

I CURSO SOBRE MANEJO DE SOLO E ÁGUA  
EM PROPRIEDADES AGRÍCOLAS DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO

Doação  
FL  
02949

Período: 4 a 29 de outubro de 1982

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR TUBOS JANELADOS

José Monteiro Soares  
Luíza Teixeira de Lima  
José Ilton Fagundes da Rosa

Petrolina, PE..

1982

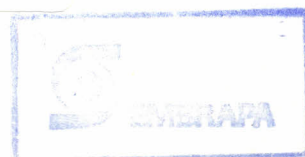
Sistema de irrigação por tubos

1982

FL - 05008



32477-1



SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR TUBOS JANELADOS<sup>1</sup>

José Monteiro Soares<sup>2</sup>

Luíza Teixeira de Lima<sup>3</sup>

José Ilton Fagundes da Rosa<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Trabalho elaborado para o I Curso de Manejo de Água e Solo em Propriedades Agrícolas do Trópico Semi-Árido.

<sup>2</sup> Pesquisador em Irrigação - CPATSA-EMBRAPA, Petrolina, PE..

<sup>3</sup> Eng<sup>os</sup> Agrícola pertencentes ao convênio CNPq/EMBRAPA/CPATSA.

- ÍNDICE -

I	- INTRODUÇÃO.....	01
II	- CARACTERIZAÇÃO.....	02
III	- ALTERNATIVAS PARA O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO.....	02
IV	- INFORMAÇÕES BÁSICAS NECESSÁRIAS PARA O DIMENSIONAMENTO DO PROJETO.	03
V	- DISTRIBUIÇÃO DA TUBULAÇÃO NO CAMPO.....	03
VI	- ROTEIRO PARA O DIMENSIONAMENTO DE UM PROJETO.....	04
VII	- EXEMPLOS.....	11
VIII-	LITERATURA CONSULTADA.....	17

## SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR TUBOS JANELADOS

I - Intródução

Nesse sistema de irrigação a condução de água é feita através de tubulação de PVC rígido enquanto a distribuição de água na parcela também é feita através de tubos de PVC com pequenas saídas (janelas) uniformemente espaçadas. Podendo ser utilizado para a exploração da maioria das culturas, principalmente em propriedades com limitação de água.

Dentre as principais vantagens, podemos destacar: pequeníssima perda de água por condução; aplicação localizada de água; a topografia do terreno deve ser apenas regularizada; tubulação de condução e de distribuição totalmente móvel; fácil manejo; etc. A principal desvantagem que merece ser ressaltada é o espaçamento entre janelas que é fixo. Portanto, deve-se eleger um espaçamento que atenda as culturas de menor espaçamento. Enquanto que as culturas de maior espaçamento são normalmente atendidas pela não utilização de uma ou mais janelas consecutivas.

## II - Caracterização

As figuras 1, 2 e 3 apresentam modelos esquemáticos de um sistema de irrigação por sulcos, utilizando-se tubos janelados para módulos médios irrigáveis de 1,0 ha. A carga hidráulica mínima para o manejo desse sistema é de 1 m e a vazão vai depender do diâmetro, do comprimento da tubulação utilizada e da alternativa selecionada.

Na implantação de sistemas com tubos janelados pode-se utilizar sulcos curtos e fechados, bem nivelados; sulcos longos, abertos na extremidade final e com desnível; como também bacias ou melgas bem niveladas.

Esse sistema caracteriza-se pela aplicação da água numa das extremidades do sulco ou da bacia através de pequenas estruturas (janelas) instaladas ao longo de tubos de PVC rígido, de maneira que cada janela corresponda a um ponto de aplicação de água. A distância entre duas janelas consecutivas deve corresponder ao menor espaçamento entre fileiras dentre as culturas a serem exploradas. O número de sulcos ou de bacias irrigadas por vez depende principalmente da vazão ou do volume de água disponível na propriedade. A frequência de irrigação pode variar de 4 a 6 dias, dependendo do tipo de solo, da cultura explorada e lâmina de irrigação.

O dimensionamento de sistemas de irrigação para módulos de 1 ou mais hectares poderá basear-se nos esquemas apresentados pelas figuras 1 a 3. Nos cálculos deve-se considerar o tamanho do módulo desejado, localização do ponto de tomada de água, formato da área disponível, topografia do terreno (sistemização ou não) etc.

## III - Alternativas para o dimensionamento do sistema de irrigação

Dentre as alternativas que devem ser levadas em consideração para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação, podemos destacar as seguintes:

- 1- Sem necessidade de bombeamento;
- 2- Com necessidade de bombeamento e sem reservatório;
- 3- Com necessidade de bombeamento e com reservatório.

A alternativa 1 implica na disponibilidade de um ponto de tomada de água com carga hidráulica (barreiros, açudes, poços jorrantes, etc.) suficiente

