

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE DIAS TRABALHÁVEIS COM TRATORES AGRÍCOLAS EM UBERABA, MINAS GERAIS^{1/}

Simone Vieira de Assis^{2/}
Gilberto C. Sediyama^{3/}
Rubens Leite Vianello^{3/}
Peter John Martyn^{3/}

1. INTRODUÇÃO

A utilização de tração motomecanizada no preparo do solo, plantio, tratos culturais e colheita requer conhecimento adequado das condições do solo e do tempo atmosférico. Em razão disso, há necessidade de informações seguras sobre o conteúdo de umidade do solo.

Nas regiões de alto índice pluviométrico, é preciso desenvolver estudos relacionados com a umidade do solo, de modo que se possa estimar o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas.

Visto que a umidade do solo influencia as condições de operação com tratores agrícolas, tem sido desenvolvidos vários trabalhos com a finalidade de determinar a probabilidade de ocorrência de dias trabalháveis com tratores agrícolas. Entende-se por trabalhável o dia em que a disponibilidade de umidade do solo é inferior ou igual a 90% da disponibilidade total de água e a precipitação é inferior ou igual a 0,2 mm.

Os trabalhos de pesquisa destinados à obtenção de maior aproveitamento dos dias trabalháveis com tratores agrícolas são de extrema importância, visto que num solo com quantidade excessiva de umidade, o trator agrícola trafega com di-

^{1/} Parte da tese de mestrado apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa.

Aceito para publicação em 1.º-12-1988.

^{2/} Departamento de Meteorologia da UFPel. 96060 Pelotas, RS.

^{3/} Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. 36570 Viçosa, MG.

ficuldade. Além disso, o excesso de umidade concorre para a compactação e aderência do solo ao implemento, não se conseguindo, dessa maneira, trabalho satisfatório. Visto que o potencial de área agricultável depende extremamente da facilidade de mecanização, surge a necessidade de pesquisas direcionadas para o estudo da ocorrência de dias que ofereçam condições de trabalho no campo, utilizando tratores agrícolas, com base em parâmetros do solo e do clima.

Com o presente trabalho, buscaram-se os seguintes objetivos:

- a) desenvolver um modelo para estimar o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas na região de Uberaba;
- b) estimar o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas;
- c) calcular e analisar a probabilidade de ocorrência de tais dias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Precipitação Efetiva*

O estudo da umidade do solo está diretamente relacionado com a precipitação, variável de importância agroclimatológica. Para muitos objetivos, as medidas da precipitação são de grande interesse, porque refletem a situação de umidade no solo. De modo mais simples, precipitação efetiva significa precipitação útil ou utilizável.

Nem toda precipitação é efetiva, porque parte pode ser perdida por escoamento superficial, percolação ou evaporação. Precipitação não é necessariamente útil ou utilizável por todo o tempo, na taxa ou na quantidade em que é recebida: parte dela pode ser perdida inevitavelmente, enquanto parte pode ser destrutiva. A porção útil da precipitação é armazenada e utilizada posteriormente; a parte excedente deve ser transportada ou removida rapidamente (5).

2.2. *Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas*

Para a seleção eficiente de tratores agrícolas, com base no número de horas de trabalho em determinada propriedade agrícola, deve-se, em primeira instância, estimar o número de dias trabalháveis no campo. Em acréscimo, essa estimativa torna-se útil à programação das operações de campo e à ordem em que essas operações podem ser executadas.

BOLTON *et alii* (3), por intermédio da técnica do balanço de umidade do solo, estimaram o número de dias apropriados para as operações de campo. Determinaram que umidade do solo abaixo de 70 a 80% da umidade máxima do solo era fator limitante da mobilidade do trator agrícola.

De acordo com FRISBY (9), a escolha de tratores agrícolas seria mais fácil se o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas pudesse ser determinado com razoável grau de acerto. Considerou não-trabalhável o dia em que a umidade do solo fica acima da «capacidade de campo» ou, então, aquele em que a precipitação é igual ou superior a 0,25 mm.

MOREY *et alii* (12), ao estimarem o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas, para a colheita do milho, consideraram o seguinte: trabalhável seria o dia que tivesse como valor de precipitação altura menor do que 0,25 mm e conteúdo de umidade menor do que 95% da «capacidade de campo», nos 15 centímetros superiores do perfil do solo.

