

ISSN 0104-1347

Probabilidade de ocorrência de dias secos para a região de Jaboticabal-SP

Frequency of dry spells for the Jaboticabal region, SP, Brazil

Silvio Luiz Bottino de Vasconcellos¹, Romisio Geraldo Bouhid André² e Dilermando Perecin³

Resumo - Neste trabalho, o objetivo foi analisar um modelo climatológico para previsão de deficiências hídricas, induzidas nas culturas do algodão e do milho para os solos Latossolo Vermelho Escuro (LVE) e Latossolo Roxo (LR), representativos da região de Jaboticabal, SP (Lat. 21°15'22"S, Long. 48°18'58"W e altitude de 595 m). Os dados foram obtidos a partir dos registros pluviométricos disponíveis no departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP-Jaboticabal-SP, que tratam de 24 anos de observação na estação Agrometeorológica do Campus. Foi feita a adequação de um modelo para caracterização da frequência de dias secos com diferentes durações, para as duas culturas da região. Definiu-se "dias secos" como aqueles em que o armazenamento de água no solo, de acordo com o balanço hídrico, igualou-se ou ficou aquém de um certo valor crítico condicionado pela demanda atmosférica. O valor do armazenamento crítico foi estabelecido considerando-se características físicas do solo, profundidade efetiva do sistema radicular e evapotranspiração. A ocorrência de períodos curtos, de 5 dias, com deficiência hídrica no solo é mais provável do que períodos mais extensos, de 10 a 20 dias, independentemente do tipo de solo ou cultura, principalmente nas estações primavera e verão. Independentemente do tipo de solo estudado, a frequência relativa de períodos de deficiência hídrica, maiores que 10 dias, fica abaixo de 35 % durante todo o ano.

Palavras-chave: déficit hídrico, dias secos, armazenamento crítico.

Abstract - The aim of this paper was to analyze a climatological model for forecasting water deficit in some crops, such as cotton and corn (maize) in soils LVE and LR representative of Jaboticabal (SP) region (Lat. 21°15'22"S, Long. 48°18'58"W and 595 m height). Twenty-four years of precipitation data were obtained from a meteorological station that belongs to the Departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP-Jaboticabal-SP, located at the university campus. The model was adjusted to estimate the frequency of dry spells in different periods for these two crops. Dry spells were defined as the day where soil water storage, obtained by water balance, was less than or equal to a critical value conditioned by the atmospheric demand. The critical level of water storage was established for each crop, taking into account soil physical properties, root depth and evapotranspiration. Short periods of 5 days with water deficit in the soil is more probable to occur in periods larger than 10 and 20 days, independent of the type of soil and the crop. The relative frequency of periods of water deficit higher than 10 days is less than 35% throughout the year.

Key words: water deficit, dry spells, water storage.

¹Consultor. Mestre em Agrometeorologia pela ESALQ/USP.

²Prof. Visitante – Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo – UENF. CEP 27973-030. Macaé, RJ.

³Prof. Titular – UNESP – Campus de Jaboticabal, Departamento de Ciências Exatas, CEP 14884-900. Jaboticabal, SP.

Introdução

Na agricultura convencional, o sucesso ou não de uma dada atividade de exploração econômica, está intrinsecamente relacionado a vários fatores, dentre eles os edáficos e sua correlação com os fatores climáticos em uma certa região, seja por restrições térmicas, hídricas, fitossanitárias impostas por determinadas combinações específicas seja por características de determinado clima sobre as diversas fases de desenvolvimento vegetal.

A falta de precipitação pluviométrica nem sempre determina a ocorrência de uma seqüência de seca, sendo esta, estritamente relacionada ao tipo de solo que armazena a água e ao tempo de exposição de uma cobertura vegetal à demanda atmosférica, definidos em um período de estiagem, numa determinada época do ano.

