

**EMBRAPA**

Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido (CPATSA)
BR - 428 Km 152 Rod. Petrolina/L. Gde.
Fone: (081) 961 - 0122
Telex (081) 1878
Cx. Postal, 23
56.300 - PETROLINA - PE

DOCUMENTOS

Nº 61, julho/89, p.1-17

COEFICIENTES DE DRENAGEM SUPERFICIAL DEVIDO A CHUVAS DE IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL NO PERÍMETRO IRRIGADO BEBEDOURO II (Semente Básica)

Carlos Reeder Valdivieso Salazar¹
Gilberto Gomes Cordeiro²

INTRODUÇÃO

Um sistema de drenos torna-se necessário quando os excessos de chuva e/ou irrigação provocam alagamentos prolongados em alguns setores da área cultivada, afetando a cultura e as operações mecanizadas, incluindo a irrigação.

A definição do coeficiente de drenagem superficial com fins de dimensionamento, implica na determinação do escoamento superficial que, por sua vez, é definido em função da intensidade e duração da precipitação e das características físicas da bacia: solo; extensão; topografia e cobertura vegetal (Schwab et al. 1981).

O coeficiente de drenagem superficial é obtido da relação chuva - escoamento superficial, registrados para a bacia em questão ou bacias representativas. Entretanto, na generalidade dos casos, só dispõe-se de dados de chuva e o escoamento é determinado na base de relações empíricas. As fórmulas ou métodos mais usados, na ausência de dados de escoamento, para determiná-lo a partir de dados de chuva são: a fórmula racional, o método da curva-número, a fórmula de McMath e a relação duração-frequência intensidade de chuvas.

A fórmula racional foi originalmente desenvolvida para drenagem urbana, mas pode ser aplicada para drenagem agrícola em áreas menores de 40 a 80 ha (Chow 1964, citado por Raadsma & Schulze). O método da curva-número (CN) foi desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos para bacias maiores de 80 ha. Este considera o escoamento superficial dependente da precipitação e a capacidade de armazenamento da bacia

¹Eng. Agrícola, M.Sc., em Irrigação e Drenagem. Convênio IICA/EMBRAPA-CPATSA.

²Eng. Agr. M.Sc., EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300, Petrolina-PE.

(ou máxima retenção potencial), determinada para casos específicos definidos com o parâmetro de curva-número (Raadsma & Schulze 1980). A fórmula de McMath permite o cálculo do escoamento superficial (coeficiente de drenagem), baseado na intensidade horária de precipitação provável, a declividade do dreno natural principal da bacia, a área de contribuição da bacia e as características físicas da mesma (solo, cobertura, relevo). Segundo Raadsma & Schulze (1980), a fórmula dá resultados confiáveis para propósitos de planejamento em áreas pequenas. A relação duração-frequência-intensidade de chuvas consiste na determinação da probabilidade (frequência) de ocorrência de valores extremos de precipitação para 1, 2, 3 ou mais dias consecutivos e na obtenção de curvas de precipitação e duração para períodos de retorno de interesse (Kessler & Raad 1980).

Quando a capacidade de armazenamento e/ou retenção for nula, o escoamento superficial pode ser estimado como a diferença entre a intensidade de precipitação e taxa de infiltração (Hachum & Alfaro 1977).

No dimensionamento de um sistema de drenagem superficial considera-se uma intensidade de chuva I com um determinado período de recorrência T , sendo que quanto maior o T , maior resulta I e mais caro é o sistema, embora ele represente menos risco de fracasso. Drenos abertos vegetados, assim como estruturas não permanentes, são dimensionados para um escoamento superficial ocorrente num período do retorno médio de 10 anos (Schwab et al. 1981) ou de 5 a 15 anos (Estados Unidos 1978).

Segundo Slatyer & Mabbutt (1964), a extensão efetiva de uma bacia de drenagem em regiões áridas e semi-áridas pode cobrir menos de 25% da bacia teórica e, em geral, a percentagem de escoamento tende a decrescer com a chuva anual e pode ser menor que 10% na maioria das zonas áridas.

O objetivo do presente trabalho é determinar o coeficiente de drenagem superficial por efeito de chuva e irrigação por pivô central. O trabalho também permite comparar os resultados da aplicação de diferentes metodologias de cálculo.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido nas áreas irrigadas por pivô central, pertencente ao Serviço de Produção de Semente Básica, SPSB-EMBRAPA, na região do Submédio São Francisco, no km 152 da BR 428 (Petrolina-Recife).

Os solos são da classe latossolos das séries 37 AB e 37 BB, profundos (1 a mais de 3 m), de textura grossa na superfície, mudando para média fina com a profundidade e vertissolos nas áreas de baixada, correspondentes à série 37 BC (FAO, 1966). Na parte alta da área irrigada, caatinga vizinha de montante, os solos são latossolos rasos da série 27 SBC. O relevo (na área irrigada e na de caatinga) é ondulado com declives de até

DOC/61, CPATSA, julho/89, p.3

0,5%. O clima da região é semi-árido, registrando-se as médias dos seguintes parâmetros na Estação Meteorológica de Bebedouro, a aproximadamente 10 km da área de estudo: precipitação média anual em torno de 578mm, concentrada nos meses de janeiro a março principalmente, temperatura média anual de 26,5°C e umidade relativa média de 61%.

Apresenta-se, a seguir uma descrição sucinta das fórmulas usadas para determinação do coeficiente de drenagem superficial.

Fórmula racional

$$Q = 0,0028 CIA \quad .(1)$$

onde:

Q = taxa pique de escoamento (m³/s)

C = coeficiente de escoamento

I = intensidade média de chuva num período igual ao tempo de concentração (m/h)

A = área da bacia (ha)

0,0028 = fator de conversão de unidades.