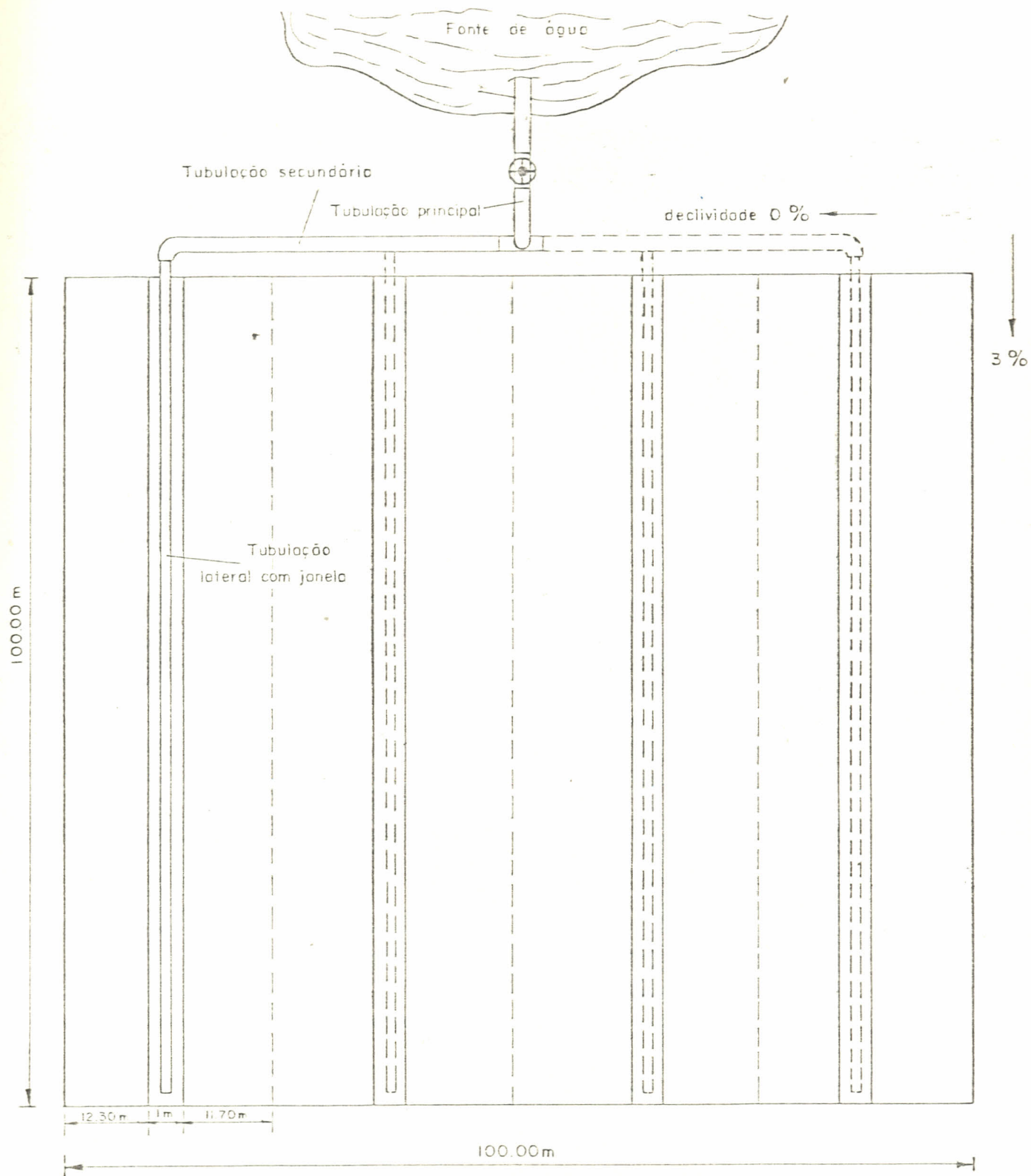


FIGURA 1. Esquema de um sistema de irrigação por tubos janelados para um módulo médio irrigável de 2,0 ha. segundo a alternativa 1.

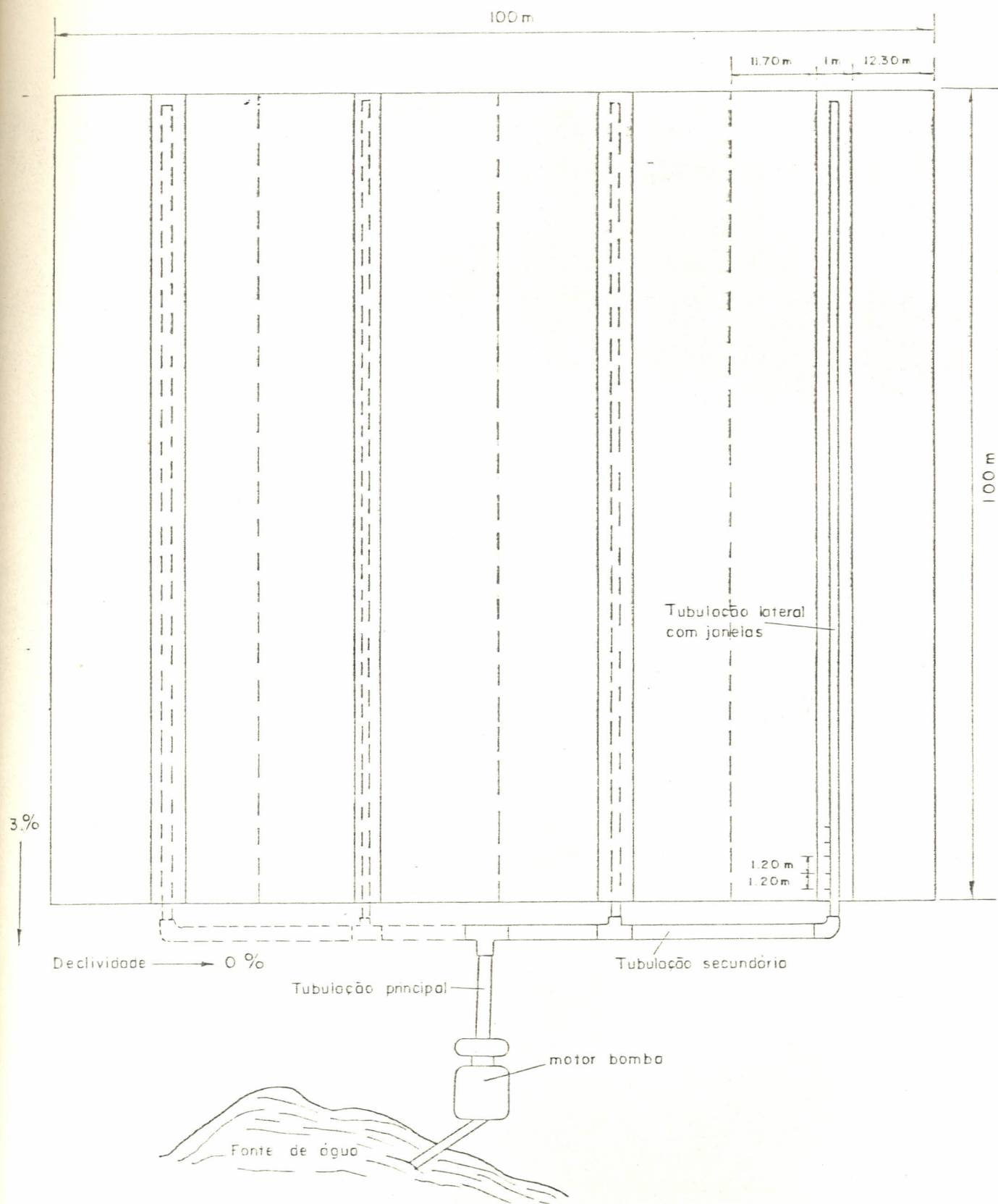


FIGURA 2. Esquema de um sistema de irrigação por tubos janelados para um módulo-médio irrigável de 2,0 ha. segundo a alternativa 2.

