

PROBABILIDADES DE OCORRÊNCIA DE PERÍODOS SECOS NA ESTAÇÃO CHUVOSA PARA BRASÍLIA, D.F.¹

James M. Wolf²

RESUMO. — A estação das chuvas para a região de Brasília se centraliza no período de 5 meses, de novembro a março. Este período corresponde à época das lavouras tradicionais. As limitações climáticas à produção agrícola durante este tempo foram estudadas através de análises de precipitação pluvial diária para um período de 42 anos. Análises dos dados revelaram que em 21 anos o maior período seco da estação chuvosa foi de 14 dias ou mais, e que em 6 anos o maior período seco excedeu 3 semanas. Na média, a região de Brasília pode apresentar 3 períodos secos por estação chuvosa de 8 ou mais dias, 2 períodos secos de 10 dias ou mais, 1 período seco de 13 ou mais dias e, de cada 7 anos, um ano terá um período seco da época das chuvas que excederá 3 semanas de duração.

A ocorrência de períodos secos na estação das chuvas prevalece durante o final de dezembro até a metade de janeiro. A tendência para esses períodos secos se mascara nas médias de precipitação mensal. Quando se dividem as médias mensais em períodos de 10 dias de duração, observam-se diferenças marcantes entre esses períodos.

Termos para indexação: distribuição da precipitação, clima, veranicos, probabilidades dos veranicos, cerrado, Brasília.

INTRODUÇÃO

O Planalto Central próximo a Brasília caracteriza-se por uma marcada época seca de maio até setembro. A agricultura existente na região, limitada como é, se restringe principalmente à estação das chuvas. Porém, mesmo durante esta estação, é comum haver duas ou três semanas sem chuvas. Este fato é chamado localmente de veranico. Visto que a estação das chuvas corresponde à época das lavouras tradicionais, o efeito desses períodos secos pode ser severo. Por exemplo, no ano agrícola de 1968/69 houve precipitações pluviais mais altas do que a média, mas houve também três semanas sem chuvas em janeiro. Não fosse pela irrigação, na Estação Experimental Federal de Brasília (hoje CPAC), ter-se-ia perdido uma colheita de milho naquele ano. Em 1970/71, a precipitação foi a metade da média e a colheita experimental de milho daquele ano foi perdida. Com a aproximação de um desenvolvimento agrícola mais difundido na região dos Cerrados, a determinação das inadequações das precipitações pluviais em relação aos cultivos será útil tanto para os planejadores como para os agricultores.

O objetivo deste artigo é descrever a probabilidade de ocorrência de veranicos de variadas durações. Esta análise se relaciona com as perguntas: Quanto tempo duram os veranicos? e Qual é a pro-

babilidade de ocorrência de um veranico de n dias? Um segundo objetivo é determinar a distribuição temporal dos dias secos, fato que indicará quando os veranicos têm mais probabilidades de ocorrer.

MATERIAL E MÉTODOS

Duração de registro

A duração dos registros temporais para a cidade de Brasília é insuficiente para descrever fenômenos climáticos de longo prazo para a área. Belcher (1955) analisou a variação anual da precipitação pluvial entre os anos para quatro estações no Cerrado próximo a Brasília: Formosa, Goiás, Pirenópolis e Luziânia. Não houve variação significativa entre as estações. Assim, reuniram-se os dados de três fontes: Formosa, Brasília e CPAC, e os combinaram para criar um registro de longo prazo para a área de Brasília. Os registros reunidos de precipitação dessas estações dão uma duração contínua de registro de 42 a 47 anos, dependendo do mês. Wiesner (1970) declarou que são necessários de 25 a 50 anos de dados de precipitação para se ter um registro significativo.

Distribuição da precipitação pluvial

Como se vê na Tabela 1, a precipitação anual tem como média 1.580mm, com 80% desse total ocorrendo de novembro até março. Os coeficientes de variação da estação das chuvas para as médias mensais são grandes, e os desvios-padrões da média para esses meses variam de 110 a 200mm. Essas grandes flutuações na precipitação mensal duran-

¹ Aceito para publicação em 21 de junho de 1976.

² Professor, CIDIAT, Apartado 219, Mérida, Venezuela.

TABELA 1. Médias de precipitação mensal de longo termo para a área Brasília.

Mês	Anos	Fontes*	Média (mm)
Janeiro	44	(33, 3, 8)	239,5
Fevereiro	44	(33, 2, 9)	210,0
Março	45	(34, 2, 9)	225,9
Abril	45	(35, 2, 8)	104,7
Maio	45	(35, 2, 8)	17,8
Junho	46	(36, 2, 8)	3,4
Julho	45	(35, 2, 8)	5,4
Agosto	47	(37, 2, 8)	6,1
Setembro	47	(37, 2, 8)	37,0
Outubro	47	(36, 3, 8)	144,6
Novembro	46	(35, 3, 8)	254,9
Dezembro	42	(31, 3, 8)	330,0
			1580,2