A fórmula empírica de Kirpich para estimar o tempo de concentração, é:

$$T_c = 0,0195 L^{0,770} J^{-0,385} \quad .(2)$$

onde:

T_c = tempo de concentração (min)

L = comprimento máximo da bacia (m)

J = declividade desde o ponto mais afastado da bacia até saída (m/m)

O método da curva-número

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad .(3)$$

onde:

Q = taxa de escoamento superficial atual (mm)

P = precipitação diária (mm)

I_a = interseção, armazenamento nas depressões do terreno e infiltração antes de iniciar-se o escoamento (mm)

S = máxima retenção potencial, i.e. a máxima quantidade de chuva que a bacia pode absorver /S=P - Q/ (mm)

Experimentalmente, o Serviço de Conservação de Solos dos Estados Unidos determinou que I_a = 0,2 S. Portanto, a equação do escoamento pode ser expressa da seguinte forma:

$$Q = \frac{(P - 0,2 S)^2}{P + 0,8 S} \quad .(4)$$

DOC/61, CPATSA, julho/89, p.4

Funcionalmente, o valor de S é determinado para casos específicos de finidos com um valor de curva de escoamento, CN.

$$CN = \frac{25.400}{254 + S} \quad .(5)$$

O valor de CN depende das características de uso da terra, condições de solo e condições de umidade da bacia no momento de ocorrência de chuva.

Fórmula de McMath

$$Q = 0,00916 C'I J^{1/5} A^{4/5} \quad .(6)$$

Onde:

Q = coeficiente de drenagem, m³/s

0,00916 = coeficiente de conversão

C' = coeficiente de escoamento

I = intensidade de precipitação, mm/h

J = área superficial da bacia, ha

Relação duração-freqüência-intensidade de chuvas

A freqüência de excedência F (P > Pr) de uma chuva Pr (r indicando a ordem do valor numa escala descendente), estaria dada pela seguinte expressão (Kessler & Raad 1980).

$$F (P > Pr) = r/n + 1$$

sendo n o número total de dados de chuva analisados.

O inverso da freqüência de excedência é o período de retorno:

$$T = 1/F$$

Da distribuição dos dados de chuva, num gráfico de Gumbel para valores extremos, obtém-se as curvas de intensidade-freqüência-duração.

Dados diários de chuva com 21 anos de registro (1963-1983), da Estação Meteorológica de Bebedouro, foram analisados para determinação de chuva para um, dois, três e quatro dias consecutivos. Estes valores foram agrupados em ordem decrescente e calculada a correspondente probabilidade de não excedência.

Complementarmente, trabalhou-se a análise de freqüência de records pluviográficos correspondentes aos anos de 1976 a 1984 da mesma estação meteorológica obtendo chuvas máximas para períodos de 30, 60, 90 e 120 minutos. Esta distribuição permitiu obter o parâmetro de dimensionamento, a intensidade de chuva em mm/h, para um período de retorno de dez anos. Este valor foi usado nas fórmulas empíricas racional, de McMath e curva

DOC/61, CPATSA, julho/89, p.5

número para se determinar o coeficiente de escoamento superficial (drenagem). A intensidade foi também obtida relacionando-se a chuva máxima de um dia pelo tempo de concentração ou pela duração normal ou máxima de chuvas (horas), quando $T_c < 6$ horas como ocorre normalmente em pequenas bacias.

Com o uso de latas distribuídas a cada 3 m, ao longo do pivô, foi quantificada a lâmina de água aplicada e a intensidade de aplicação de diferentes torres a diferentes distâncias do centro de giro do pivô.

A capacidade de infiltração dos solos foi medida em testes com cilindros infiltrômetros de carga variável, permitindo a infiltração de uma lâmina total acumulada de mais de 200 mm. O método de quadrados mínimos foi usado para se encontrar a linha de melhor ajuste, num gráfico de lâmina infiltrada acumulada com o tempo.

Para o método racional, o fator de escoamento superficial C, que caracteriza a bacia, é um valor dependente do tipo de cobertura vegetal, da declividade e da infiltrabilidade do solo. Os valores variam de 0,1 a 0,8 (U.S. SOIL CONSERVATION SERVICE 1972, citado por Smedema & Rycroft 1983). Na fórmula de McMath, o valor do fator drenagem da bacia, C, é obtido da soma de fatores parciais dependentes da vegetação (cobertura), solos (textura) e topografia (relevo e declividade). Estes valores são representados já tabelados (Estados Unidos 1978). No método da curva-número, um valor de CN dependente das características da bacia é estimado de valores dependentes dos seguintes parâmetros: uso da terra e cobertura, tipo de plantio (sulcos retos, em contorno, terraços), condições hidrológicas (más ou boas) e a taxa de infiltração (alta, moderada, baixa e muito baixa) de quatro grupos hidrológicos de solos e condições de umidade no momento da chuva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Intensidade de chuva

A distribuição de frequência de dados de chuva para um, dois, três e quatro dias consecutivos (Tabela 1), é representada na Figura 1, observando-se que a chuva extrema de um dia, para dez anos de período de retorno, foi de $P_r = 130$ mm. O tempo de concentração calculado com base na fórmula de Kirpich foi realmente baixo (41,8 min). Portanto, a intensidade foi obtida dividindo a precipitação P_r por uma duração média das chuvas extremas de $T=3$ h isto é, $I=43,3$ mm/h.

A distribuição de intensidades de chuva com duração de 30, 90, 120 e 180 minutos (Tabelas 2 e 3), representadas nas Figuras 2 e 3, indica que a intensidade de chuvas, com duração de três horas e para 10 anos de retorno, é de 48 mm/h. Um valor médio de $I=45$ mm/h foi adotado para os cálculos posteriores.

DOC/61, CPATSA, julho/89, p.6

TABELA 1. Distribuição de freqüência de chuvas extremas (precipitação máxima). Estação Bebedouro: Chuva máxima para 1, 2, 3 e 4 dias consecutivos.