Em estudos de caracterização da seca agromônica, em que são considerados os fatores próprios ao sistema solo - planta - atmosfera, os resultados obtidos são representativos apenas para pequenas áreas, não podendo ser extrapolados para uma escala regional. Isto levou alguns autores, como VAN BAVEL (1953), THORNTON & MATHER (1955), MORETI FILHO (1965), SCARDUA (1979), entre outros, a considerarem apenas o aspecto meteorológico, com base na demanda e no suprimento da água por meio de métodos climatológicos, os quais não consideram o teor de água no solo, mas carregam consigo o conceito de disponibilidade de água como uma função da demanda atmosférica e da espécie vegetal (BRAGA & VILA NOVA, 1983).

ASSAD *et al.* (1993) determinaram as probabilidades de ocorrência de veranicos para a região dos cerrados brasileiros com durações de 10, 15 e 20 dias, através da utilização de funções de distribuição de Gumbell & Weibull. FIETZ *et al.* (1997) estudaram a probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos para a região de Dourados-MS. VIANA *et al.* (2000) estudaram a probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos para o município de Cedro-CE, utilizando a primeira ordem da cadeia de Markov, e concluíram que a região possui um total pluviométrico anual médio satisfatório para as atividades agrícolas, porém, com riscos elevados devido à grande variabilidade da quantidade na estação chuvosa. Esses autores definiram “período seco” como aquele em que a precipitação foi inferior a 5mm. SILVA *et al.* (1997) fizeram um estudo de períodos

secos, dentro do semestre chuvoso para o cerrado baiano, em termos de frequência e descrição da probabilidade condicional de ocorrência de veranicos de n ou mais dias. O dia foi considerado seco quando a lâmina d'água foi inferior a 1mm. FREITAS & GRIMM (1998) estudaram a probabilidade de ocorrência de veranicos no Estado do Paraná. Nesse estudo, o dia foi considerado seco quando a evapotranspiração potencial ultrapassou a precipitação. VASCONCELLOS (1998) estudou a variação da quantidade e distribuição de chuvas em termos de sua magnitude e ocorrência, bem como, apresentou exemplos práticos da utilização de um modelo climatológico, na previsão de deficiências hídricas induzidas em determinadas culturas e tipos de solos, por seqüências de dias secos.

SILVEIRA & ASSIS (2000) analisaram a ocorrência de períodos secos para Pelotas-RS, utilizando-se a distribuição de valores extremos de Gumbel. Definiram “período seco” como aquele em que não houve ocorrência de precipitação. A conclusão dos autores é que Pelotas não possui uma estação chuvosa bem definida.

Neste trabalho, o objetivo foi analisar, com base em uma série ininterrupta de 24 anos de dados, um modelo climatológico de probabilidade de ocorrência de deficiências hídricas induzidas nas culturas de algodão e milho em solos LVE e LR, representativos da região de Jaboticabal,SP.

Material e métodos

Os dados utilizados foram obtidos a partir dos registros pluviométricos diários, disponíveis no Departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal, sobre 24 anos de observação na estação Agrometeorológica do Campus, no período 1971 a 1994.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical, com inverno seco (Cwa), com precipitação média anual de 1400 mm, temperatura média anual de 22 °C e umidade relativa média do ar de 70%.

Para o ajuste da seqüência de dias secos, definidos como aqueles em que há armazenamento de água no solo, menor ou igual ao valor crítico, foi efetuado o balanço hídrico, pelo método de THORNTON & MATHER (1955), para diver-

so valores de Capacidade de Água Disponível no solo (CAD) que venham a simular combinações solo - planta representativa em vários tipos de solos e profundidades de sistema radicular. O modelo de THORNTHWAIT & MATHER (1955), modificado por BRAGA & VILLA NOVA (1983), define o Armazenamento Crítico (ARMc) pela expressão:

$$ARMc = (1 - p)CAD \quad (1)$$

em que p é a fração da capacidade de água no solo, prontamente disponível. Tal fração é uma função exclusiva da ETM, e seus valores para diversos tipos de culturas, podem ser obtidos por DOORENBOS & KASSAN (1979).