Mês	% do Total	Desvio Padrão**	Coef. de Variação**
Janeiro	15,3	150,1	60,1
Fevereiro	13,4	111,4	53,3
Março	14,0	123,3	57,0
Abril	6,7	74,0	73,9
Maio	1,1	20,1	122,9
Junho	0,2	5,2	194,9
Julho	0,3	16,1	324,1
Agosto	0,4	28,8	419,2
Setembro	2,4	34,3	113,0
Outubro	9,3	65,9	50,6
Novembro	16,3	109,1	45,5
Dezembro	21,2	201,8	58,0
	100,6		

80% 5 meses novembro – março

* Número de anos em Formosa, Brasília, CPAC

** Dados de Formosa, somente. Fonte: Serviço de Meteorologia, Rio de Janeiro.

te os meses mais chuvosos sugerem que as médias não são um bom índice da adequação da água para as culturas.

Não somente a precipitação pluvial é mal distribuída com respeito ao tempo (de um ano para o seguinte) mas também em relação ao espaço. Uma comparação de precipitações mensais foi feita entre a cidade de Brasília e o CPAC (os dois sítios distam 30 km um do outro e estão a quase a mesma altitude), para 10 meses das épocas chuvosas durante 1973 e 1974. Em quatro destes 10 meses um dos sítios se distinguiu do outro por mais de 100%. Deve-se enfatizar bem que estes lugares têm totais anuais de precipitação a longo prazo que são quase idênticos.

Análise contínua e discreta

Dois tipos de estudos são comuns para a análise dos fenômenos de precipitação: o contínuo e o discreto. O contínuo geralmente trata de totais de precipitação, enquanto o discreto geralmente se relaciona com persistência e/ou seqüência de curto prazo de ocorrência de precipitações. Entre aquelas, uma técnica comum é a que usa os totais de precipitação anual, mensal ou semanal, a fim de avaliar as probabilidades de precipitação para períodos específicos. McWhorter *et al.* (1966) dão um exemplo dessa técnica. Seu método consiste em determinar os parâmetros para a distribuição incompleta gamma e, usando essa distribuição, assinalar as probabilidades, para um período espe-

cífico, das quantidades de precipitação pluvial. Análises discretas foram feitas por Feyerherm & Bark (1963), Wiser (1965) e Van Bavel & Verlin-den (1956), entre outros.

Ao rever os dados de precipitação para a região de Brasília, o autor sentiu que uma análise baseada sobre as quantidades pluviométricas da estação das chuvas não era satisfatória para descrever a severidade e a localização temporal das secas durante os períodos de chuvas que são comuns na região. Por exemplo, os períodos chuvosos 1949/50 e 1955/56 tiveram totais da precipitação pluvial similares de 1.106 e 1.076 mm, respectivamente. O período 1949/50 foi caracterizado por chuvas bem distribuídas; no período 1955/56 ocorreu um veranico de 36 dias consecutivos em que as chuvas diárias nunca excederam a 5 mm. Condições tão diferentes de armazenamento de água no solo ocorreram porque em 1949/50 as chuvas foram bem distribuídas, ao passo que em 1955/56 não o foram. Por isso, os dados de precipitação pluvial foram analisados de maneira discreta baseados sobre a seqüência de dias secos. Este modo de tratar o assunto enfatiza a distribuição pluvial em face da quantidade.

Definição de dia seco

Um dia seco pode ser definido como um dia em que ocorre menos do que uma determinada quantidade de chuva. O propósito desta definição é evitar a designação de um dia como chuvoso, quando a precipitação é pequena e relativamente pouco importante para as culturas. Outros usaram uma quantidade predeterminada para separar os dias secos e chuvosos (e.g. Ison *et al.* 1971, Chatfield 1966, Hershfield 1970, Lowry & Guthrie 1968). Para esta análise o limite foi colocado a 5 mm, o que significa que um dia recebendo 5 mm ou mais de precipitação será considerado um dia chuvoso. Na realidade, os totais diários de precipitação foram arredondados para os mm mais próximos antes da codificação dos dados para a análise dos computadores, e um dia com mais de 4,5 mm seria, assim, considerado chuvoso, e um dia com 4,5 mm ou menos de precipitação seria considerado seco. A designação de 5 mm como o limite apropriado é arbitrária, baseada, porém, no fato de que a evapotranspiração será geralmente da ordem de 5 mm por dia.

Tipos de análise

Para a época chuvosa de 5 meses, de novembro a março, as seqüências de dias secos foram analisadas de dois modos. Primeiro, fez-se uma análise do maior período seco em cada um dos 42 anos registrados. Uma segunda análise contou todos, ou os múltiplos períodos secos num dado ano, para os 42 anos. Em cada uma dessas análises, a seqüência de um dia chuvoso seguido por n dias sem chuvas e em seguida outro dia chuvoso seria contada como um período seco de n dias. Para a análise de períodos secos múltiplos, os períodos foram contados e totalizados usando-se um programa simples de computador.

