



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
Centro Nacional de Pesquisa de Agricultura Irrigada - CNPAI  
Av. São Sebastião, 2055  
Caixa Postal 341  
64200 Parnaíba, PI

ISSN 0103-8702

# COMUNICADO TÉCNICO

Nº 1, set./91, p.1-7

## DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES E UNIFORMIDADE DE VAZÃO PARA SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Marco Antônio Fonseca Conceição<sup>1</sup>

O sistema de gotejamento é o que apresenta um melhor controle da aplicação e distribuição de água. Nele, a interferência do agricultor é mínima e as perdas por percolação, escoamento superficial e evaporação podem-se tornar desprezíveis. Além disso os tratos culturais são facilitados, com a redução das capinas e pulverizações e com a possibilidade de se fazerem as adubações através da água de irrigação. Possui, também, baixa demanda energética por trabalhar com pressões reduzidas e permite o uso de águas de baixa qualidade, como ocorrem em muitas áreas do semi-árido.

O objetivo desse trabalho é apresentar alguns critérios práticos para servir de orientação no dimensionamento de tubulações e na avaliação de sistemas de gotejamento.

Quando se implanta um sistema de gotejamento, não se faz sistematização do solo, o que implica em alocar tubulações, muitas vezes em condições de desnível. As situações de declive permitem um ganho de pressão ao longo da tubulação, o que pode acarretar em aumento da perda de carga admissível com uma

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Civil M. Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Agricultura Irrigada (CNPAI). Cx. Postal 341, CEP 64200-970.



CT/01, CNPAI, set./91, p. 2

consequente redução dos diâmetros, diminuindo os custos de implantação. Nas situações de aclave, ocorre justamente o contrário.

As Figuras 1 e 2 permitem o dimensionamento das linhas laterais e de derivação, adequando-as à topografia do terreno. Observa-se que essas figuras podem ser utilizadas para outros sistemas com múltiplas saídas, como é o caso da microaspersão.

O seguinte problema ilustra o procedimento de cálculo.

- Dados:
- comprimento da linha (L) = 50,0m;
  - espaçamento entre gotejadores (S) = 1,0m;
  - vazão de cada gotejador (q) = 4,0 l/h;
  - pressão de serviço (P) = 10,0 mca;
  - desnível da área (i) = 10% em declive;
  - variação da pressão ao longo da linha (ΔP) = 20%.

Pede-se: calcular o diâmetro da tubulação (D).

- Passos:
- 1) calcula-se  $L/P = 50/10 = 5$ ;
  - 2) determina-se no quadrante IV o ponto onde a horizontal a partir de  $L/P = 5$  encontra-se com a reta  $i = 10\%$  (ponto A na Figura 1);
  - 3) a partir de A, traça-se uma vertical até encontrar a curva correspondente a  $P = 20\%$  no quadrante I (ponto B na Figura 1);
  - 4) a partir de B, traça-se uma horizontal no quadrante II até encontrar a vertical traçada a partir de  $L/P = 5$  (ponto C na Figura 1);
  - 5) o ponto C representa a perda de carga unitária (J)  
 $J = 10\% = 0,1 \text{ m/m}$ ;
  - 6) com o valor de J determina-se D:  
 $D = 0,70 \cdot q^{0,37} \cdot J^{-0,21} \dots\dots\dots (1)$

onde:

D - é o diâmetro interno da tubulação, em mm;

Q - é a vazão total da tubulação, em l/h.

Assim,  
 $D = 0,70 \cdot (50 \cdot 4)^{0,37} \cdot (0,1)^{-0,21}$   
 $D = 8,06 \text{ mm}$

CT/1, CNPAI, set./91, p. 3

A equação 1 só deve ser empregada em tubulações de PVC ou polietileno, materiais que normalmente são utilizados nas linhas laterais e de derivação.

Observa-se que o valor de D refere-se ao diâmetro interno e que, normalmente, os tubos são vendidos com base nos diâmetros externos. Por isso, deve-se optar sempre por diâmetros comerciais imediatamente superiores aos valores determinados.