	1 dia	2 dias consec.	3 dias consec.	4 dias consec.
1983	62,8 (mar)	93,6 (fev)	93,6 (fev)	97,0 (fev)
1982	67,9 (dez)	75,9 (dez)	82,6 (fev)	82,6 (fev)
1981	105,2 (mar)	118,3 (mar)	125,5 (mar)	139,5 (mar)
1980	54,0 (jan)	72,2 (jan)	74,5 (jan)	86,2 (jan)
1979	57,1 (jan)	75,0 (jan)	77,4 (abr)	90,5 (jan)
1978	178,9 (fev)	202,9 (fev)	240,1 (fev)	253,1 (fev)
1977	48,6 (mar)	74,0 (mar)	102,5 (mar)	120,9 (mar)
1976	95,6 (nov)	98,9 (nov)	98,9 (nov)	98,9 (nov)
1975	66,0 (abr)	68,2 (mar)	88,2 (mar)	94,0 (mar)
1974	134,2 (abr)	139,2 (abr)	139,2 (abr)	142,1 (abr)
1973	71,9 (mar)	71,9 (mar)	71,9 (mar)	122,7 (mar)
1972	102,5 (mar)	147,3 (mar)	147,6 (mar)	147,6 (mar)
1971	92,0 (abr)	95,7 (abr)	107,6 (abr)	111,3 (abr)
1970	52,0 (dez)	52,0 (dez)	55,2 (jan)	57,2 (jan)
1969	94,3 (abr)	131,5 (mar)	138,4 (mar)	141,3 (mar)
1968	48,2 (nov)	64,4 (dez)	83,8 (nov)	83,8 (nov)
1967	48,7 (dez)	74,0 (mar)	86,9 (nov)	86,9 (mar)
1966	80,4 (abr)	92,6 (abr)	126,1 (abr)	150,8 (abr)
1965	45,0 (abr)	55,8 (abr)	62,3 (mar)	74,4 (nov)
1964	67,8 (nov)	74,2 (abr)	94,6 (abr)	94,5 (abr)
1963	84,0 (abr)	105,6 (fev)	111,6 (fev)	118,3 (fev)

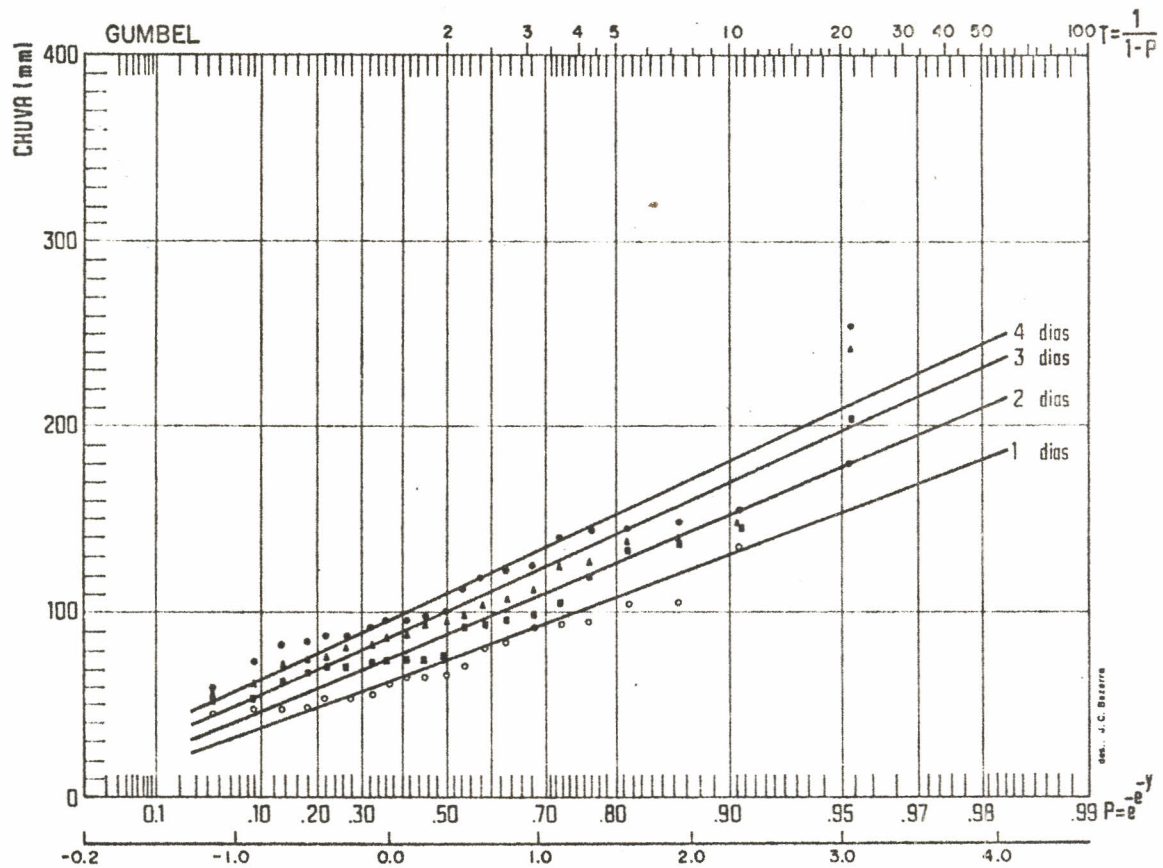


FIG. 1. Distribuição de freqüências de chuvas diárias extremas: probabilidade de excedência (Análise Gumbel).

DOC/61, CPATSA, julho/89, p.8

TABELA 2. Máximas intensidades de chuva, mm.