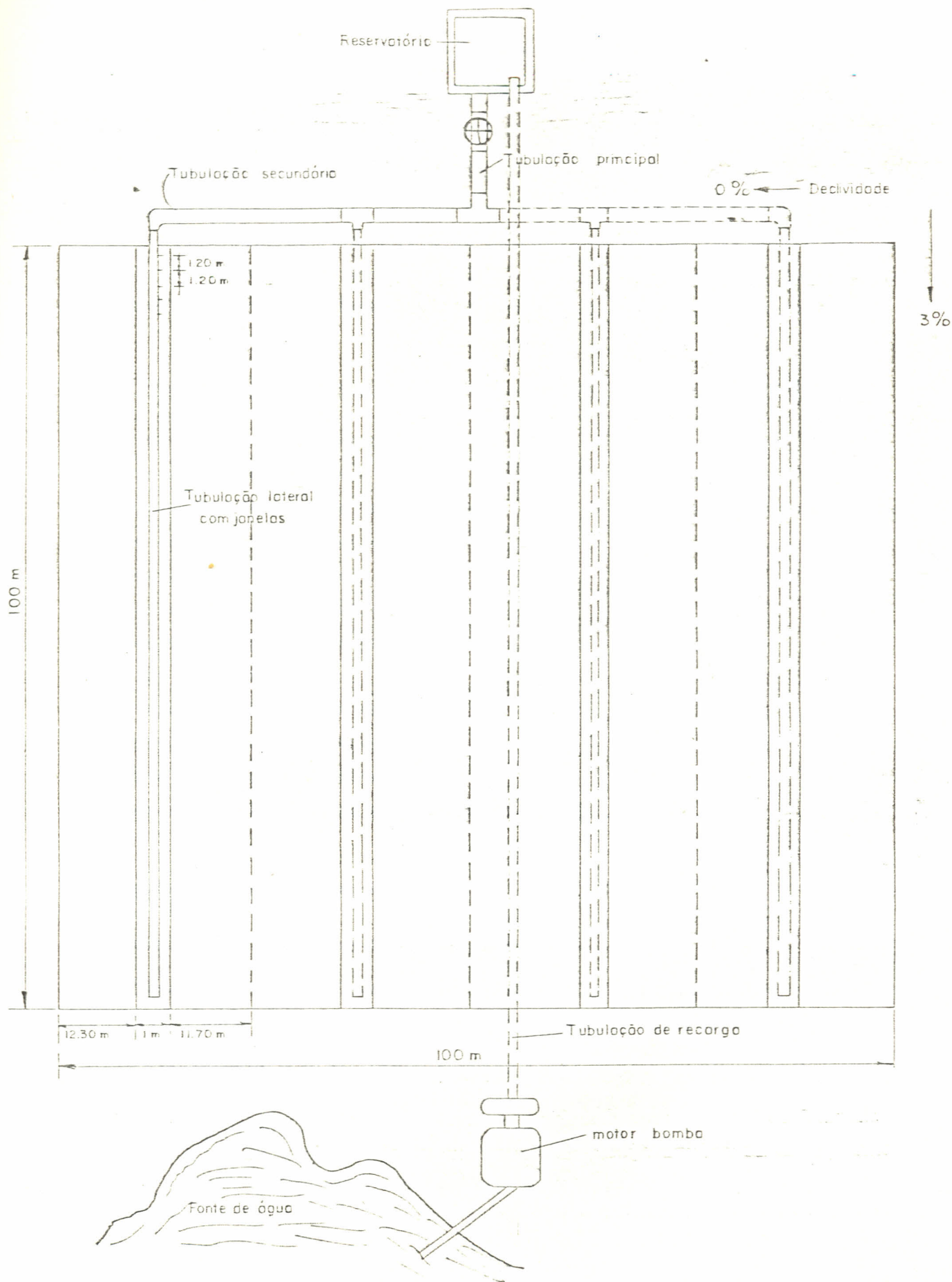


FIGURA 3. Esquema de um sistema de irrigação por tubos janelados para um módulo médio de 2,0 ha. segundo a alternativa 3.



para o funcionamento de sistemas de irrigação de baixa pressão. Figura 1.

A alternativa 2 refere-se a um sistema que requer o bombeamento direto da água entre o ponto de tomada e a parcela. Figura 2.

A alternativa 3 se caracteriza pela necessidade de um bombeamento intermitente da água para um reservatório que se localiza no ponto mais elevado da área a ser irrigada. Para efeito de cálculo dos custos, considerou-se um reservatório situado a uma distância de 100 m da fonte de água e com uma capacidade de  $50 \text{ m}^3$ ; em sua base deve ser instalado o ponto de tomada de água. Figura 3.

#### IV - Informações básicas necessárias para o dimensionamento do projeto

- a) Texturas do solo e do subsolo
- b) Profundidades efetivas do solo e do sistema radicular
- c) Curva de retenção de umidade ou na falta de capacidade de campo e ponto de murcha permanente
- d) Curva de infiltração
- e) Levantamento topográfico
- f) Limitações gerais da área
- g) Tipo de cultura
- h) Evapotranspiração do cultivo
- i) Eficiência de irrigação ( $\geq 90\%$ )
- j) Nível de água disponível no solo
- k) Horas de trabalho por dia na propriedade

#### V - Distribuição das tubulações no campo

- a) Localização e tipo de fonte de água

Localização do poço - Deve ser localizado o mais próximo possível do centro do campo, para permitir uma mobilidade econômica das tubulações;

Canais - Estudar a viabilidade de usar parte do canal, de modo a reduzir o custo da tubulação principal e/ou estudar a possibilidade do uso de motobomba portátil;

Rios - A casa da motobomba deve, ficar o mais próximo possível da parte central da área;

Energia - Aproveitar o máximo possível a energia gravitacional disponível.

Tamanho e forma da área - Quadrangular a área de modo a usar múltiplas rotações, o que implica numa economia de mão-de-obra.