2.3. Cadeia de Markov

O fato de que o tempo meteorológico em um dia não é estatisticamente independente do tempo meteorológico no dia precedente tem sido analisado de diversas formas. Um modo simples consiste na utilização de um modelo em que a sequência de dias é considerada como uma cadeia de Markov, em dois estados sucessivos: «dia bom» e «dia ruim».

Segundo HILDEBRAND (10),

“um experimento que consiste de um número finito de resultados chamados estados no qual o resultado de cada tentativa depende da tentativa precedente é chamado de cadeia de Markov”.

MOREY *et alii* (12) utilizaram a cadeia de Markov para obter a persistência e a probabilidade inicial e de transição para o intervalo de sete dias sucessivos, correspondentes à semana climática, ao estimarem o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas.

De acordo com WEISS (15), um planejamento agrícola pode ser obtido por meio da cadeia de Markov para calcular a probabilidade do início das chuvas. O evento que determina o inicio das chuvas é definido como o primeiro dia em que a precipitação total é maior do que uma quantidade conhecida.

Quando se consideram dois estados, tem-se dia bom (B), o que oferece condições de tempo meteorológico favorável ao trabalho com trator agrícola, e dia ruim (R), o que não oferece tais condições. Se as condições de tempo são ruins no início do n -ésimo dia, é $P(B/R)$ a probabilidade de que haja melhora no período e o trator agrícola possa trabalhar no inicio do $(n+1)$ -ésimo dia.

Considera-se também que, se o dia for bom no inicio do n -ésimo dia, será $P(R/B)$ a probabilidade de condições desfavoráveis, não sendo possível o trabalho com trator agrícola no inicio do $(n+1)$ -ésimo dia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram analisados os dados de precipitação, brilho solar e temperatura do ar em Uberaba, cuja localização geográfica é a seguinte:

Latitude (S)	19° 45'
Longitude (W)	47° 55'
Altitude	742,90m

O solo da localidade foi classificado, de acordo com as análises feitas por FERNANDES e REZENDE (8), como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura argilosa, com vegetação de cerrado.

3.1. Modelo do Balanço de Água no Solo

O balanço de água no solo pode ser determinado pelo método simplificado de JENSEN *et alii* (11):

$$LAD(j) = LAD(j-1) + PE(j) - ETr(j), \quad \text{eq. 5}$$

em que:

$LAD(j)$ = lâmina de água atual disponível no solo no final do dia (j), mm;

$LAD_{(j-1)}$ = lámina de água atual disponível no solo no final do dia (j-1), mm;
 $PE_{(j)}$ = precipitação efetiva, no dia (j), mm;
 $ETr_{(j)}$ = evapotranspiração real, no dia (j), mm.

Quando a lámina de água disponível no solo ($LAD_{(j)}$), em virtude de precipitação ocorrida, for maior do que a lámina total de água que o solo poderia reter, a umidade do solo terá valor igual ao da lámina total de água disponível do solo e o excesso de precipitação será considerado como perdido por percolação ou por escoamento superficial (7).

No modelo, precipitação efetiva foi a parte da precipitação total usada para satisfazer a lámina total de água requerida.

Considerou-se que no início do balanço de água o solo estava na «capacidade de campo», antes de se proceder à contagem de dias bons.

No cálculo da lámina de água total disponível no solo foi utilizada a seguinte expressão:

$$LAD = \frac{(CC - PM)}{10} \cdot \text{dap. } Z, \quad \text{eq. 6}$$

em que:

CC = capacidade de campo, %, em peso;
 PM = ponto de murcha, %, em peso;
 dap = densidade aparente do solo, $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$;
 Z = profundidade do perfil do solo, cm.

3.2. Evapotranspiração

A evapotranspiração potencial foi calculada por meio do método da radiação:

$$ETp = W \cdot Rs, \quad \text{eq. 1}$$

em que:

ETp = evapotranspiração potencial, mm dia^{-1} ;
 W = fator que depende da temperatura e da altitude;
 Rs = irradiação solar global (em equivalente lámina d'água), mm dia^{-1} .

A radiação solar global diária foi obtida por meio da equação de Ångström, e a obtenção do valor de W (tabelado) teve os valores da temperatura média e altitude da localidade como variáveis de entrada, de acordo com DOORENBOS e PRUITT (6). Para os parâmetros a e b da equação de Ångström, foram usados os seguintes valores, segundo CHANG (4):

$$a = 0,29 \cos \psi, \text{ sendo } \psi \text{ a latitude local, e}$$

$$b = 0,52.$$

A evapotranspiração real foi calculada conforme a equação proposta por BERNARDO (2), considerando, no início do balanço de água no solo, o coeficiente de umidade, K , igual a 1, ou seja, considerando a água disponível no solo como igual à disponibilidade total de água.