	Ano	30 min	60 min	90 min	120 min	180 min
1	1976	96,1	68,9	46,7	25,5	16,3
2	1977	52,0	35,7	28,9	25,7	17,1
3	1978	48,0	54,0	52,8	47,6	3,8
4	1979	40,8	21,2	17,8	18,3	9,5
5	1980	41,3	28,2	23,3	19,6	14,5
6	1981	50,0	37,5	33,3	30,0	9,4
7	1982	67,8	60,0	24,4	17,2	16,0
8	1983	48,3	48,6	43,4	38,7	28,8
9	1984	60,0	50,0	50,7	40,0	18,2

TABELA 3. Distribuição de freqüências de máximas chuvas, mm. Probabilidade de não excedência.

	30 min	60 min	90 min	120 min	180 min	Prob. não exced.
1	40,8	21,2	17,8	17,2	3,8	0,1
2	41,3	28,2	23,3	18,3	9,4	0,2
3	48,0	35,7	24,4	19,6	9,5	0,3
4	48,3	37,5	28,9	24,5	14,5	0,4
5	50,0	48,6	33,3	25,7	16,0	0,5
6	52,0	50,0	43,4	30,0	16,3	0,6
7	60,0	54,0	46,7	38,7	17,1	0,7
8	67,8	60,9	50,7	40,0	18,2	0,8
9	96,1	68,9	52,8	47,6	28,8	0,9

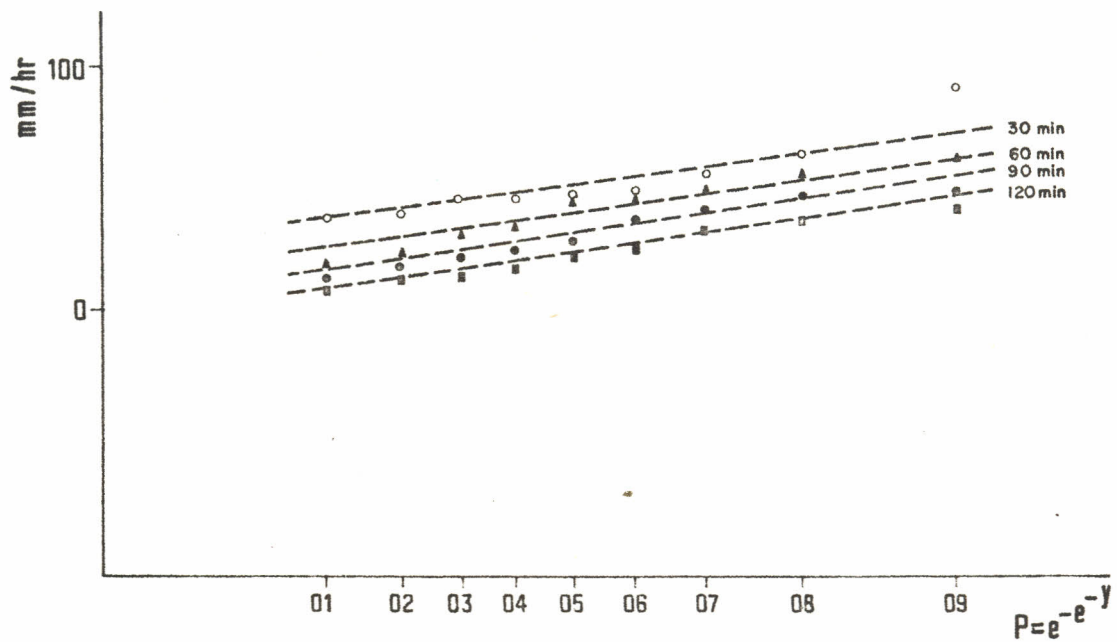


FIG. 2. Distribuição de freqüências de chuvas horárias extremas: probabilidade de excedência (análise Gumbel).

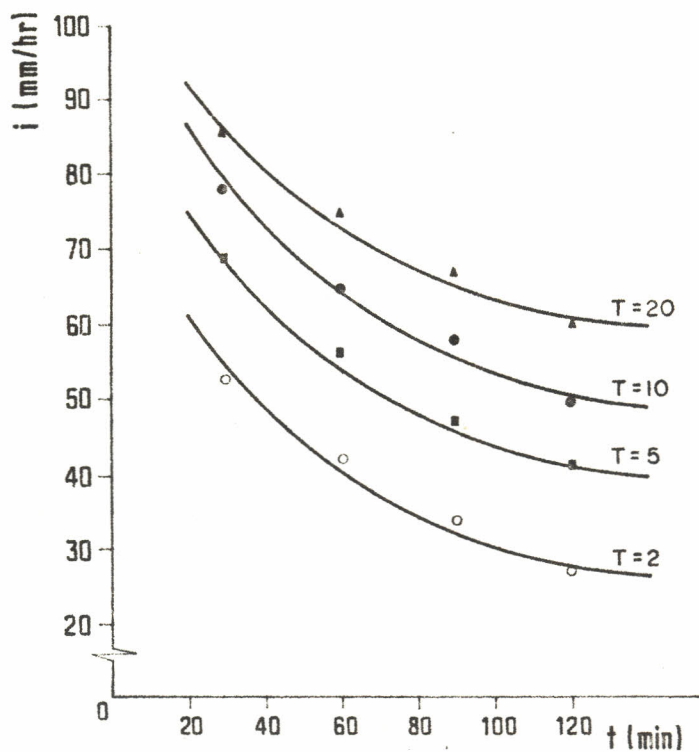


FIG. 3. Curvas chuva horária: Freqüência-Duração-Intensidade na Estação Meteorológica de Bebedouro, Petrolina, PE (1976-1984).

Coefficiente de drenagem**Método racional:**

A vazão de drenagem superficial calculada, usando-se a fórmula (1) onde C é determinado de tabelas (Raadsma & Schultze 1980), C=0,10 para a área da caatinga e C=0,30 para a área irrigada, I=45 mm/h, obtém-se:

Para a área de caatinga: $Q_c = 0,0126 A \text{ m}^3/\text{s}$,

Para a área irrigada: $Q_i = 0,0378 A \text{ m}^3/\text{s}$.

