332,8	785,7	5,5	1.124,0
TOTAL	41,6	100,0	335,1	910,5	5,9	1.443,1

LOCAL: 138

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
30,0	55	2,7	3,8	75	0,222	0,165	0,207

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	69,7	100,0	56,9	124,8	0,1	351,5
MANUTENÇÃO	-	-	338,9	785,7	1,5	1.126,1
TOTAL	69,7	100,0	395,8	910,5	1,6	1.477,6

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	69,7	100,0	58,1	124,8	0,2	352,8
MANUTENÇÃO	-	-	345,8	785,7	2,3	1.133,8
TOTAL	69,7	100,0	403,9	910,5	2,5	1.486,6

LOCAL: 139

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KII	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
20,5	134	2,7	3,7	70	0,196	0,162	0,190

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	10,5	100,0	56,9	124,8	0,4	392,6
MANUTENÇÃO	-	-	336,7	785,7	3,5	1.125,9
TOTAL	10,5	100,0	393,6	910,5	3,9	1.418,5

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	10,5	100,0	57,3	124,8	0,6	293,2
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	5,3	1.130,3
TOTAL	10,5	100,0	396,6	910,5	5,9	1.423,5



LOCAL: 140

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
29,0	318	2,7	3,7	65	0,213	0,122	0,185

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	68,2	100,0	52,0	124,8	0,6	345,6
MANUTENÇÃO	-	-	331,8	785,7	8,1	1.125,6
TOTAL	68,2	100,0	383,8	910,5	8,7	1.471,2

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	68,2	100,0	52,2	124,8	0,8	346,1
MANUTENÇÃO	-	-	332,8	785,7	11,9	1.130,3
TOTAL	68,2	100,0	385,0	910,5	12,7	1.476,4

LOCAL: 141

MUNICÍPIO: CAMAQUÁ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
29,0	1222	2,7	3,8	70	0,278	0,239	0,268

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	15,4	100,0	57,3	124,8	3,2	300,7
MANUTENÇÃO	-	-	339,0	785,7	32,0	1.156,7
TOTAL	15,4	100,0	396,3	910,5	35,2	1.457,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	15,4	100,0	57,3	124,8	4,9	302,4
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	49,0	1.174,0
TOTAL	15,4	100,0	396,6	910,5	53,9	1.476,4

LOCAL: 142

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm . dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )		
52,0	707	2,7	3,7	70	0,425	0,555	0,410

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	77,0	100,0	56,9	124,8	1,3	359,9
MANUTENÇÃO	-	-	338,8	785,7	18,5	1.143,1
TOTAL	77,0	100,0	395,7	910,5	19,8	1.503,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	77,0	100,0	57,0	124,8	2,0	360,8
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	28,3	1.153,3
TOTAL	77,0	100,0	396,3	910,5	30,3	1.514,1

LOCAL: 143

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
40,0	67	2,7	3,7	70	0,291	0,172	0,268

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	92,4	100,0	52,3	124,8	0,1	369,7
MANUTENÇÃO	-	-	334,1	785,7	1,8	1.121,5
TOTAL	92,4	100,0	386,4	910,5	1,9	1.491,2

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>P</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	92,4	100,0	53,2	124,8	0,2	370,5
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	2,6	1.127,7
TOTAL	92,4	100,0	392,5	910,5	2,8	1.498,2

LOCAL: 144

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
23,5	224	2,7	3,7	65	0,226	0,133	0,199

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	23,4	100,0	48,5	124,8	0,5	297,3
MANUTENÇÃO	-	-	331,4	785,7	5,8	1.122,8
TOTAL	23,4	100,0	379,9	910,5	6,3	1.420,1

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	23,4	100,0	48,8	124,8	0,8	297,8
MANUTENÇÃO	-	-	332,7	785,7	8,3	1.126,7
TOTAL	23,4	100,0	381,5	910,5	9,1	1.424,5

LOCAL: 145

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
54,5	20	2,7	3,7	80	0,489	0,383	0,447