3.3. Número de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas

No modelo, como favorável ao trabalho de campo foi considerado o dia em que a água disponível no solo era igual ou inferior a 90% da disponibilidade total de água nos primeiros 15 centímetros do solo.

Para obter o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas, um dia com 5,0 mm, ou mais, de chuva foi considerado como ruim para o trabalho de campo, independentemente da quantidade de água disponível nos 15 centímetros superficiais do solo. O limite de 5,0 mm representa o valor médio da evapotranspiração diária. Qualquer dia com precipitação de 10,0 mm, ou mais, no dia anterior foi classificado como dia ruim para as operações de campo (13). De acordo com o critério anterior, o limite de 10,0 mm corresponde à evapotranspiração de dois dias consecutivos, aproximadamente.

Incluíram-se os valores dos parâmetros climáticos dos dias anteriores no critério de seleção de dias favoráveis ao trabalho com tratores agrícolas. Por outro lado, qualquer dia com precipitação superior a 0,2 mm e 2,0 mm, ou mais, no dia anterior foi registrado também como dia ruim. O critério adotado deve-se ao fato de que dois dias consecutivos com chuva caracterizam o fenômeno de persistência das condições do tempo do dia anterior. Isto indica que a precipitação pode interferir nas operações normais com tratores, independentemente da quantidade de água nos 15 centímetros superiores do solo.

O período do ano considerado no presente trabalho foi o compreendido entre 31 de agosto e dois de maio, por ser período chuvoso na localidade e época de plantio das principais culturas agrícolas da região.

Os registros foram divididos em períodos de sete dias, correspondentes a semana climatológica.

3.4. Probabilidade de Ocorrência de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas

Utilizando a cadeia de Markov, foi possível calcular a probabilidade de ocorrência de dias trabalháveis com tratores agrícolas.

A probabilidade de ser bom ou trabalhável com tratores agrícolas o primeiro dia foi calculado por meio de divisão do número de anos em que o primeiro dia foi bom pelo número de anos do período. A probabilidade de ser bom o segundo dia, dado que o primeiro foi bom, foi calculada por meio da divisão do número de dias em que o primeiro e o segundo dia foram bons pelo número de anos em que o primeiro dia foi bom.

Foram calculadas outras probabilidades condicionais, segundo FRISBY (9):

$$P(R) = 1,0 - P(B);$$

$$P(R/B) = 1,0 - P(B/B);$$

$$P(B/R) = [P(B) P(R/B)] / P(R);$$

$$P(R/R) = 1,0 - P(B/R);$$

em que:

$P(B)$ = probabilidade de um dia ser bom;

$P(R)$ = probabilidade de um dia ser ruim;

$P(R/B)$ = probabilidade de um dia ser ruim, dado que o anterior foi bom;

$P(B/R)$ = probabilidade de um dia ser bom, dado que o anterior foi ruim;

$P(R/R)$ = probabilidade de um dia ser ruim, dado que o anterior foi ruim;

$P(B/B)$ = probabilidade de um dia ser bom, dado que o anterior foi bom.

3.5. Probabilidade de Ocorrência de Dias Bons num Intervalo Especificado

Como o intervalo especificado foi o correspondente à semana climatológica, no período de sete dias anteriores ao dia 31 de agosto todos os dias foram considerados como bons para o trabalho de campo. A partir daí, calculou-se a probabilidade de ocorrência de dias bons dentro do período especificado, obtendo, dessa forma, a sequência correspondente à probabilidade e o respectivo cálculo.

3.6. Probabilidade de pelo menos n-Dias Ruins no Período Especificado

Levando em consideração os valores das probabilidades de dias bons dentro de um período especificado, foi possível determinar, para um período de sete dias, a probabilidade de ocorrerem pelo menos n-dias ruins, alcançando, dessa forma, a probabilidade de, pelo menos, um dia ruim até pelo menos, seis dias ruins.

3.7. Determinação do Número provável de Dias Bons, para Quatro Níveis de Probabilidade

Usando a teoria da distribuição acumulada, foi possível calcular o número provável de dias bons, para quatro níveis de probabilidade.