Em média ter-se-ia: $Q = 252 \text{ l/s} - \text{ha}$

Método de McMath:

Para este método, o valor do parâmetro de escoamento superficial foi de:

Para a área de caatinga: $C = 0,12 + 0,12 + 0,06 = 0,30$,

Para a área irrigada: $C = 0,16 + 0,16 + 0,06 = 0,38$.

Assim, $I = 45 \text{ mm/h}$, $J = 0,005 \text{ m/m}$. Portanto, a vazão de drenagem é:

Para a área de caatinga: $Q_c = 0,0429 A^{4/5}$,

Para a área irrigada: $Q_i = 0,0543 A^{4/5}$.

Em média o valor de Q é $0,0486 A^{4/5}$. Para uma área de 100 ha, ter-se-ia: $19,35 \text{ l/s-ha}$ ou $/\text{ha}$.

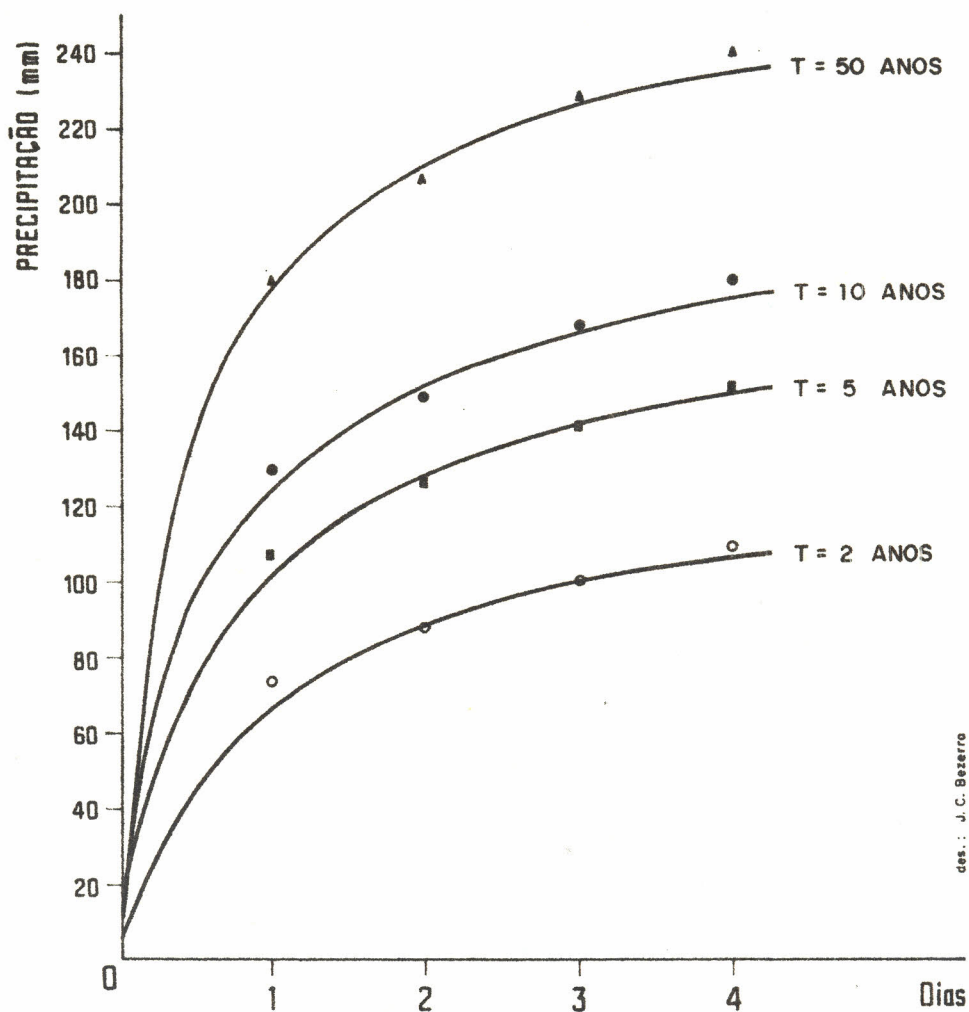
Método da curva-número:

Na tabela de caracterização da bacia para este método (Estados Unidos 1978), pode-se identificar a caatinga (mato arbustivo mais ou menos denso), como área de boas condições hidrológicas, com solos do grupo hidrológico D para o qual corresponde uma curva-número, $CN_1=79$. Igualmente a área irrigada é caracterizada como de boas condições hidrológicas, com solos do grupo hidrológico C para o qual corresponde um valor de curva-número, $CN_2=83$.

Estes valores de CN são para condições de umidade precedente tipo II (menos de 35,5 mm no período de crescimento), portanto, são corrigidos para condições III de umidade precedentes (mais de 53 mm), $CN_1 = 91$; $CN_2 = 93$. O valor médio de retenção máxima S, corresponde ao valor de CN médio, $CN=91$ foi $S=55,9\text{mm}$ e o escoamento superficial para a precipitação extrema diária de $P=130\text{mm}$, calculado com a fórmula (4), resultou $Q=80,8\text{mm}$, ou seja 65,15% de Pr ou $9,35 \text{ l/s-ha}$ ou $/\text{ha}$.