RESULTADOS

Análise dos maiores períodos secos

Apresenta-se na Fig. 1 um histograma do número de ocorrências do maior período seco da estação chuvosa durante os 42 anos registrados. A fim de que se pudessem predizer as probabilidades através dos dados de freqüências observadas, adaptou-se uma curva contínua aos dados usando-se a distribuição da probabilidade log normal. Esta distribuição foi utilizada por outros para descrever as quantidades de precipitação (Markovic 1965, Howell *et al.* 1974). As freqüências observadas foram testadas contra as freqüências preditas usando-se a prova do chi-quadrado para o teste de ajuste. Os resultados indicaram que a função log normal de distribuição de probabilidades não é inapropriada e pode ser usada para determinar a probabilidade de que o período seco mais longo será de n dias.

A distribuição prediz que há somente 8% de probabilidade de que em qualquer ano o maior período se restringirá a 8 dias ou *menos*. Em outras palavras, em somente 1 de 13 anos haverá precipitações pluviais tão bem distribuídas. Há 50% de probabilidade de que o período seco maior seja de 14 dias ou mais e 15% de probabilidade de que esse período exceda três semanas. As probabilidades associadas com vários períodos secos ou maiores (função "accumulation" de distribuição) são dadas na Tabela 2.

Análise de períodos secos múltiplos

Os resultados para períodos secos múltiplos são apresentados na Tabela 3. A coluna 1 dá a duração de um período seco. As colunas 2 e 6 dão o número total de períodos secos de duração especificada

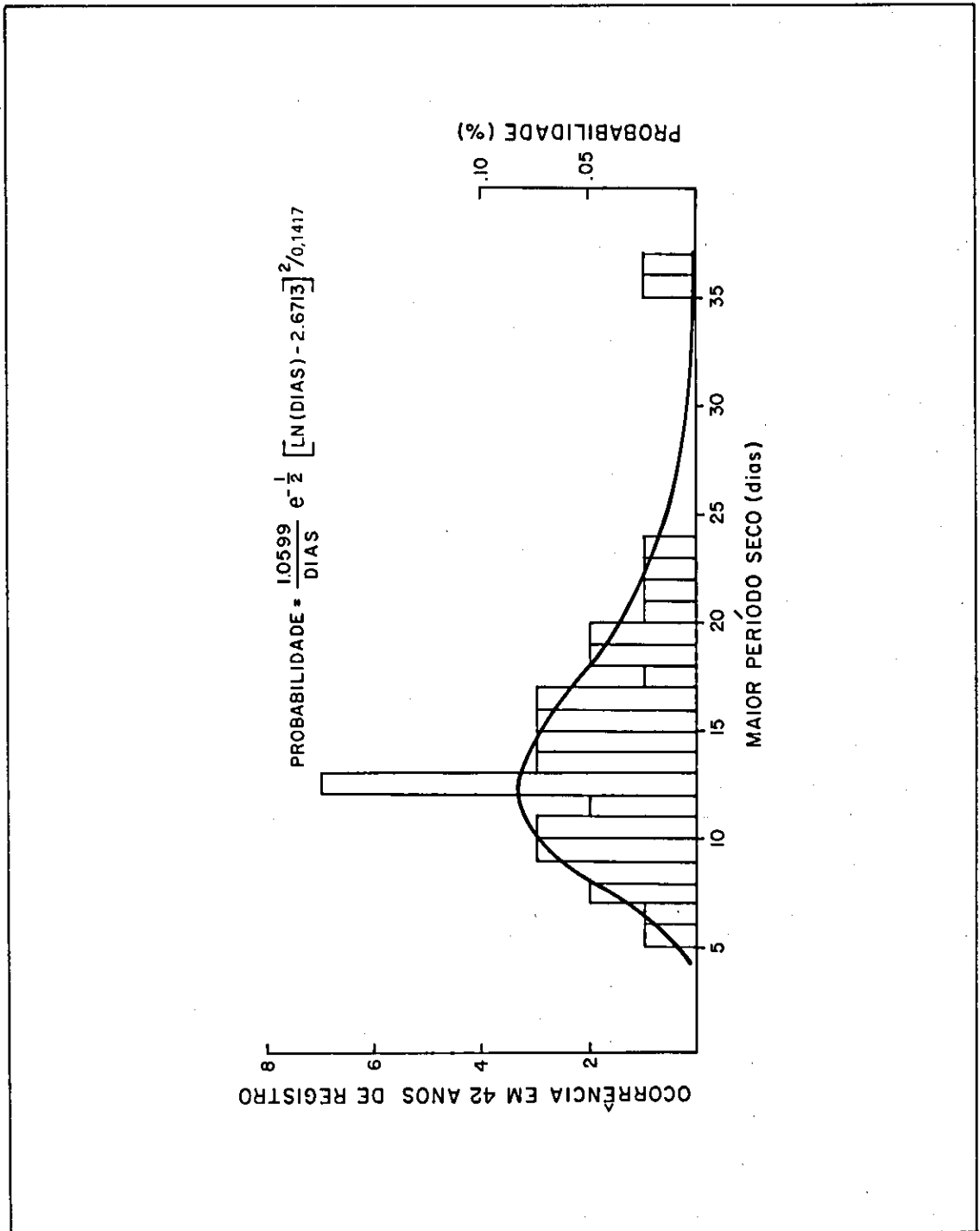


FIG 1. Histograma do número de ocorrências do maior período seco da estação chuvosa para Brasília, baseado na precipitação para os 42 anos de registro. Dá-se, também, o ajuste da função de distribuição da probabilidade log normal para o maior período seco.