## VI - Roteiro para o dimensionamento de um projeto

### Quantidade real necessária de água

$$QRN = 10 \frac{CC - PMP}{100} \times da \times K \times H \quad \text{eq. (1)}$$

em que:

QRN = quantidade real necessária de água (mm)

CC = capacidade de campo em base seca (%)

PMP = ponto de murcha permanente em base seca (%)

da = densidade aparente ( $\text{g/cm}^3$ )

K = nível de água disponível no solo (%)

H = profundidade efetiva das raízes (cm)

### Quantidade total necessária de água

$$QTN = QRN \frac{1}{Ei} \quad \text{eq. (2)}$$

em que:

QTN = quantidade total necessária de água (mm)

Ei = eficiência de irrigação (%)

### Turno de rega em frequência de irrigação

$$TR = \frac{QRN}{ETc} \quad \text{eq. (3)}$$

em que:

TR = turno de rega (dias)

ETc = evapotranspiração crítica da cultura (mm/dia)

Volume de água aplicada por sulco por irrigação

$$VAS = QTN \cdot x \cdot Am \quad \text{eq. (4)}$$

em que:

VAS = volume de água aplicada por sulco por irrigação (l)

Am = área molhada por sulco (m<sup>2</sup>). Para solos da classe oxissol a largura da faixa molhada por sulco, é de 70 a 80 cm, sob condições normais de irrigação.

Vazão média por janela

A vazão média (Qm) por janela é função da carga hidráulica, do diâmetro e do número de janelas em funcionamento simultâneo.

Tempo de irrigação por sulcos

$$TIS = \frac{VAS}{Qm} \quad \text{eq. (5)}$$

em que:

TIS = tempo de irrigação por sulco (minuto)

Número de sulcos irrigados por vez

O número de sulcos irrigados por vez (n) dependerá da vazão total disponível na propriedade, da vazão média por janela, do coeficiente de uniformidade de vazão das janelas (que depende do atrito, declividade, espaçamento entre janelas e do número de janelas em funcionamento simultâneo).

Volume de água aplicado por unidade de irrigação

$$VAUI = VAS \cdot n \quad \text{eq. (6)}$$

em que:

VAUI = volume de água aplicado por unidade de irrigação (l)

Tempo de irrigação por unidade de irrigação

$$TIUI = \frac{VAUI}{Q_T} \quad \text{eq. (7)}$$

em que:

TIUI = tempo de irrigação por unidade de irrigação (minuto)

$Q_T$  = vazão total ( $Q_T = Q_m \times n$ )

Número de unidades de irrigação irrigadas por dia

$$NUID = \frac{h}{TIUI} \quad \text{eq. (8)}$$

em que:

NUID = número de unidades de irrigação irrigadas por dia

h = horas de trabalho por dia

Número total de unidades de irrigação do projeto

$$NTUP = NTS : NSUI \quad \text{eq. (9)}$$

em que:

NTUD = número total de unidades de irrigação do projeto

NTS = número total de sulcos do projeto

NSUI = número de sulcos por unidade de irrigação

Período de irrigação

$$PI = NTUP : NUID \quad \text{eq. (10)}$$

em que:

PI = período de irrigação (dia)

Este fator é importante no dimensionamento do projeto. Quanto menor a relação  $PI/TR$ , mais elevado será o custo do sistema.  $PI \ll TR$ .

### Dimensionamento da linha lateral

O dimensionamento da linha lateral consiste na determinação do diâmetro, perdas de carga ao longo da tubulação e em pontos localizados devido a inserção da janela, ganho ou perda de energia devido a declividade e pressão no início da linha.

O diâmetro das linhas laterais mais usado é o de 3", que no caso de pequenos sistemas (vazões pequenas) tornam mínima as perdas de carga por atrito.

#### a) Perda de carga por atrito

As perdas de carga por atrito compreendem as perdas ao longo da tubulação lateral e as perdas em pontos localizados. Os cálculos das perdas de carga devem ser realizados, apenas para a condição de operação mais crítica. Como apenas um determinado número de janelas funcionam simultaneamente, a linha lateral passa a compreender dois papéis distintos. Ou seja, um trecho para condução e outro para distribuição da água. Deste modo, as perdas de carga nesta linha devem ser calculadas de maneira distinta. Tal como:

$$hf = hf_1 + hf_2 \quad \text{eq. (11)}$$

em que:

$hf$  = perda de carga total devido ao atrito (m)

$hf_1$  = perda de carga ao longo do trecho de condução (m)

$hf_2$  = perda de carga ao longo do trecho de distribuição (m)

A perda de carga ao longo do trecho de distribuição é dada por:

$$hf_1 = J \cdot L_1 \cdot \frac{Se + fe}{Se} \quad \text{eq. (12)}$$

em que:

$J$  = perda de carga relativa (m/100 m) (Fig. 4.)

$L_1$  = comprimento do trecho de condução (m)

$Se$  = espaçamento entre janelas (m)

$fe$  = perda de carga localizada transformada em metro linear (m)