Método de chuva-intensidade-freqüência-duração:

Das curvas de intensidade-freqüência-duração de chuvas (Fig. 4) construídas a partir da distribuição de Gumbel de valores extremos para um, dois, três, e quatro dias consecutivos, foi encontrada a intensidade de escoamento de 60mm, selecionado 70mm de armazenamento ou retenção do terreno e a curva correspondente a dez anos de período de retorno. No período de chuvas 83/84, observou-se que intensidades de precipitação maiores de 40 mm/h, em chuvas de 60 a 80 mm/d, não ocasionam escoamento; isto reforça ou justifica os 70mm de chuva diária considerada retida. O escoamento superficial ou vazão de dimensionamento de drenagem superficial determinada com este método foi de 6,94 l/s-ha.



des.: J. C. Bezerra

FIG. 4. Curvas Freqüência-Duração-Intensidade de chuvas diárias registradas na Estação Meteorológica de Bebedouro, Petrolina, PE.

Para uma área padrão de 100ha, o coeficiente de drenagem superficial por efeito das chuvas, determinado pelos diferentes métodos, variou de 6,9 a 25,2 l/s-ha, sendo o valor médio de 15,2 l/s-ha que corresponderia a 131mm de lâmina de chuva ou 100% da chuva diária extrema com dez anos de retorno. Considerando que nem toda a precipitação escoa superficialmente, os métodos Racional e McMath resultam em valores superestimados do coeficiente de drenagem. O valor obtido com o método chuva-intensidade-freqüência-duração (6,9 l/s-ha), equivale a uma lâmina de 59,6mm ou 46% da precipitação diária extrema para dez anos de retorno. Este valor é o mais concordante com a informação levantada que assinala escoamento superficial menor que 52% da precipitação.

Assim, na região nordeste do Brasil, em bacias hidrográficas pequenas e de médio porte (40 a 400 km²) do Ceará e chuvas médias de 580 a 843mm, Borges (1983) estimou o escoamento superficial médio em 14,52%, por outro lado, com dados de Gurgel (1970), pode-se calcular escoamento superficial da ordem de 12 a 15,7% de precipitação na bacia de 35 km² do açu de Amanari, CE, para chuvas mensais de 224 a 337mm. Entretanto, com dados apresentados por Dantas (1966), pôde-se determinar valores de escoamento superficial de 4,6% para bacia hidrográfica do rio Moxotó e Silva & Porto (1982), em experiências com microbacias, determinaram valores de escoamento superficial da ordem de 20 à 52%.

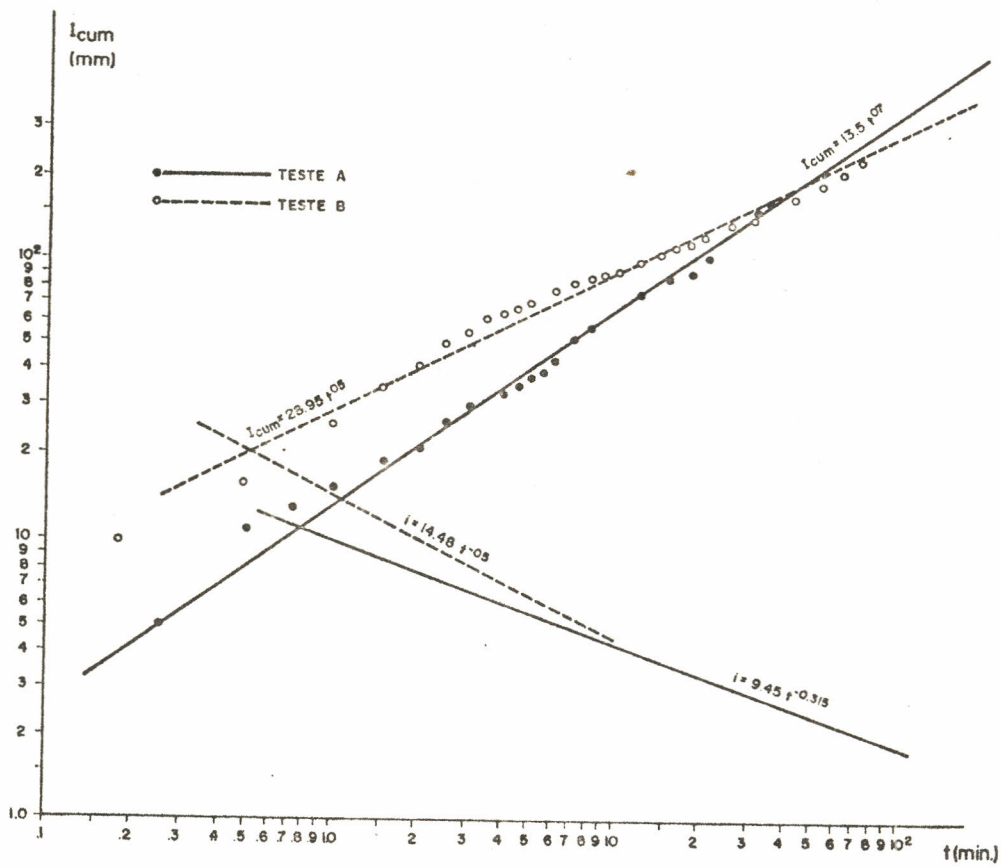
Infiltração

As características de infiltração dos solos nas áreas de pivô, representadas na Fig. 5, mostram que a velocidade de infiltração básica variou de 14,6 a 125,5 mm/h ou média superior a 60 mm/h, isto é, trata-se de solos de média a muito alta infiltrabilidade.

Taxas de aplicação e Escoamento superficial do pivô central

As taxas de aplicação ou intensidade de precipitação no pivô central aumentam com a distância ao centro de giro do pivô, em função da velocidade de avanço, procurando-se a aplicação de uma lâmina uniforme. Observou-se que a lâmina média aplicada foi de 12,3 mm e as taxas e intensidades foram superiores à infiltração básica dos solos a partir do 6º intervalo aproximadamente. Assim, as intensidades para os intervalos 2, 8 a 14 são 15, 68 e 104 mm/h respectivamente (Fig. 6). Desta maneira, o máximo escoamento superficial foi provocado pela precipitação no último intervalo, isto é, a torre 14 do pivô.