TABELA 2. Distribuição cumulativa da variável aleatória, maior período seco. Admite-se a distribuição log. normal. Estes dados são para os 42 anos de registro para a área de Brasília.

Duração do maior período (Dias)	Probabilidade de um maior período seco de n dias ou mais longo
4	0,999
5	0,995
6	0,984
7	0,960
8	0,922
9	0,868
10	0,803
11	0,729
12	0,650
13	0,572
14	0,497
15	0,426
16	0,363
17	0,306
18	0,256
19	0,213
20	0,177
21	0,146
22	0,120
23	0,098
24	0,080
25	0,066
26	0,054
27	0,044
28	0,036

e duração especificada ou maiores, respectivamente, que ocorreram nos 42 anos. A relação de dias chuvosos para dias secos durante o período de 5 meses da época chuvosa está na razão de 3:5, ou seja, 37,5% dos dias foram chuvosos e 62,5%, secos. Esses números podem ser encontrados por multiplicação simples e adição das colunas 1 e 2, divididas pelo número total de dias considerados na análise. O número médio de períodos secos por estação chuvosa foi aproximadamente de 28 e variaram de 1 dia sem chuvas a um veranico de 37 dias em 1960/61.

As colunas 3 e 7 apresentam as probabilidades condicionais de que, dado um período seco, esse durará n dias ou n dias ou mais, respectivamente.

Da definição de probabilidade condicional,

$$P(D_n | D) = \frac{P(D_n)}{P(D)}$$

segue-se que $P(D_n) = P(D_n | D) \times P(D)$, onde,

$P(D_n)$ = probabilidade de um período seco de duração n;

$P(D)$ = probabilidade de um dia sem chuvas = 0,625;

$P(D_n | D)$ = probabilidade condicional de que, dado um dia sem chuvas, o período seco durará n dias, ou n dias ou mais (colunas 3 e 7).

O uso da probabilidade condicional e das colunas 3 e 7 será ilustrado através de uma série de perguntas e respostas:

1. Qual é a probabilidade de que, se choveu ontem e hoje não, choverá amanhã? 0,3959.

2. Qual é a probabilidade de que, se choveu ontem e hoje não, não choverá amanhã e choverá no dia seguinte? 0,2022.

3. Qual é a probabilidade de que, se choveu ontem e não choveu hoje, continuará sem chuvas por exatamente mais 7 dias? (período seco de 8 dias) 0,0258.

4. Qual é a probabilidade de que, se choveu ontem e não chovendo hoje, continuará sem chuvas por pelo menos 7 dias? 0,1093.

5. Qual é a probabilidade de que um certo dia será sem chuvas e que o período seco durará somente um dia?

$$P(D_1) = (0,3959) (0,625) = 0,247$$

6. Qual é a probabilidade de que um certo dia será seco e que o período seco durará exatamente 5 dias?

$$P(D_5) = (0,0525) (0,625) = 0,033$$

7. Qual é a probabilidade de que um certo dia será seco e que o período seco durará pelo menos 5 dias?

$$P(D_5) = (0,2324) (0,625) = 0,1453$$

8. Qual é a probabilidade de 2 períodos secos de 5 dias ou mais?

$$(0,1453) (0,1453) = 0,0211$$

As colunas 4 e 8 dão o número médio de períodos secos de duração especificada ou de duração especificada ou maiores, respectivamente, para o ano médio. Estes números são os totais das colunas 2 e 6, divididos por 42. No ano médio hipotético poderíamos antecipar 2 períodos secos de exatamente 4 dias e 3 períodos secos de 8 ou mais dias, 2 períodos secos de 10 ou mais dias e um período seco de 13 ou mais dias.