O armazenamento (ARM) para $ARM > ARMc$, foi calculado por:

$$ARM = CAD - NEG \quad (2)$$

sendo

$$NEG = P - ETP \quad \text{para } P < ETP \quad (3)$$

na qual NEG é o negativo acumulado e P , a precipitação.

Para $ARM < ARMc$ este será dado por:

$$ARM = (1 - p)CAD \exp\left(-\frac{NEG}{CAD} + p\right) \quad (4)$$

e

$$NEG = \left[p - \ln \frac{ARM}{(1 - p)CAD} \right] CAD \quad (5)$$

Os dados de evapotranspiração potencial (ETP) utilizados no balanço hídrico diário foram obtidos com o método da Radiação (DOORENBOS & PRUIT, 1977). Para definição do parâmetro CAD, necessário à aplicação do balanço hídrico, procedeu-se a escolha de dois tipos de solo representativos na região em questão e, a título de exemplo, duas culturas cultivadas na região (algodão e milho), ambas pertencentes ao grupo de culturas IV, definidos por DOORENBOS & KASSAN (1979).

Para o Latossolo Vermelho-Escuro de textura média, obteve-se uma CAD de 70 mm por metro de profundidade, para a cultura do algodão e, de 55 mm/m para o milho. Para o Latossolo Roxo, foi utilizado a CAD de 115 mm para a cultura do milho e de 135 mm para o algodão.

Os valores da fração da capacidade de água no solo prontamente disponível (fração p) utilizados

variaram de acordo com a $ETM=ETP$ diária, já que se assumiu um coeficiente de cultura igual a unidade.

Os dias com deficiência hídrica ($ARM < ARMc$) foram contabilizados de modo a se obterem as probabilidades empíricas ou frequência relativa de ocorrência para períodos móveis com passo de um dia. Foram determinadas as frequências de períodos consecutivos de cinco, dez e vinte dias com $ARM < ARMc$.

Resultados e discussão

Os principais resultados são apresentados em forma de gráficos acompanhados do ciclo provável da cultura, com base nas épocas de semeadura recomendadas pela pesquisa, e podem ser visualizados nas Figuras 1 a 4.

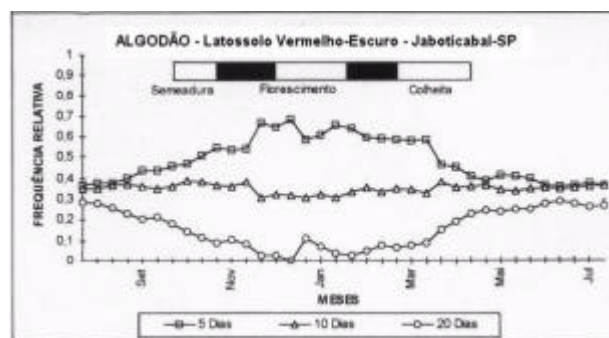


Figura 1. Frequência de períodos de 5, 10 e 20 dias com deficiência hídrica para a cultura do algodão, cultivada em Latossolo Vermelho-Escuro.

Nota-se na Figura 1, condições de boa disponibilidade hídrica para o algodoeiro, a partir da 2ª quinzena de setembro, no Latossolo Vermelho-Escuro (LVE), na qual o risco de ocorrência de períodos de 20 dias de deficiência hídrica fica abaixo de 20%, a ocorrência de 10 dias secos mantém-se praticamente constante em nível de 35% e, de cinco dias mantém-se acima de 40%. A fase de florescimento coincide com o aumento da probabilidade de ocorrência de períodos mais extensos de deficiência hídrica (10 e 20 dias), que por outro lado, sempre está abaixo do nível de 40% de probabilidade e a ocorrência de períodos de cinco dias decresce até 50% no início da colheita. Como se trata de uma espécie bem tolerante à deficiência hídrica, assume-se que um adequado manejo do solo, buscando o aumento da capacidade de retenção de água, determinará menores riscos aos rendimentos da cultura.