No exemplo anterior, utilizou-se a Figura 1 porque o terreno estava em declive. Para situações em aclave, deve-se utilizar a Figura 2, seguindo-se os mesmos passos apresentados no exemplo.

A determinação da uniformidade das vazões no campo é fundamental para se verificar se o sistema está apresentando o desempenho previsto. Para isso, faz-se necessária a utilização de amostragens, pois se torna impraticável a coleta das vazões de todos os gotejadores. O coeficiente de uniformidade (U) pode ser determinado com a seguinte expressão:

$$U = 100 \times [1 - 0,667 (QS - QI)/(QS + QI)] \dots\dots\dots (2)$$

onde:

U - é o coeficiente de uniformidade (%);

QS - é a soma das vazões de 1/6 da amostra total, correspondentes às maiores vazões (l/h);

QI - é a soma das vazões de 1/6 da amostra total, correspondentes às menores vazões (l/h).

O procedimento de cálculo pode ser ilustrado com o seguinte exemplo:

- Foram coletadas ao acaso em uma unidade operacional as 18 vazões a seguir (em l/h) 4,0; 4,1; 3,8; 3,6; 4,3; 4,2; 4,0; 3,0; 4,1; 4,2; 3,9; 3,6; 4,3; 4,5; 4,0; 4,1; 4,2; 4,2.

- 1/6 da amostra total corresponde a 3 vazões. Logo, QS será a soma das 3 maiores e QI a soma das 3 menores.

$$QS = 4,5 + 4,3 + 4,3 = 13,1$$

$$QI = 3,0 + 3,6 + 3,6 = 10,2$$

$$U = 100 \times [1 - 0,667 \times (13,1 - 10,2)/(13,1 + 10,2)]$$

$$U = 91,7\%$$

CT/01, CNPAI, set./91, p. 4

O valor mínimo aceitável de U é 80%, sendo que o recomendável é que esse valor seja superior a 90%.

O número de vazões amostradas por unidade operacional deve ser um múltiplo de 6, sendo que 18 vazões representa uma amostragem suficiente.

A Figura 3 é um nomograma onde se pode determinar o valor de U, dispensando o uso da equação 2. Para a utilização dessa figura, toma-se um recipiente de volume conhecido (100ml, por exemplo) e registra-se os diversos tempos necessários para completá-lo. Ao invés de vazões, tem-se 18 tempos diferentes, somando-se, então, os 3 maiores (TS) e os 3 menores (TI). Com os valores de TS e TI, entra-se no nomograma determinando o valor de U.

#### LITERATURA CONSULTADA

BERNUTH, RD. von. Simple and accurate friction loss equation for plastic pipe. *Journal of Irrig. and Drain. Eng.*, 116(2): 294-297. 1990.

BRALTS, V.F.; EDWARDS, D.M.; WU, I.P. Drip irrigation design and evaluation based on the statistical uniformity concept. *Advances in Irrigation*. (4): 67-117. 1987.

WU, I.P. & GITLIN, H.M. Sprinkler irrigation desing for uniformity on slopes. *Transactions of the ASAE*, 26(6): 1698-1703. 1983.