TABELA 3. Números, proporções, freqüências e período de retorno dos períodos secos da estação das chuvas para a área de Brasília.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Duração do período seco	Nº de períodos secos (42 anos)	Proporção de períodos secos de duração indicada	Nº médio de períodos secos desta duração por ano	Nº de anos para conseguir-se um período seco desta duração	Nº de períodos secos de duração indicada ou mais longos (42 anos)	Proporção de períodos secos desta duração ou + longos	Nº médio de períodos secos desta duração ou + longos/ano	Nº de anos para conseguir-se um período seco desta duração ou + longos
1	460	0,3959	10,952	0,091	1162	1,0000	27,667	0,036
2	235	0,2022	5,595	0,179	702	0,6041	16,714	0,060
3	113	0,0972	2,690	0,372	467	0,4019	11,119	0,090
4	84	0,0723	2,000	0,500	354	0,3046	8,429	0,119
5	61	0,0525	1,452	0,689	270	0,2324	6,429	0,156
6	50	0,0430	1,190	0,840	209	0,1799	4,976	0,201
7	32	0,0275	0,762	1,313	159	0,1368	3,786	0,264
8	30	0,0258	0,714	1,400	127	0,1093	3,024	0,331
9	11	0,0095	0,262	3,818	97	0,0835	2,310	0,433
10	19	0,0164	0,452	2,211	86	0,0740	2,048	0,488
11	16	0,0138	0,381	2,625	67	0,0577	1,595	0,627
12	9	0,0077	0,214	4,667	51	0,0439	1,214	0,824
13	10	0,0086	0,238	4,200	42	0,0361	1,000	1,000
14	6	0,0052	0,143	7,000	32	0,0275	0,762	1,313
15	7	0,0060	0,167	6,000	26	0,0224	0,619	1,615
16	4	0,0034	0,095	10,500	19	0,0164	0,452	2,211
17	3	0,0026	0,071	14,000	15	0,0129	0,357	2,800
18	1	0,0009	0,024	42,000	12	0,0103	0,286	3,500
19	2	0,0017	0,048	21,000	11	0,0095	0,262	3,818
20	2	0,0017	0,048	21,000	9	0,0077	0,214	4,667
21	1	0,0009	0,024	42,000	7	0,0060	0,167	6,000
22	1	0,0009	0,024	42,000	6	0,0052	0,143	7,000
23	1	0,0009	0,024	42,000	5	0,0043	0,119	8,400
24	2	0,0017	0,048	21,000	4	0,0034	0,095	10,500
25	0	0,0	-	-	2	0,0017	0,048	21,000
26	0	0,0	-	-	2	0,0017	0,048	21,000
27	0	0,0	-	-	2	0,0017	0,048	21,000
28	0	0,0	-	-	2	0,0017	0,048	21,000
29	0	0,0	-	-	2	0,0017	0,048	21,000
30	0	0,0	-	-	2	0,0017	0,048	21,000
31	0	0,0	-	-	2	0,0017	0,048	21,000
32	0	0,0	-	-	2	0,0017	0,048	21,000
33	0	0,0	-	-	2	0,0017	0,048	21,000
34	0	0,0	-	-	2	0,0017	0,048	21,000
35	0	0,0	-	-	2	0,0017	0,048	21,000
36	1	0,0009	0,024	-	2	0,0017	0,048	21,000
37	1	0,0009	0,024	42,000	1	0,0009	0,024	42,000

As colunas 5 e 9 apresentam os períodos de retorno para que o número de anos tenha um veranico de duração especificada ou maior, respectivamente. Estes números são os recíprocos dos números nas colunas 4 e 8. Períodos secos de 18 ou mais dias podem ser antecipados cada 3 anos e meio, ou 2 anos em 7; um veranico durando 22 ou mais dias pode ser antecipado 1 ano em 7. Houve 6 períodos secos de 22 ou mais dias durante os 42 anos registrados. Estes dados foram resumidos na Tabela 4.

TABELA 4. Frequência de períodos secos da estação das chuvas de duração variável, ou maiores, para Brasília, baseada em 42 anos de registro.

Período seco (Dias)	Frequência
8	3/ano
10	2/ano
13	1/ano
18	2 anos em 7
22	1 ano em 7

Embora a frequência de ocorrência dos veranicos tenha sido determinada, é ainda muito difícil aplicar esta informação, a não ser qualitativamente, aos efeitos sobre as lavouras, uma vez que as possíveis combinações de veranicos em um período de 5 meses são quase infinitas. Os efeitos dos períodos secos sobre as culturas são adicionalmente complicados pelo seguinte: 1. Os impactos dos períodos secos não são acontecidos independentes. Suponhamos que um período seco de n dias foi seguido por um dia de chuvas e depois por outro período seco de n dias. Isto poderia ser mais prejudicial do que os dois períodos secos mais espaçados. Tal foi o caso em 1970/71, quando ocorreram veranicos de 13 e 16 dias separados por somente 6mm de precipitação. Naquele ano perdeu-se a colheita de milho da Estação Experimental. 2. A relação em tempo entre as ocorrências de veranicos e o período crítico da cultura é da máxima importância para muitas dessas culturas, como milho. Um veranico de 10 dias durante o período de boneca pode ser mais prejudicial do que uma estiagem maior no princípio do crescimento ou imediatamente anterior à colheita. 3. Outros fatores atmosféricos além da precipitação não foram considerados. Por exemplo, um veranico de 10 dias sob condições de céu geralmente nublado pode não ser tão danoso com céu limpo, como um período sem chuvas de 10 dias quando a energia radiante é mais alta.