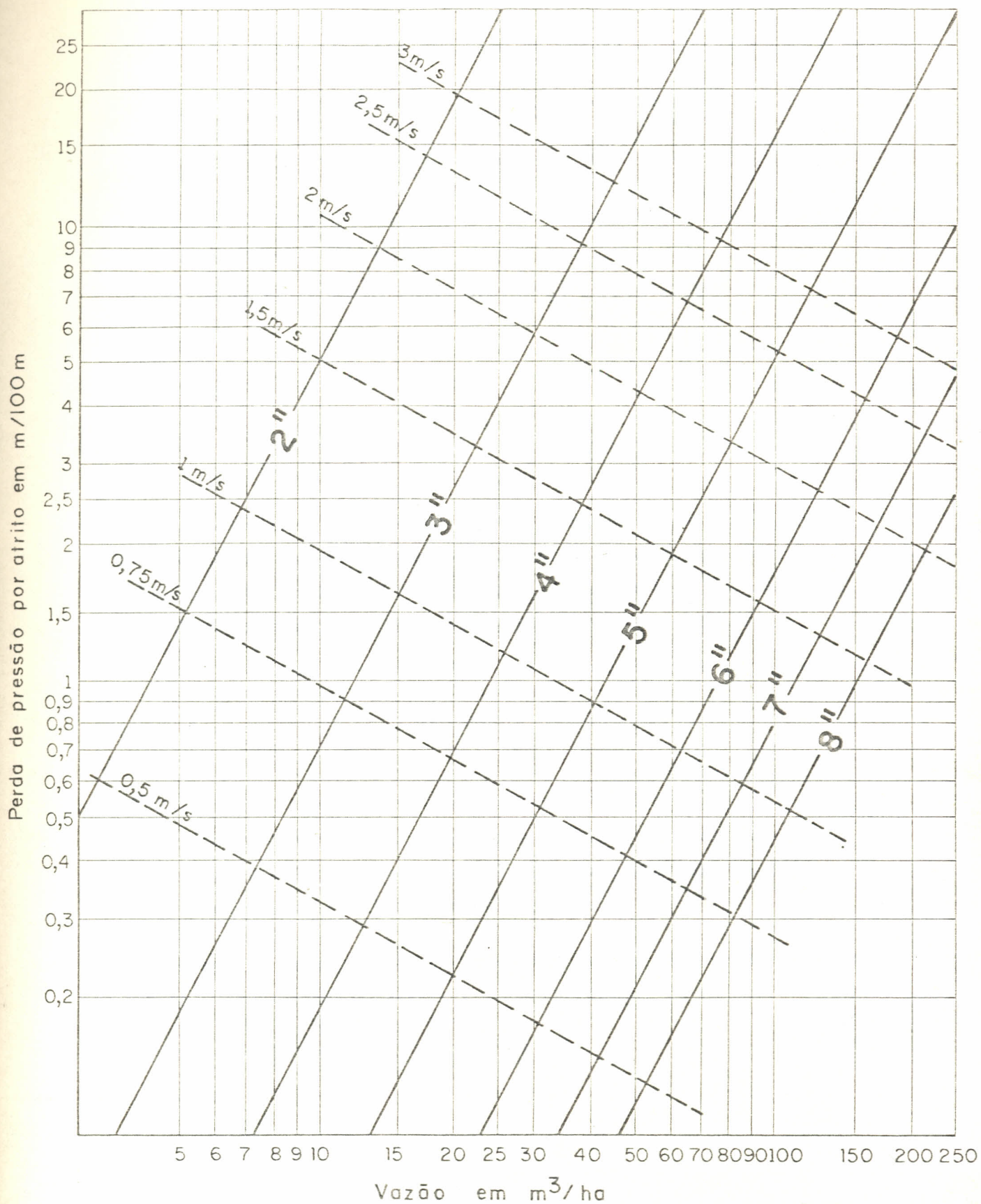


FIG.4 Perda de pressão por atrito na tubulação de alumínio com engates rápidos.

Enquanto a perda de carga ao longo do trecho de distribuição é dada por:

$$hf_2 = J \cdot L_2 \cdot \frac{Se + fe}{Se} \cdot F \quad \text{eq. (13)}$$

em que:

F = fator de Christiansen (função do número de janelas em funcionamento simultâneo). Tabela 1.

Assim, a perda de carga total devido ao atrito será:

$$hf = hf_1 + hf_2 = J \cdot L_1 \cdot \frac{Se + fe}{Se} + J \cdot L_2 \cdot \frac{Se + fe}{Se} \cdot F$$

$$hf = J \cdot \frac{Se + fe}{Se} (L_1 + L_2 \cdot F) \quad \text{eq. (14)}$$

Como é sabido, o Desnível do terreno concorre para o aumento ou redução da quantidade de energia disponível no interior da tubulação. Quando a água é bombeada contra a pendente do terreno, o desnível do terreno deve ser somado a perda de carga total, caso contrário deve ser subtraído.

O ganho ou perda de energia deve ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\Delta s = S \cdot \frac{l}{100} \quad \text{eq. (15)}$$

em que:

$\Delta s$  = desnível do terreno na direção da linha lateral (m)

S = declividade do terreno na direção da linha lateral (%)

l = comprimento da linha lateral

A pressão no início da linha lateral é função da pressão de serviço, das perdas de carga devido ao atrito e da declividade. Ou seja:

$$h_l = h_a + hf \pm \Delta s \quad \text{eq. (16)}$$

em que:

$h_l$  = pressão no início da linha lateral (m)

$h_a$  = pressão de serviço das janelas (m)

Tabela 1. Valores do Fator de Christiansen (F) calculado para  $m = 1,75$ .

Nº de orifícios	Valor de F	Nº de orifícios	Valor de F	Nº de orifícios	Valor de F
1	1	12	0,406	26	0,383
2	0,649	13	0,403	28	0,382
3	0,546	14	0,400	30	0,380
4	0,498	15	0,398	35	0,378
5	0,469	16	0,395	40	0,376
6	0,451	17	0,394	50	0,374
7	0,438	18	0,392	75	0,370
8	0,428	19	0,390	100	0,369
9	0,421	20	0,389	200	0,366
10	0,415	21	0,387	$\infty$	0,364
11	0,410	24	0,385		

#### Dimensionamento da linha principal

O dimensionamento da linha principal consiste na obtenção do diâmetro, perdas de carga na tubulação principal e ganho ou perda de energia devido a declividade do terreno.

A perda de carga na linha principal é dada por:

$$H_f = J \cdot L \quad \text{eq. (17)}$$

em que:

$H_f$  = Perda de carga na linha principal (m)

$J$  = Perda de carga relativa (m/100m)

$L$  = Comprimento da linha principal (m)

O desnível do terreno é dado por:

$$\Delta S = S \times \frac{L}{100} \quad \text{eq. (18)}$$



em que:

$\Delta S$  = Desnível do terreno na direção da linha principal (m)

S = Declividade do terreno na direção da linha principal (%)

L = Comprimento da linha principal (m)

#### A Pressão no início da linha principal.

A pressão no início da linha principal é função da pressão no início da linha lateral, da perda de carga na linha principal e da declividade do terreno. Ou seja:

$$HL = h_l + H_f \pm \Delta S \quad \text{eq. (19)}$$

em que:

HL = Pressão no início da linha principal (m)

#### Altura manométrica necessária

A altura manométrica necessária é função da pressão da linha principal e da altura de sucção. Ou seja:

$$H_m = (H_l + H_s) \cdot f \quad \text{eq. (20)}$$

em que:

$H_m$  = Altura manométrica necessária (m)

$H_s$  = Altura de sucção (m)

f = Fator de correção e extra capacidade igual a 1,155.

No dimensionamento de projetos de irrigação segundo as alternativas 1 e 3, o objetivo final é a determinação da altura do reservatório de água, que

deve ser localizado no ponto mais elevado do terreno. Mas a altura do reservatório não deve ser superior a 3m, por motivos econômicos, condição esta que pode limitar a vazão média das janelas, assim como o número de janelas em funcionamento simultâneo.