CT/01, CNPAI, set./91, p.5

10,0 15,0 20,0

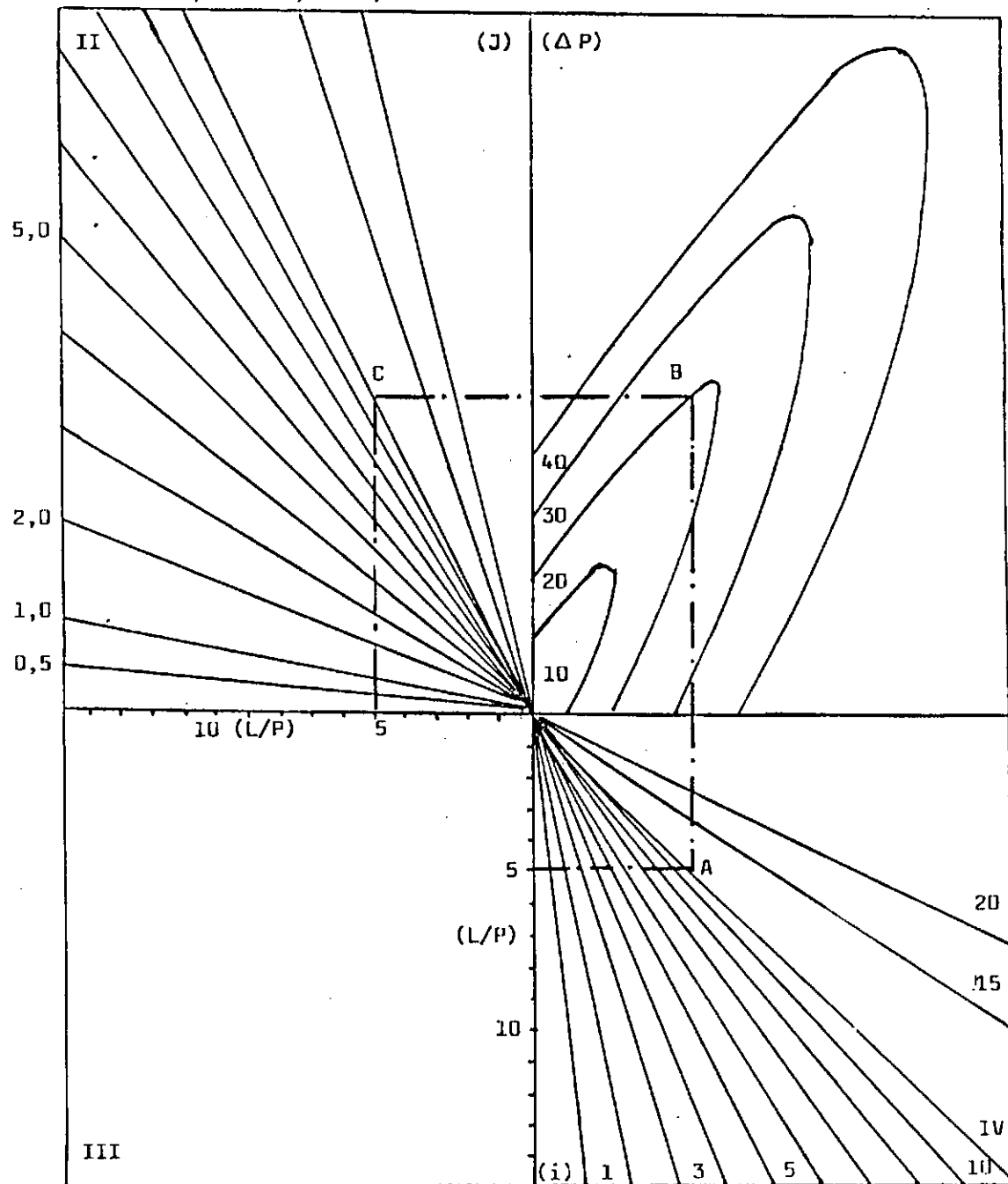


FIGURA 1 - Gráfico para dimensionamento de linhas de gotejamento - terrenos em declive (baseado em WU e GITLIN, 1983).

- J - Perda d carga (%);
- P - Variação de pressão (%);
- L - Comprimento da tubulação (m);
- P - Pressão de serviço (mca);
- i - Inclinação (%).