Distribuição temporal de veranicos

Uma pergunta que tem importantes implicações agronômicas é se há uma tendência para os veranicos a ocorrer durante um certo período da estação chuvosa. Se nenhum período é revelado como o mais provável para veranicos, as opções de manejo para minimizar seus efeitos devem ser restringidas a práticas como: seleção de variedades, incorporação profunda de calcário ou irrigação suplementar. Se um certo período de tempo pode ser localizado como um tempo provável para um veranico, outras opções de manejo existem para a minimização de riscos, tal como variar a data do plantio. Para certos cultivos, por exemplo, feno, o conhecimento do período mais provável para a ocorrência de um veranico seria vantajoso no planejamento das operações agrícolas para aproveitar a provável ocorrência do veranico.

Para o período de 5 meses, de 1º de novembro até 31 de março, foram analisados os dados de precipitação para se determinar se quaisquer períodos eram os mais prováveis para a ocorrência de dias secos. Os dias foram numerados seqüencialmente de 1 (1º de novembro) até 151 (31 de março), e para cada dia o número de ocorrências de dias secos (máximo = 42) foram contados.

A análise visual dos resultados indicou uma tendência, para o período de 20 dias a partir de 27 de dezembro, de ter uma maior porcentagem de dias secos comparados a períodos anteriores ou posteriores. Este período de 20 dias foi dividido em 2 períodos de 10 dias, e o período circundante de 140 dias, de 7 de novembro a 26 de março, foi dividido em 14 períodos de 10 dias para os propósitos de análise estatística. A porcentagem média de dias secos para cada período foi determinada.

Uma análise de variação foi feita considerando-se cada período de 10 dias como um tratamento e cada dia como um de 10 repetições. A hipótese nula de que não havia diferença nas médias de cada período foi testada e rejeitada, em vista de que o F calculado excedeu o F tabulado ao nível de 1%. O teste múltiplo de Duncan foi feito a um nível de significância de 5%. As diferenças estatísticas entre as médias dos períodos estão na Tabela 5. As médias para os períodos conectadas por linhas não são significativamente diferentes, enquanto aquelas não ligadas pela mesma linha são significativamente diferentes. O período de 20 dias, de 27 de dezembro a 5 de janeiro, foi significativamente mais seco do que o período anterior de 10 dias e o

TABELA 5. Percentagem média de dias secos por períodos de tempo para Brasília. As médias conectadas por linhas não são significativamente diferentes; as médias não unidas por linhas são significativamente diferentes.

Período de tempo		Percentagem média de dias secos
Março	17 - 26	70,7
Janeiro	6 - 15	69,3
Março	7 - 16	66,7
Fevereiro	5 - 14	65,7
Fevereiro	25 - 6 MARÇO	65,0
Fevereiro	15 - 24	64,8
Janeiro	26 - 4 FEVEREIRO	64,0
Dezembro	27 - 5 JANEIRO	63,8
Janeiro	16 - 25	60,0
Novembro	7 - 16	59,5
Dezembro	7 - 16	58,6
Novembro	27 - 6 DEZEMBRO	58,6
Novembro	17 - 26	56,0
Dezembro	17 - 26	45,2

período de 6 a 15 de janeiro foi significativamente mais seco do que o de 16 a 25 de janeiro.

Os mesmos dados apresentam um aumento pronunciado do número médio de dias secos para o período de 20 dias, de 27 de dezembro a 15 de janeiro. O número médio de dias secos para este período é mais semelhante ao número de dias secos para o período de 17 a 26 de março. Este último período assinala a transição para a estação da seca (a precipitação média de abril é menor do que a metade da de março). Além disso, as médias estatísticas e a evidência visual apresentadas indicam que o período de 27 de dezembro a 15 de janeiro é consideravelmente diferente dos períodos de 10 dias anteriores e posteriores. Pode-se assinalar que o período de 17 a 26 de dezembro mostrou também um grande número de dias chuvosos.

Ao se fazer comparações na base de quantidades de precipitação durante intervalos de 10 dias, se obtêm resultados similares. A Fig. 2 mostra os totais de precipitação para cada período de 10 dias, junto com um histograma convencional de totais mensais. Vale assinalar que a tendência para a ocorrência de veranicos na estação das chuvas está escondida nas médias mensais.

Para confirmar estes resultados, a distribuição temporal do parâmetro, maior período seco, discutido anteriormente, foi traçada em tempo e está apresentada na Fig. 3, que mostra quando os veranicos ocorreram no passado. Significante é o aumento de veranicos na última parte de dezembro. A tendência continua através de janeiro, até mais ou menos 10 de fevereiro, quando a ocorrência de veranicos diminui. Estes resultados são algo