A seleção de tubos com maior diâmetro (3 ou 4") implicará na redução das perdas de carga por atrito, que para uma mesma declividade do terreno, resultará na redução da altura do reservatório. Por outro lado, para uma mesma perda de carga por atrito, a redução da declividade do terreno, implicará no aumento da altura do reservatório. Assim, para um maior desempenho do sistema de irrigação, as linhas de distribuição e principal devem ser projetadas, de modo que a perda de carga por atrito seja anulada pelo ganho de energia devido a declividade, separadamente para cada linha. Deste modo, a altura necessária do reservatório a menor possível.

#### Seleção do conjunto motobomba

A seleção do conjunto motobomba é realizada em função da altura manométrica necessária e da vazão total, através de abacos de curvas de bomba específicas para cada marca. Deve-se evitar a seleção de bombas que apresente rendimento inferior a 60%.

#### VII - Exemplo

##### a) Fatores devido ao solo

CC = 15%

PMP = 7%

$d_a = 1,58 \text{ g/cm}^3$

Dimensões da área = 204m x 102m = 2 ha.

##### b) Fatores devido a planta

Cultura = capim elefante

Profundidade da raiz = 60 cm

Nível de água disponível no solo = 50 %

ET cultivo = 7 mm/dia

##### c) Declividade longitudinal do terreno = 3%

Horas de trabalho por dia = 12 h

Largura da faixa molhada por sulco = 0,80 m

Alternativa de bombeamento = 2

Vazão disponível para irrigação = 6 l/s

Qualidade da água de irrigação =  $C_3 S_1$

Eficiência de irrigação = 90%

TABELA . Custo de implantação de um sistema de irrigação por sulcos utilizando tubos janelados para módulos médios irrigáveis de 2,0 ha. Julho/82 (Petrolina-PE).

ALTERNATIVA 2 - Tomada de água com necessidade de bombeamento

Vazão total = 18 m<sup>3</sup>/h

Altura monométrica necessária = 15 m

Declividade longitudinal = 3%

Declividade transversal = 0%

Espaçamento entre sulcos = 1,20 m.

Vazão aplicada por sulco = 1,0 l/s.

Frequência de irrigação = 4 dias

Culturas: Milho, feijão, tomate, melancia, fruteiras etc.

Tempo de irrigação por sulco = 4 min.

Comprimento do sulco = 12 m.

Dimensões da área = 204m x 102m

Nº de sulcos irrigadas por vez = 5.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	VALOR	
			Cr\$	U.S.\$*
- Cano de PVC rígido com 6 m de comprimento, engate rápido, 3" de Ø e janelas de 1" de Ø espaçadas de 1,20 m e anel de vedação.	Unid.	17	73.440,00	411
- Tampão final de PVC rígido azul, engate rápido de 3" de Ø.	Unid.	01	590,00	3
- Cano de PVC rígido azul com 6 m comprimento, engate rápido e 3" de Ø.	Unid.	18	101.628,00	569
- Nipel de PVC rígido azul de 3" de Ø, engate rápido fêmea/rosca.	Unid.	02	1.124,00	6
- Curva de PVC rígido azul de 3" de Ø.	Unid.	02	2.016,00	11
- Anéis de vedação p/ cano de PVC rígido azul de 3" de Ø.	Unid.	20	2.540,00	14
- Conjunto motobomba, composto de uma bomba centrífuga KSB modelo ETA-40-20 de 1.680 rpm e motor diesel yanmar NSB-50.	Unid.	01	409.529,00	2.293
- Mangote de sucção com 5 m de comprimento, 4" de Ø. válvula de pé e braçadeiras.	Unid.	01	25.222,00	141
- Ligação de pressão c/ registro, flange e vedação de 3" de Ø.	Unid.	01	15.870,00	89
- Instalação do sistema.	H/D**	04	2.200,00	56
<b>TOTAL</b>			<b>634.161,00</b>	<b>3.549</b>

\* 1 dólar = Cr\$ 178,57

ORTN = Cr\$ 1.976,41

\*\* H/D = Homem/Dia = Cr\$ 550,00 (Diária - Petrolina-PE).

Comprimento do sulco = 12 m

Espaçamento entre sulcos = 1,2 m

d) Dimensionamento do sistema

1d) - Cálculo da quantidade real necessária de água

$$QRN = 10 \frac{15 - 7}{100} \times 1,58 \text{ g/cm}^3 \times 0,50 \times 60 \text{ cm} = 37,92 \text{ mm}$$

2d) - Cálculo da quantidade total necessária de água

$$QTN = QRN \frac{1}{Ei} = 37,92 \frac{1}{0,90} = 42,13 \text{ mm}$$

3d) - Cálculo do turno de rega

$$TR = \frac{QRN}{ETC} = \frac{37,92 \text{ mm}}{7 \text{ mm/dia}} = 5,41 = 5 \text{ dias}$$

4d) - Cálculo do volume de água aplicado por sulco

$$VAS = QTN \times Am = 42,13 \text{ m} \times 12 \text{ m} \times 0,8 \text{ mm} = 404 \text{ l}$$

5d) - Obtenção da vazão média por janela

$$\text{Para } ha = 1,0 \text{ m} \implies Qm = 1,0 \text{ l/s}$$

6d) - Cálculo do tempo de irrigação por sulco

$$TIS = \frac{VAS}{Qm} = \frac{404 \text{ l}}{1,0 \text{ l/s}} \times \frac{1}{60} = 6,7 \text{ minutos}$$

7d) - Cálculo do número de sulcos irrigados por vez

assumindo-se que a vazão disponível é de  $18,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,

tem-se que o número de sulcos irrigados por vez será 5

$F = 0,469$  (Tabela 1).

8d) - Cálculo do volume de água aplicado por unidade de irrigação

$$VAUI = VAS \times n = 404 \times 5 = 2020 \text{ l}$$

9d) - Cálculo do tempo de irrigação por unidade de irrigação

$$TIUI = \frac{VAUI}{Q_T} = \frac{2.020 \text{ l}}{18.000 \text{ l/s}} = 6,7 \text{ minutos}$$

10d) - Cálculo do número de unidades de irrigação irrigadas por dia

$$NUID = \frac{h}{TIUI} = \frac{12 \text{ h} \times 60 \text{ min/h}}{6,7 \text{ min/unid}} = 107 \text{ unidades}$$

11d) - Cálculo do número total de unidades de irrigação do projeto.

$$NTUP = NTS : NSUI = 1328 \text{ sulcos} : 5 \text{ sulcos/unidades} = 266 \text{ unid}$$