Na Figura 2, para a referida cultura e Latossolo Roxo, podem verificar-se resultados semelhantes, apenas ressaltando a maior disponibilidade hídrica no início de desenvolvimento da cultura, mas com um risco maior de ocorrência de períodos de 20 dias de deficiência hídrica (abaixo de 35%) e, um pico na probabilidade indicando que a cultura pode sofrer um déficit hídrico de 5 dias no início de florescimento.

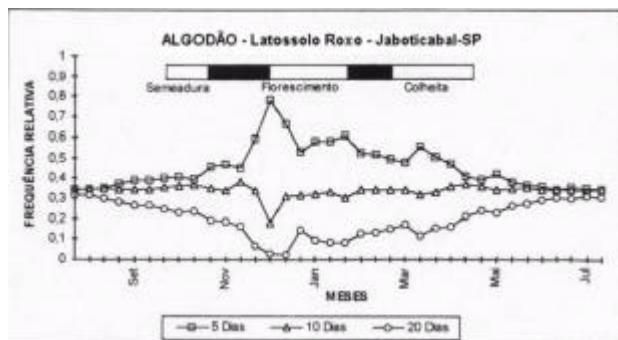


Figura 2. Frequência de períodos de 5, 10 e 20 dias com deficiência hídrica para a cultura do algodão, cultivada em Latossolo Roxo.

Para o cultivo do milho (Figuras 3 e 4), deve ressaltar-se que o período compreendido do pendoamento à polinização (início do florescimento) é crítico quanto à ocorrência de deficiência hídrica, fase esta em que se determina o número de óvulos a serem fecundados, e ainda, apesar da eficiência no uso da água, o milho é sensível tanto ao excesso como a falta de água. Nota-se uma boa disponibilidade hídrica no início de desenvolvimento da cultura, com baixo nível de probabilidade de ocorrência de períodos longos de déficit, e aumento progressivo na probabilidade de efetivação de períodos com, no mínimo, cinco dias de deficiência hídrica até o início do florescimento para os dois tipos de solos em questão.

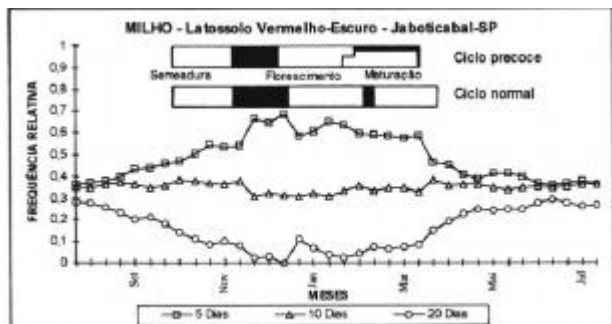


Figura 3. Frequência de períodos de 5, 10 e 20 dias com deficiência hídrica para a cultura do milho, cultivada em Latossolo Vermelho-Escuro.

Durante a fase crítica de desenvolvimento da cultura existem, aproximadamente, 30% de probabilidade de ocorrência de uma seqüência de 10 dias de déficit hídrico e a de 20 dias tende a 0% para LVE, sendo o risco de perdas reduzido. A irrigação suplementar torna-se uma prática recomendável quando ocorrer uma seqüência maior que 10 dias.

Já para o LR (Figura 4), nesta fase crítica, seqüências de 10 dias variam em torno de 25 a 30% de probabilidade de ocorrência, enquanto a de 20 dias se mantém abaixo de 5%.