Com a sobreposição dos histogramas da precipitação das torres do pivô e a curva da taxa de infiltração, obteve-se a curva "S" de distribuição espacial do escoamento superficial (Fig. 7), onde pode-se observar que o escoamento superficial máximo é superior a 30% (31,2 mm/h) ou 86 l/s-ha. O escoamento superficial significativo se deu a partir do 6º intervalo, com 6+ (3,6mm/h), podendo-se adotar um valor médio ponderado representativo para a área toda de 15% (aproximadamente 10,5mm/h) ou em torno de 3 l/s-ha.



DES: PAULO PEREIRA/04

FIG. 5. Testes de Infiltração.

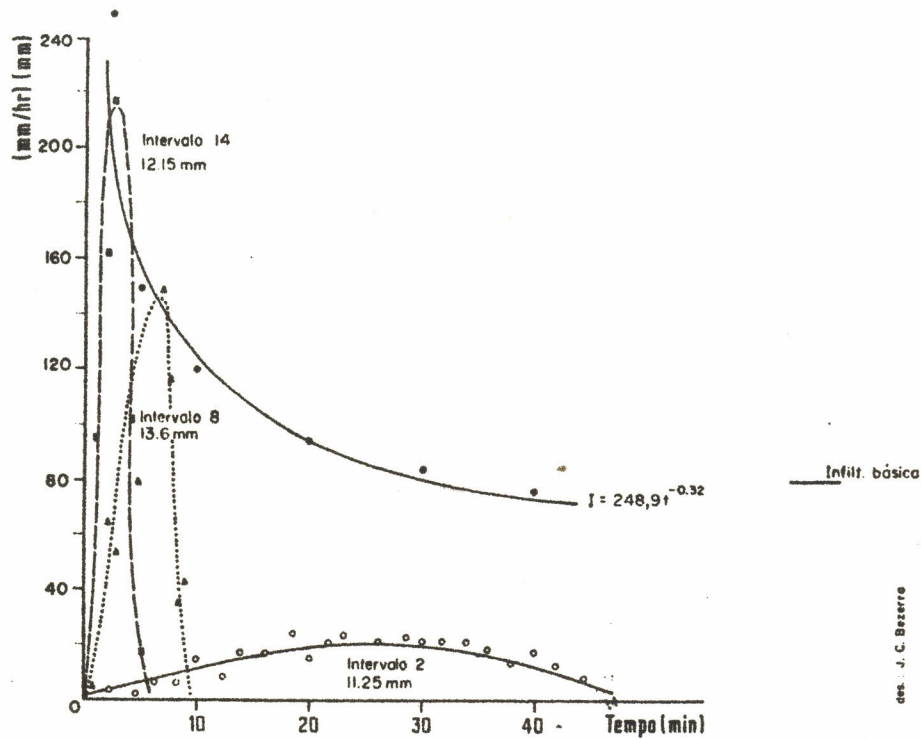


FIG. 6. Intensidades de precipitação para diferentes intervalos.

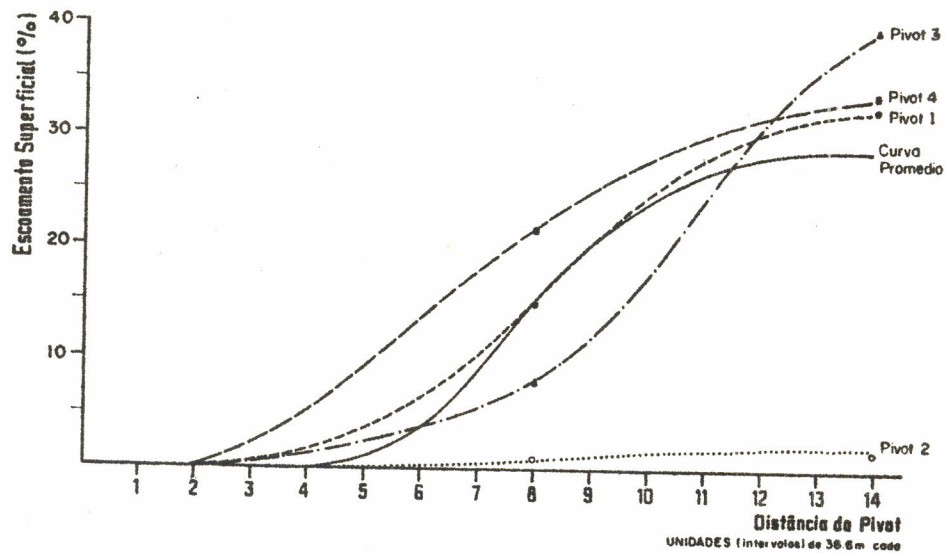


FIG. 7. Curvas de escoamento superficial provocado por um pivô central em função da distância ao centro do pivô.

Estes valores são comparáveis com os obtidos para outros locais. Kinkaid et al. (1969) obtiveram entre 7 e 24% de escoamento nos primeiros 180m desde o pivô e até 40% no extremo a 366m do centro de giro do pivô. Heerman & Hein (1968) mediram valores de escoamento superficial que variaram de 10% a 50%. Merriam & Keller (1978) consideraram como principais medidas para reduzir o escoamento superficial, o incremento da pressão do sistema e a redução do tamanho do bico, de maneira a manter a mesma taxa de fluxo. Recomendam também paradas de 8 horas como intervalo, depois de cada revolução.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- A chuva máxima diária para um período de retorno de dez anos foi de 130 mm;
- A intensidade de chuva para dimensionamento com duração média de três horas e período de retorno de dez anos foi de 45 mm/h;
- O método que permite estimar um valor consistente do coeficiente de drenagem superficial é o de intensidade-frequência-duração de chuvas;
- O coeficiente drenagem mais coerente e concordante com os valores estimados por outros autores é de 6,94 l/s-ha, determinado pelo método de intensidade-frequência-duração de chuvas;
- Os métodos, racional, McMath e curva-número resultaram em sobre estimações do coeficiente de drenagem;
- A taxa de infiltração dos solos variou de 14,6 a 125,5 mm/h;
- A lâmina de aplicação do pivô foi de 12,3 mm, sendo que as intensidades variam de menos de 15 mm/h a 104 mm/h no extremo;
- O escoamento superficial ocorre a partir do 6º intervalo, quando a intensidade de aplicação apresenta-se superior à taxa média de infiltração;
- O coeficiente de drenagem superficial médio, por efeito de irrigação com pivô foi de 86 l/s-ha;
- Recomenda-se a execução de trabalhos experimentais de medição direta do escoamento superficial e caracterização hidrográfica das bacias para condições locais predominantes.