12d) - Cálculo do período de irrigação

$$PI = NTUP : NUID = 266 \text{ unidades} : 107 \text{ unidades/dia} = 2,3 \text{ dia}$$

Obs.: verifica-se que este valor é bastante inferior ao valor da frequência de irrigação. Logo pode-se aceitar esta condição

13d) - Dimensionamento da linha lateral

Para  $\varnothing = 3''$  e  $Q_1 = 18 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow J = 2,4 \text{ m}/100 \text{ m}$  - Figura 4.

$$hf = hf_1 + hf_2 = J \cdot L_1 \frac{Se + fe}{Se} + J \cdot L_2 \frac{Se + fe}{Se} \times F$$

$$hf = \frac{2,4 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times \frac{1,2 \text{ m} + 0,20 \text{ m}}{1,2 \text{ m}} \times 98,6 \text{ m} + \frac{2,4 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times 4,8 \text{ m} \frac{1,2 \text{ m} + 0,2 \text{ m}}{1,2 \text{ m}}$$

$$\times 0,469 \quad \therefore \quad hf = 2,80 \text{ m}$$

$$\Delta S = \frac{S}{100} l = \frac{3 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times 102 \text{ m} = 3,06 \text{ m}$$

$$h_l = h_a + h_f + \Delta S = 1,0 + 2,80 + 3,06 = 6,86 \text{ m}$$

14d) - Dimensionamento da linha principal

$$\text{Para } \varnothing = 3'' \text{ e } Q_T = 18 \text{ m}^3/\text{h} \implies J = 2,4 \text{ m}/100 \text{ m}$$

$$H_f = J \cdot L = \frac{2,4 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times 102 \text{ m} = 2,45 \text{ m}$$

$$\Delta S = \frac{S}{100} \times L = \frac{0 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times 90 \text{ m} + \frac{3 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times 12 \text{ m} = 0,36 \text{ m}$$

$$H_L = h_l + h_f + \Delta S = 6,86 + 2,45 + 0,36 = 9,67 \text{ m}$$

15d) - Cálculo da altura manométrica necessária

$$H_m = (h_f + h_s) \cdot 1,155 = (9,67 + 3,0) \times 1,155$$

$$H_m = 14,63 \text{ cm}$$

16d) - Dimensionamento do conjunto motobomba

$$\text{Condição: alt. man. (14,63 m) x vazão (18 m}^3/\text{h)}$$

Conc. conjunto motobomba composto de uma bomba centrífuga KSB, modelo ETA 40 - 20, 1680 rpm e rotor com 200 mm de  $\varnothing$  acoplado a um motor diesel yanmar modelo NSB-50.

Dimensionamento de um sistema de irrigação segundo a alternativa 1.

Assumindo os dados assim como os cálculos do exemplo anterior (alternativa 2), poderemos partir do item 13.d.

13d) - Dimensionamento da linha lateral

$$\text{Para } \varnothing = 3'' \text{ e } Q_1 = 18 \text{ m}^3/\text{h} \implies i = 2,4 \text{ m}/100 \text{ m}$$

$$h_{fi} = \frac{2,4 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times \frac{1,2 \text{ m} + 0,2 \text{ m}}{1,2 \text{ m}} (98,6 \text{ m} + 4,8 \text{ m} \times 0,469) = 2,80 \text{ m}$$

$$\Delta S = \frac{3 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times 102 \text{ mm} = 3,06 \text{ m}$$

$$h_l = 1,0 + 2,80 - 3,06 = 0,74 \text{ m}$$

14d) - Dimensionamento da linha principal

$$\text{Para } \varnothing = 4'' \text{ e } Q_T = 18 \text{ m}^3/\text{h} \implies J = 0,6 \text{ m}/100 \text{ m}$$

$$H_f = \frac{0,6 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times 102 \text{ m} = 0,61 \text{ m}$$

$$\Delta S = \frac{0 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times 90 \text{ m} + \frac{3 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times 12 \text{ m} = 0,36 \text{ m}$$

$$H_l = 0,74 + 0,61 - 0,36 = 0,99 \text{ m}$$

15d) - Altura do reservatório

$$Ar = 1,155 \times H_l = 1,155 \times 0,99 = 1,14 \text{ m}$$

Conclusão: A carga hidráulica no reservatório deve ser igual a 1,14 m.

Dimensionamento de um sistema de irrigação segundo a alternativa 3.

Assumindo os dados e cálculos do exemplo referente a alternativa 1, poderemos partir do item 16.d, considerando que o bombeamento da água da fonte para o reservatório será feito a uma vazão de  $45 \text{ m}^3/\text{h}$ .

16d) - Dimensionamento da tubulação entre a fonte de água e o reservatório.

$$\text{Para } \varnothing = 4'' \text{ e } Q_T = 45 \text{ m}^3/\text{h} \implies J = 3,5 \text{ m}/100 \text{ m}$$

$$H_f = \frac{3,5 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times 102 \text{ m} = 3,57 \text{ m}$$

$$\Delta S = \frac{3 \text{ m}}{100 \text{ m}} \times 102 \text{ m} = 3,06 \text{ m}$$

$$H_1 = H_f + \Delta S + \text{Alt. do reservatório}$$

$$H_1 = 3,57 + 3,06 + 1,50 = 8,13 \text{ m}$$

17d) - Determinação da altura manométrica necessária.

$$H_m = (8,13 + 3,0) \times 1,155 = 12,86 \text{ m}$$

18d) - Seleção do conjunto motobomba.

Condição: Altura manométrica (12,86 m) x vazão ( $45 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

Conclusão: Conjunto motobomba composto de uma bomba centrífuga KSB, modelo ETA 50-20, 1680 rpm, rotor com 190 mm de  $\varnothing$  acoplado a um motor diesel yanmar modelo NSB-50.



TABELA . Custo de implantação de um sistema de irrigação por sulcos utilizando tubos janelados para módulos médios irrigáveis de 2,0 ha - julho/82 (Petrolina-PE).

ALTERNATIVA 3 - Tomada de água com necessidade de bombeamento e reservatório.

Declividade da linha lateral = 3%  
 Declividade da linha principal = 8%  
 Vazão total do conjunto motobomba = 45 m<sup>3</sup>/h  
 Vazão total do sistema de irrigação = 14,4 m<sup>3</sup>/h  
 Altura do reservatório = 2,0 m

Espaçamento entre sulcos = 1,20 m  
 Vazão aplicada por sulco = 1,0 l/s  
 Frequência de irrigação = 6 dias  
 Culturas: milho, feijão, tomate, melancia, fruteiras etc.