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	78,4	100,0	48,5	124,8	-	351,7
MANUTENÇÃO	-	-	332,4	785,7	0,6	1.118,7
TOTAL	78,4	100,0	380,9	910,5	0,6	1.470,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	78,4	100,0	51,4	124,8	0,1	354,7
MANUTENÇÃO	-	-	352,4	785,7	0,9	1.139,0
TOTAL	78,4	100,0	403,8	910,5	1,0	1.493,7

LOCAL: 146

MUNICÍPIO: CAMAQUÁ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM	UI
	(mm · dia <sup>-1</sup> )				(cm <sup>3</sup> · cm <sup>-3</sup> )		
36,0	30	2,7	3,6	70	0,281	0,168	0,237

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	86,1	100,0	47,8	124,8	0,1	358,7
MANUTENÇÃO	-	-	327,8	785,7	0,7	1.114,3
TOTAL	86,1	100,0	375,6	910,5	0,8	1.473,0

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	86,1	100,0	49,4	124,8	0,1	360,4
MANUTENÇÃO	-	-	339,3	785,7	1,2	1.126,2
TOTAL	86,1	100,0	388,7	910,5	1,3	1.486,6

LOCAL: 147

MUNICÍPIO: CAMAQUÁ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
34,5	25	2,7	3,6	70	0,241	0,156	0,215

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	91,0	100,0	51,0	124,8	-	366,9
MANUTENÇÃO	-	-	325,6	785,7	0,7	1.111,9
TOTAL	91,0	100,0	376,6	910,5	0,7	1.478,8

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	91,0	100,0	53,2	124,8	0,1	369,1
MANUTENÇÃO	-	-	339,5	785,7	1,0	1.126,0
TOTAL	91,0	100,0	392,5	910,5	1,1	1.495,1



LOCAL: 148

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	Ki	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
52,0	36	2,7	4,0	100	0,269	0,164	0,252

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	68,0	100,0	57,2	124,8	0,1	350,0
MANUTENÇÃO	-	-	363,3	785,7	1,1	1.150,2
TOTAL	68,0	100,0	420,5	910,5	1,2	1.500,2

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	68,0	100,0	59,5	124,8	0,1	352,5
MANUTENÇÃO	-	-	378,5	785,7	2,1	1.166,2
TOTAL	68,0	100,0	438,0	910,5	2,2	1.518,7

LOCAL: 149

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KH	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
44,0	215	2,7	4,2	100	0,313	0,229	0,287

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	153,0	100,0	58,9	124,8	0,5	437,0
MANUTENÇÃO	-	-	375,8	785,7	6,9	1.168,4
TOTAL	153,0	100,0	434,7	910,5	7,2	1.605,4

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	153,0	100,0	59,3	124,8	0,6	437,7
MANUTENÇÃO	-	-	378,5	785,7	12,3	1.176,5
TOTAL	153,0	100,0	437,8	910,5	12,9	1.614,2

LOCAL: 150

MUNICÍPIO: CAMAQUÃ

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

PS (%)	KI	KV	KA	PE (cm)	CC	PM (cm <sup>5</sup> . cm <sup>-3</sup> )	UI (cm <sup>-3</sup> )
	(mm . dia <sup>-1</sup> )						
34,0	120	2,7	3,5	55	0,271	0,190	0,251

## 2. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

## ● Aplicação 1

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	48,9	100,0	49,8	124,8	0,2	323,8
MANUTENÇÃO	-	-	317,6	785,7	2,7	1.105,9
TOTAL	48,9	100,0	367,4	910,5	2,9	1.429,7

## ● Aplicação 2

COMPONENTE PERÍODO	$\Delta W$ (mm)	L (mm)	D <sub>p</sub> (mm)	ETm (mm)	QL (mm)	TOTAL (mm)
INICIAL	48,9	100,0	50,2	124,8	0,3	324,2
MANUTENÇÃO	-	-	319,7	785,7	3,8	1.109,2
TOTAL	48,9	100,0	369,9	910,5	4,1	1.433,4