Conclusões

1. A distribuição de frequência da seqüências de dias secos ($ARM \leq ARM_c$), descritos pela probabilidade empírica de sua ocorrência, descreve bem o nível de exposição ao risco de déficit que uma determinada cultura poderá sofrer em uma dada fase fenológica, na região de Jaboticabal;
2. A ocorrência de períodos curtos, de cinco dias, com deficiência hídrica no solo é mais provável que períodos mais extensos, de 10 a 20 dias, independentemente do tipo de solo ou cultura, acentuadamente nas estações primavera e verão.
3. Independentemente do tipo de solo estudado, a frequência relativa de períodos de deficiência hídrica maiores que 10 dias ficam abaixo de 35% durante todo o ano.

Referências bibliográficas

ASSAD, E.D. *et al.* Veranicos na região dos Cerrados Brasileiros: Frequência e probabilidade de ocorrência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 9, p. 993-1003, 1993.

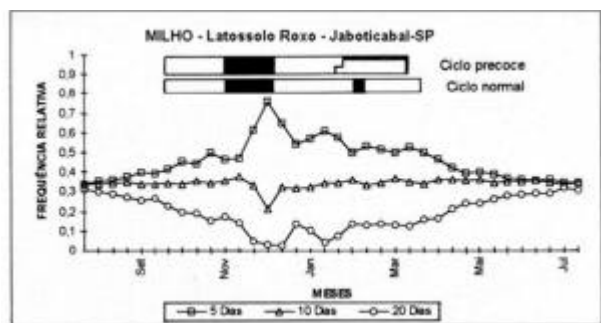


Figura 4. Frequência de períodos de 5, 10 e 20 dias com deficiência hídrica para a cultura do milho, cultivada em Latossolo Roxo.

- BRAGA, H.J; VILLA NOVA, N.A. Caracterização da seca agrônômica através de novo modelo de balanço hídrico, na região de Laguna, litoral sul do Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 1983. Campinas, SP. **Anais...**, Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ Instituto Agrônômico de Campinas, 1983. p. 283-309.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193 p. (Irrigation and Drainage Paper 33).
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 144 p. (Irrigation and Drainage Paper 24).
- FIETZ, C.R. *et al.* Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na região de Dourados, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997. Piracicaba, SP. **Anais...**, Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v. 1, 1997. p. 101-103, 1997.
- FREITAS, E.D., GRIMM, A.M. Determinação de probabilidades de ocorrências de veranicos no Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998. Brasília. **Anais...**, Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998, CD-ROM.
- MORETI FILHO, J. **Caracterização da seca agrônômica na zona canavieira do Estado de São paulo como base para os estudos de irrigação**. Piracicaba: ESALQ, 1965. 93 p. Tese (Livre-docência) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz/USP. 1965.
- SCARDUA, J. A. **Ocorrência de dias secos consecutivos na região de Cachoeiro do Itapemirim Estado do Espírito Santo**. Piracicaba, 1979, ??? p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP. 1979.
- SILVA, M.A.V. *et al.* Estudos dos períodos secos dentro do semestre chuvoso para o cerrado baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba, **Anais...**, Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ ESALQ, 1997. p. 131-133.
- SILVEIRA, V.P., ASSIS, S.V. Ocorrência de períodos secos em Pelotas, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000. Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000. CD-ROM.
- THORNTHWAITE, C.W. e MATHER, J.R. The water budget ant its use in irrigation. In: Estados Unidos. **Yearbook of Agriculture**, Washington: Departament of Agriculture, 1955. p. 346-357.
- VAN BAVEL, C.H.M. A drought criterion and it application in evaluating drought incidence an hazard. **Agronomy Journal**, Madison, v. 45, p. 167-72, 1953.
- VASCONCELLOS, S.L.B. **Análise da quantidade e distribuição pluviométricas na região de Jaboticabal – SP**. Piracicaba: ESALQ/ USP, 1998. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP, 1998.
- VIANA, T.V. *et al.* Análise estocástica de ocorrência de períodos secos e chuvosos para o município de Cedro-CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000. Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000. CD-ROM.