Tempo de irrigação por sulco = 6 min.  
 Comprimento do sulco = 12 m  
 Dimensões da área = 200 m x 100 m  
 Nº de sulcos irrigados por vez = 4

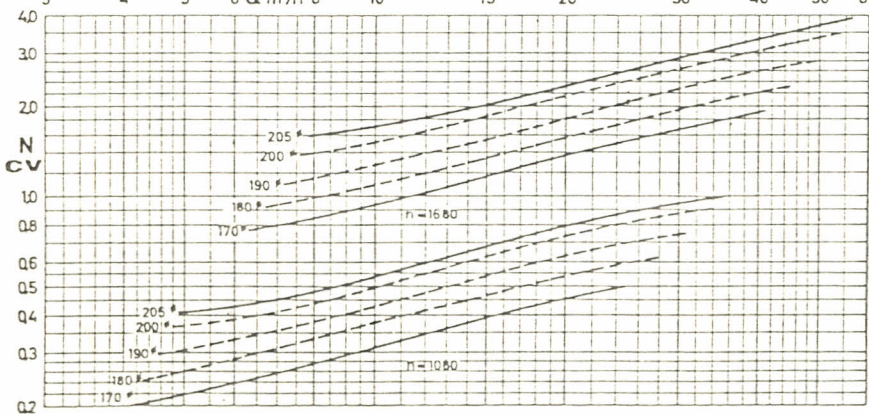
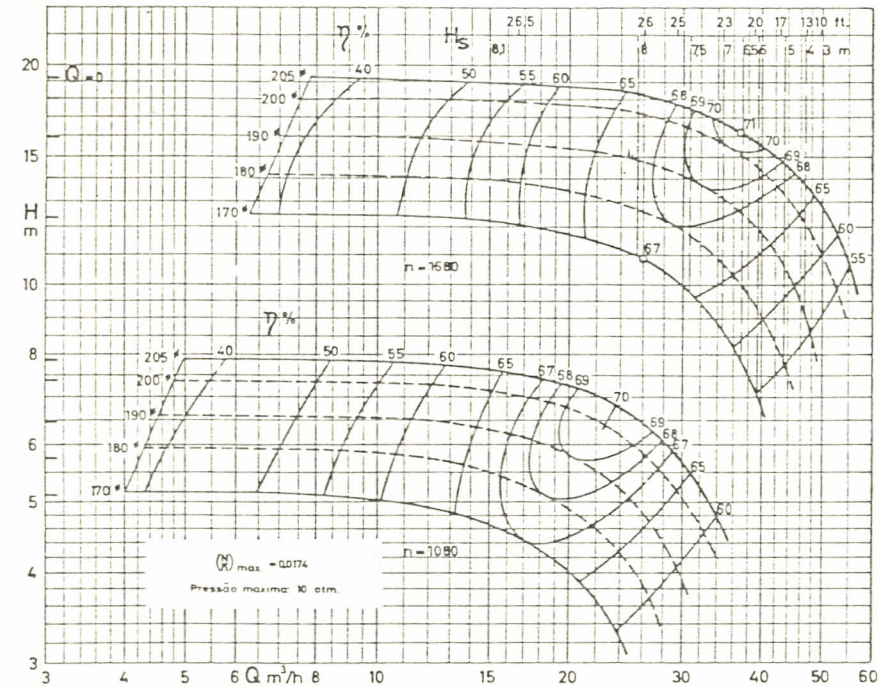
DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	VALOR	
			Cr\$	U.S.\$**
- Cano de PVC rígido com 6 m de comprimento, engate rápido, 3" de Ø e janelas de 1" de Ø espaçadas de 1,20 m e anel de vedação.	Unid.	17	73.440,00	411
- Tampão final de PVC rígido azul, engate rápido de 3" de Ø.	Unid.	01	590,00	3
- Cano de PVC rígido azul com 6 m de comprimento, engate rápido e 3" de Ø.	Unid.	18	101.628,00	569
- Nípel de PVC rígido azul de 3" de Ø, engate rápido fêmea/rosca.	Unid.	01	562,00	3
- Curva de PVC rígido azul de 3" de Ø.	Unid.	02	2.016,00	11
- Anéis de vedação p/ cano de PVC rígido azul de 3" de Ø.	Unid.	20	2.540,00	14
- Cano de PVC rígido tipo esgoto de 3 m de comprimento e 4" de Ø.	Unid.	35	24.115,00	135
- Anéis de vedação de borracha de 4" de Ø.	Unid.	35	1.400,00	8
- Curva de PVC rígido tipo esgoto em 4" de Ø	Unid.	2	1.140,00	6
- Conjunto motobomba, composto de uma bomba centrífuga KSB, modelo de 1680 rpm e motor diesel yanmar NSB-50.	Unid.	01	311.596,00	1.745
- Mangote de sucção com 5 m de comprimento, 4" de Ø, válvula de pé e braçadeiras.	Unid.	01	25.222,00	141
- Registro de gaveta de 3" de Ø.	Unid.	01	9.973,00	56
- Válvula de retenção em bronze c/ rosca de 3" de Ø.	Unid.	01	10.202,00	57
- Reservatório em capacidade de 50 m <sup>3</sup> .	Unid.	01	150.000,00	840
- Ligação de pressão c/ registro flange e vedação de 3" de Ø.	Unid.	01	15.870,00	89
- Instalação do sistema.	H/D**	04	2.200,00	12
<b>T O T A L</b>			<b>732.494,00</b>	<b>4.102</b>

\* 1 dólar = Cr\$ 178,57

ORTN = Cr\$ 1.976,41

\*\* H/D = Homem/Dia = Cr\$ 550,00

(Diária - Petrolina-PE)



Rotor	Largura	Z	M	Dados para água $\gamma = 1$	D	rpm
max./min. 205/170 Ø	8mm 5/16"	P45386C	P35167	Recalcular sempre os pontos de aplicação para a rotação efetiva	92353 92354	1680/1080

ETA  
50-20

LITERATURA CONSULTADA

- BERNARDO, S. Manual de irrigação. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1980, 436 p. ilustr.
  
- LOPEZ, J.R. Cálculos hidráulicos em instalaciones de riego localizado. Apos-tilas do II Curso Internacional de Riego Localizado. Instituto Nacional de Canários - Departamento de Suelos y Riegos. Islas Canarias España. 1981, 69 p.