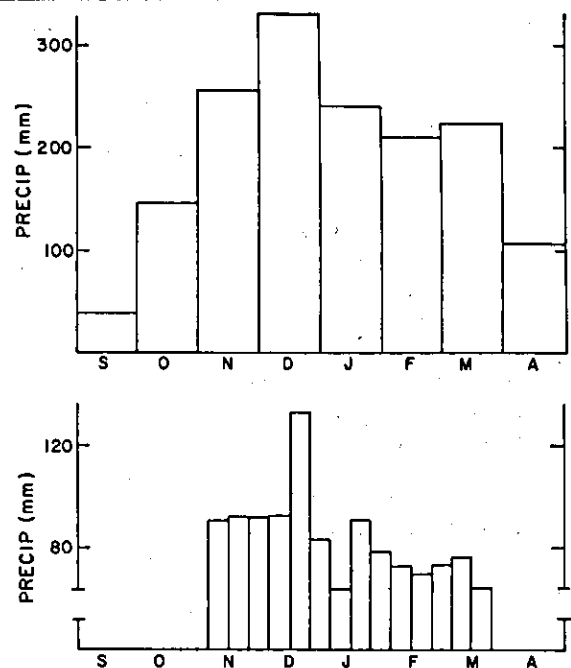


FIG 2. Histogramas de quantidades médias de precipitação pluvial de 42 anos para Brasília, apresentadas como totais mensais (acima) e totais de 10 dias (abaixo).

diferentes dos resultados dados para os dias secos na medida em que indicam um período de cerca de 45 dias quando os veranicos ocorreram regularmente.

DISCUSSÃO

Apresentaram-se dados que respondem as perguntas: qual é a probabilidade de ocorrência de um ve-

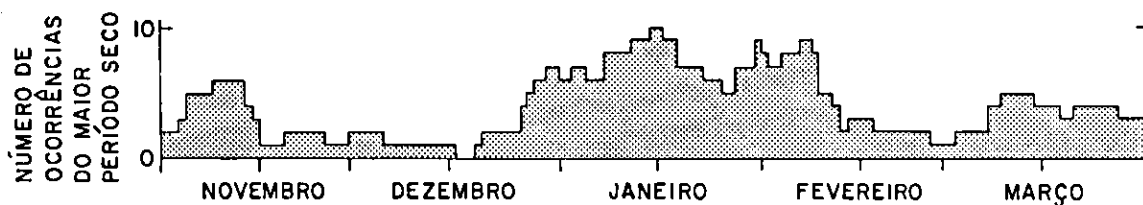


FIG 3. Histograma que mostra quando os maiores períodos secos (veranicos) ocorreram no passado, para Brasília.

ranico de n dias e quando esses veranicos têm mais possibilidades de ocorrer. De um ponto de vista agrícola, o efeito da distribuição errática da precipitação durante a estação chuvosa se torna pior pelas limitações ao enraizamento dos cultivos, devido às concentrações tóxicas de alumínio no subsolo e pelas desfavoráveis relações solo-água dos Oxissolos locais (Wolf & Soares 1976).

Para atenuar as limitações de água para a produção, pode-se irrigar onde as condições sejam favoráveis. Entretanto, não se adotará a irrigação, a menos que o agricultor veja e possa compreender os benefícios de ter um sistema de água desenvolvido. Isto provavelmente não ocorrerá a menos que uma mudança significativa ocorra no sistema de produção das culturas locais, i.e., a adoção de novas variedades e/ou mudanças no padrão existente de culturas.

Na falta de irrigação, outras opções de manejo existem que tenderão a diminuir o impacto da má distribuição de precipitação da estação das chuvas e que podem tornar a região mais atrativa para investimentos agrícolas. Melhor manejo da fertilidade e uma colocação profunda de calcário podem reduzir os requerimentos para irrigação suplementar (Soares *et al.* 1976). De um ponto de vista de culturas, variedades de maturação antecipada e aquelas variedades ou culturas capazes de resistir à seca deverão ser particularmente vantajosas. Podem-se alterar as datas do plantio para evitar os períodos quando a precipitação é mais errática. Por fim, melhoramentos nos sistemas de culturas podem ser feitos de modo que os recursos do solo e os climáticos possam ser utilizados mais completamente durante todo o ano.

Na ausência de um melhor manejo das águas e sem melhoria na habilidade de controlar pragas e doenças, a produção de muitas culturas na estação das chuvas flutuará grandemente de ano para ano. O impacto da produção altamente variável da estação chuvosa sobre o desenvolvimento agrícola no cerrado se intensifica quando se considera que

grandes aplicações de capital serão requeridas para aliviar as condições de baixa fertilidade nativa. A dificuldade de pagar esses investimentos em face de rendimentos altamente variáveis retarda o desenvolvimento de uma agricultura melhorada, próspera e estável.

CONCLUSÕES

Os dados de precipitação pluvial de 42 anos, analisados em base do maior período seco de qualquer ano, revelaram que há somente 8% de probabilidade de que em qualquer ano o maior período seco se limitará a 8 ou menos dias. Em outras palavras, somente 1 em 13 anos a precipitação pluvial será assim bem distribuída durante a estação das chuvas. Há 50% de possibilidades de que o maior período de estiagem será de 14 ou mais dias e 15% de possibilidade de que esse período excederá 3 semanas. A análise de períodos secos múltiplos revela que, na média, a região de Brasília pode apresentar 3 veranicos por estação chuvosa de 8 ou mais dias, um período seco de 13 ou mais dias e, em um ano de cada 7 anos, os períodos secos da estação das chuvas excederão 3 semanas de duração.