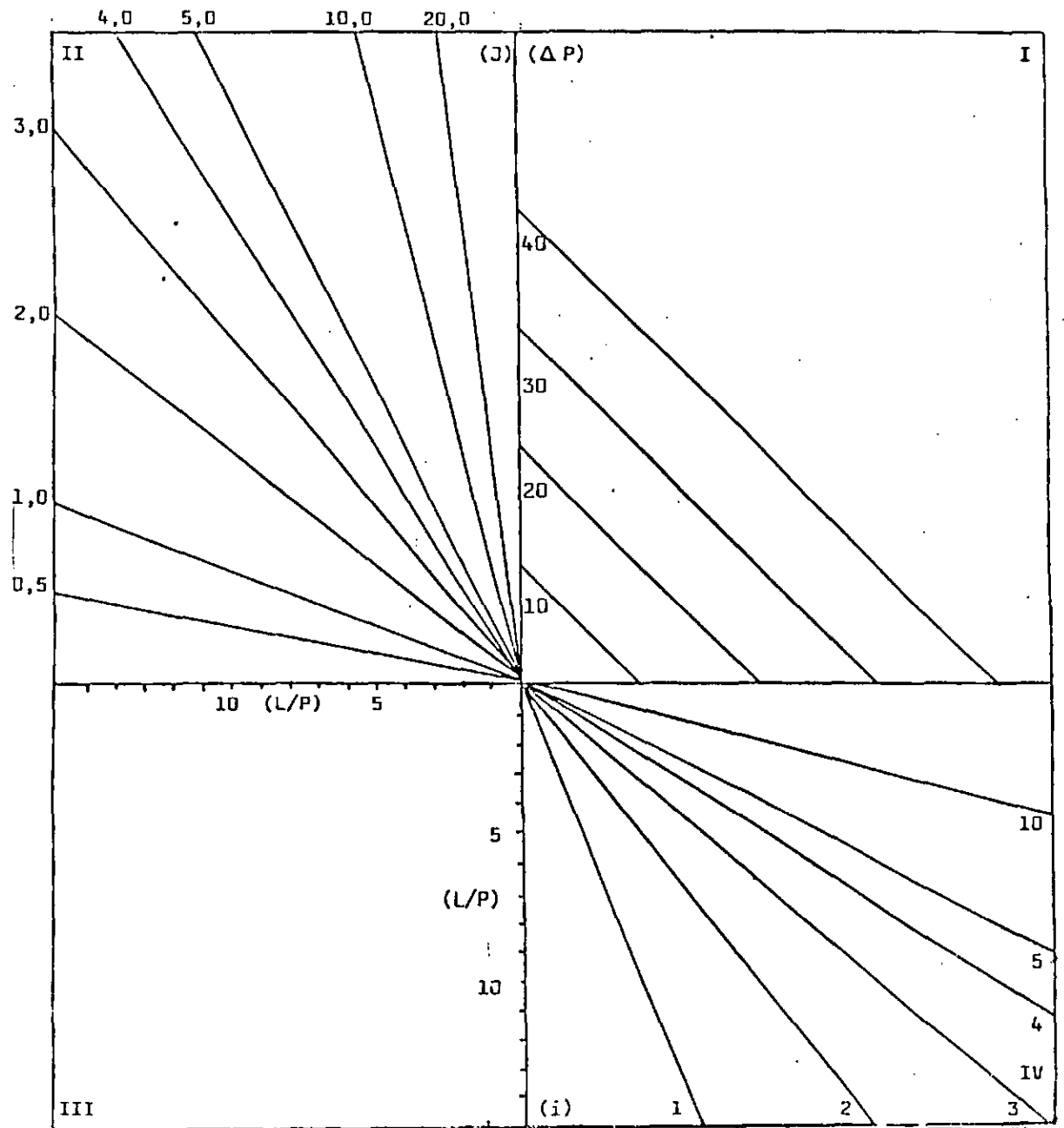


FIGURA 2 - Gráfico para dimensionamento de linhas de gotejamento - terreno em aclave (baseado em WU e GITLIN, 1983)

- J - Perda de carga (%);
- P - Variação de pressão (%);
- L - Comprimento da tubulação (m);
- P - Pressão de serviço (mca);
- i - Inclinação (%).