DOC/61, CPATSA, julho/89, p.16

Resumo: Na área de produção de Semente Básica da EMBRAPA, em Petrolina, PE, constataram-se problemas de drenagem superficial (alagamento), provocados por excessos de água de chuva e de irrigação. Considerando-se a ausência de informações das vazões de escoamento superficial das chuvas na região e a necessidade desses dados para o dimensionamento de um sistema de drenagem superficial, este trabalho determina os coeficientes de drenagem superficial, baseando-se em dados de chuva. Os métodos usados para a determinação dos coeficientes de drenagem, são baseados numa análise de dados de precipitação e caracterização da bacia. Estes métodos foram: racional, McMath, curva-número e relação chuva-intensidade-freqüência-duração. Os coeficientes de drenagem superficial encontrados são: 25,3; 19,35; 9,35; 6,94 l/s-ha, respectivamente. O coeficiente médio de escoamento superficial devido à irrigação por pivô central, no caso foi de 3 l/s-ha, observando-se um máximo de 86 l/s-ha no extremo mais afastado do pivô.

SURFACE DRAINAGE COEFFICIENTS DUE TO RAINFALL AND PIVOT CENTER IRRIGATION SYSTEM AT IRRIGATION PERIMETER BEBEDOURO II (SEED PRODUCTION)

Abstract: On the area of seed production of EMBRAPA at Petrolina, PE, some surface drainage (waterlogging) problems were verified caused by excess water coming from rainfall and irrigation. Considering the lack of information on surface run-off for the conditions in this region and the need of this parameter for designing surface drainage systems, it is intended here to estimate surface drainage coefficients based on rainfall records from meteorological station of Bebedouro and measurements of precipitation intensity from pivot center irrigation system. The methods used to determine drainage coefficients are based upon rainfall data analysis and basin characterization. The methods were: rational, McMath, curve-number and rainfall-intensity-frequency-duration relation. The surface drainage coefficients found are 25,2; 19,35; 9,35; 6,94 l/s-ha respectively for the methods used. The average surface run-off coefficient found due to pivot center irrigation was 3 l/s-ha meanwhile it was observed a maximum of 86 l/s-ha at outside extreme sprinkles.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, M.C. de A. Potencialidade e aproveitamento dos recursos hídricos do Estado do Ceará. **B. téc.-DNOCS**, Fortaleza, **41**(2):219-50, 1983.
- DANTAS, R.C. Estudos hidrológicos preliminares das possibilidades de aproveitamento do açude público "Cocorobó", BA. **Boletim-DNOCS**, Fortaleza, **24**(3/4):389-418, 1966.

DOC/61, CPATSA, julho/89, p.17

- FAO, Roma, Itália. **Survey of the São Francisco river basin-Brazil**; semi-detailed soil surveys. Rome, 1966. v.2, part 2 il, 11 mapas.
- GURGEL, J.J.S. Aspectos limnológicos do açude Amanari, em Maranguape, CE. **B. téc.-DNOCS**, Fortaleza, 29(1):31-52, 1970.
- HACHUM, A.V. & ALFARO, J.F. Water infiltration and runoff under rain applications. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 41:960-6, 1977.
- HEERMAN, D.F. & HEIN, P.R. Performance characteristics of self-propelled center pivot sprinkler irrigation system. **Trans. ASAE**, 11(1):11-5, 1968.
- KESSLER, J. & RAAD, S.J. de. Analysing rainfall data. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT, Wageningen, Holland. **Drainage principles and applications**; surveys and investigations. 2. ed. Waaeninaen, 1980. v.3. (ILRI. Publication, 16).
- KINKAID, D.C.; HEERMAN, D.F. & DRUSE, E.G. Application rates and run-off in center pivot sprinkler irrigation. **Trans. ASAE**, 12(6):790-4, 1969.
- MERRIAM, J.L. & KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. 2.ed. Logan, Utah State University, 1978.
- RAADSMA, S. & SCHULTZE, F.E. Surface field drainage systems. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT, Wageningen, Holland. **Drainage principles and applications**; design and management of drainage systems. 2.ed. Wageningen, 1980. v.4 il. (ILRI. Publications, 16).
- SCHWAB, G.O.; FREVERT, R.K.; EDMINSTER, Y.W. & BARNES, K.K. **Soil and water conservation engineering**. 3.ed. New York, J. Wiley, 1981. 525p.
- SILVA, A. de S. & PORTO, E.R. **Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do Trópico Semi-Árido do Brasil**. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA. 1982. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 14).
- SLATYER, R.O. & MABEUT, J.A. Hydrology of arid semi-arid regions. In: VEN, T.C. ed. **Handbook of applied hydrology**; a compendium of water-resources technology. New York, McGraw-Hill, 1964.
- SMEDEMA, L.K. & RYCROFT, D.W. **Land drainage: planning and design of agricultural drainage systems**. London, Batsford Academic and educational. 1983. 376p.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Interior. Bureau of Reclamation. **Drainage manual**. Washington, 1978. 286p.