Encontrou-se que a ocorrência de períodos secos na estação chuvosa prevalece durante o final de dezembro e janeiro. O período de 20 dias, de 27 de dezembro a 15 de janeiro, foi assinalado com o possuidor de um maior número de dias secos comparado com os períodos anteriores ou posteriores. Este fato corrobora a crença local de que certos períodos na estação das chuvas são mais prováveis do que outros para a ocorrência de veranicos. Existem diferenças estatísticas significantes entre períodos de 10 dias da estação das chuvas quando se faz uma análise na base do número médio de dias secos para cada período. Entretanto, a tendência para os períodos secos da estação das chuvas se mascara nas médias mensais de precipitação. O fato de que ocorram esses períodos secos se revela somente quando as médias mensais são dissecadas

e se faz uma análise na base de períodos mais curtos de tempo.

AGRADECIMENTOS

O autor é grato à USAID, à Universidade de Cornell e à EMBRAPA, pelo apoio dado a este estudo. Agradece também a ajuda de Marlene Maia Pinto, do Serviço de Meteorologia, em procurar os dados e a ajuda de Zaida Knight na tradução deste artigo.

REFERÊNCIAS

- BELCHER, D.J. & Associates. 1955. Selection of the five sites most favorable for the location of the new capital of the United States of Brazil. Technical Report, Ithaca, N.Y. USA.
- CHATFIELD, C. 1966. Wet and dry spells. *Weather*. 21: 308-310.
- FEYERHERM, A.M. & BARK, L.D. 1965. Statistical methods for persistent precipitation patterns. *Jour. of Appl. Meteorol.* 4:320-328.
- HERSHFIELD, D.M. 1970. Generalizing dry-day frequency data. *Jour. Am. Water Works Assn.* 62:51-54.
- HOWELL, T.A.; HILER, E.A. & REDDELL, D.L. 1974. Optimization of water use efficiency under high-frequency irrigation; II - System simulation and dynamic programming. *Amer. Soc. of Agric. Engineers. Paper* 74-2565.
- ISON, N.T; FEYERHERM, A.M. & BARK, L.D. 1971. Wet period precipitation and the gamma distribution. *Jour. of Appl. Meteorol.* 10:658-665.
- LOWRY, W.P. & GUTHRIE, D. 1968. Markov chains of order greater than one. *Monthly Weather Rev.* 96 798-801.
- MARKOVIC, R.D. 1965. Probability functions of best fit to distributions of annual precipitation and runoff. *Hydrology Paper N° 8. Colorado State Univ., Fort Collins, Colo.*
- McWHORTER, J.C.; MATTHES, R.K. & BROOKS, B.P. 1966. Precipitation probabilities for Mississippi. *Agricultural Engineering Dept., Mississippi State Univ. College, Miss.*
- SOARES, M.V.; LOBATO, E.; GOZALES, E. & NADERMAN, G.C. 1976. Liming of Soil Associated with the Brazilian "Cerrado". *Seminar Soil Mgt. and DVLPMPT Process in Tropical America. (Febr. 1974), CIAT, Cali, Colômbia.*
- VAN BAVEL, C.H.M. & VERLINDEN, F.J. 1956. Agricultural drought in North Carolina. *Tech. Bul. n° 122, Raleigh, N.C.*
- WIESNER, C.J. 1970. *Hydrometeorology. Chapman and Hall. London.*
- WISER, E.H. 1965. Modified markov probability models of sequences of precipitations events. *Monthly weather review.* 93:511-516.
- WOLF, J.M. & SOARES, M.V. 1976. Características de umidade de um latossolo vermelho-escuro do Distrito Federal. *Pesq. Agropec. Bras. Sér. Agron.* 11: 111-5. 1976.

ABSTRACT. - PROBABILITIES OF WET SEASON DRY SPELLS FOR BRASÍLIA, D.F.

For the Brasilia area, the wet season centers on the 5-month period - from November to March. This corresponds to the time of traditional cropping. Climatic limitations to agricultural production during this period were studied through analyses of daily rainfall for 42 years. Records analyzed from the standpoint of the single longest dry spell in any wet season revealed only an 8% chance that in any year the longest dry spell will be limited to 8 days or less, a 50% chance that the longest dry spell will be 14 days or more, and a 15% chance that the longest wet-season dry spell will exceed 3 weeks. The frequency of occurrence of multiple dry spells was revealed by analysis of all dry spells in the 42 years of record. On the average, the Brasilia area may expect 3 dry spells per wet season of 8 days longer spells of 10 days or longer, 1 dry spell of 13 days or longer, and in 1 year in 7, wet-season dry spells will exceed three weeks in length.

Wet season occurrence of dry spells was found to be most prevalent during late December and January. The tendency for wet-season dry spells is hidden in the monthly precipitation means. When monthly means were divided into time periods of 10 days in length, marked differences were observed between adjacent 10-days periods.

Index terms: rainfall distribution, climate, dry spells, probabilities of dry spells, cerrado, Brasília.