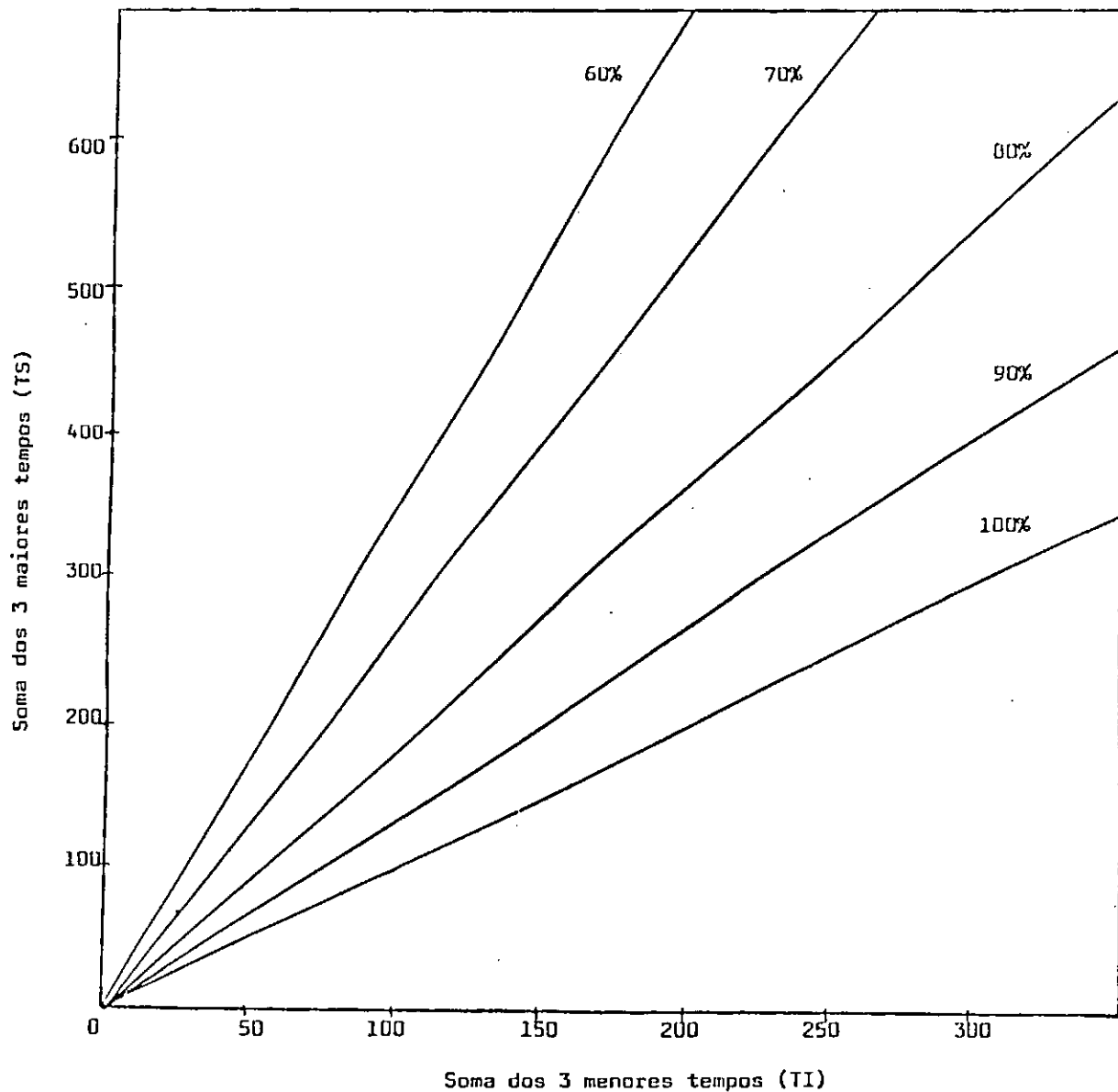


FIGURA 3 - Gráfico para a determinação do coeficiente de uniformidade (U). (Baseado em BRALTS et al., 1987).