A expressão utilizada foi a seguinte, conforme THOM (14):

$$F = \frac{n}{m + 1} \quad \text{eq. 7}$$

em que:

F = freqüência relativa acumulada;

n = número de ordem dos dados de número de dias bons, dispostos em ordem decrescente; $n = 1, 2, \dots, m$;

m = número de anos de observação.

Para cada semana climatológica, foi calculado o número provável de dias bons, para quatro níveis de probabilidade.

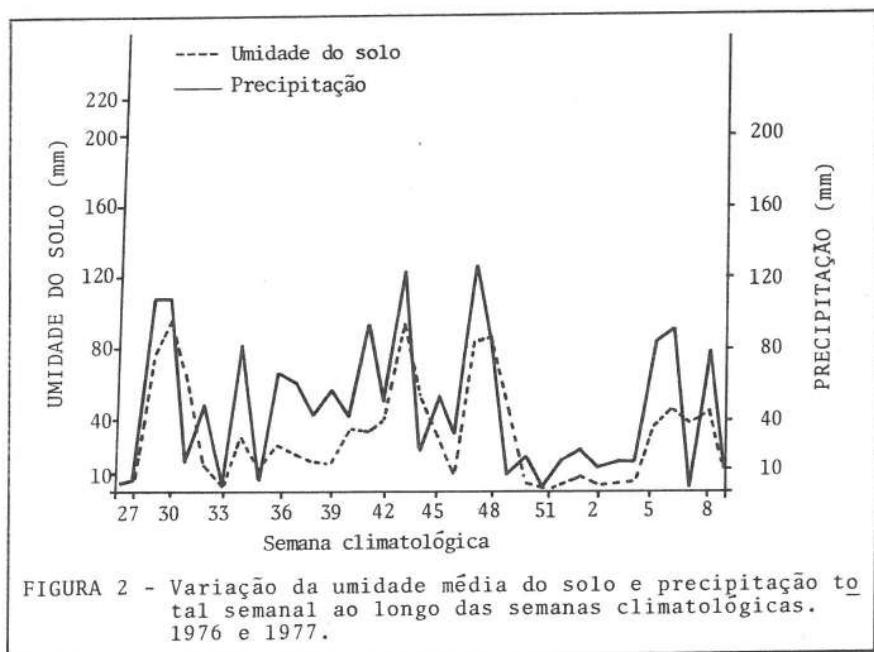
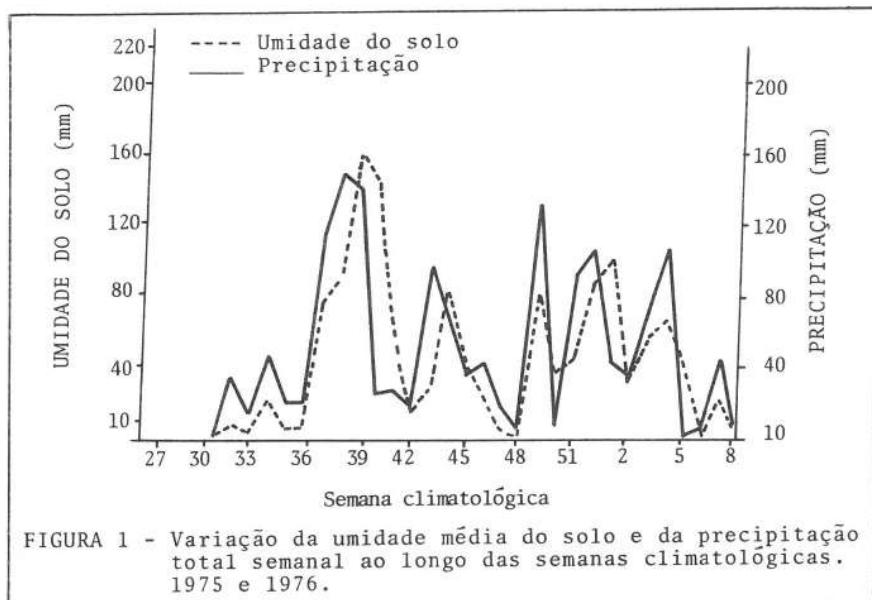
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo foi utilizado para obter valores de probabilidades, de modo que se pudesse ter informações sobre a ocorrência de dias trabalháveis com tratores agrícolas.

Os valores totais semanais de precipitação e os valores médios de umidade do solo, em relação à semana climatológica, acham-se nas Figuras 1, 2 e 3.

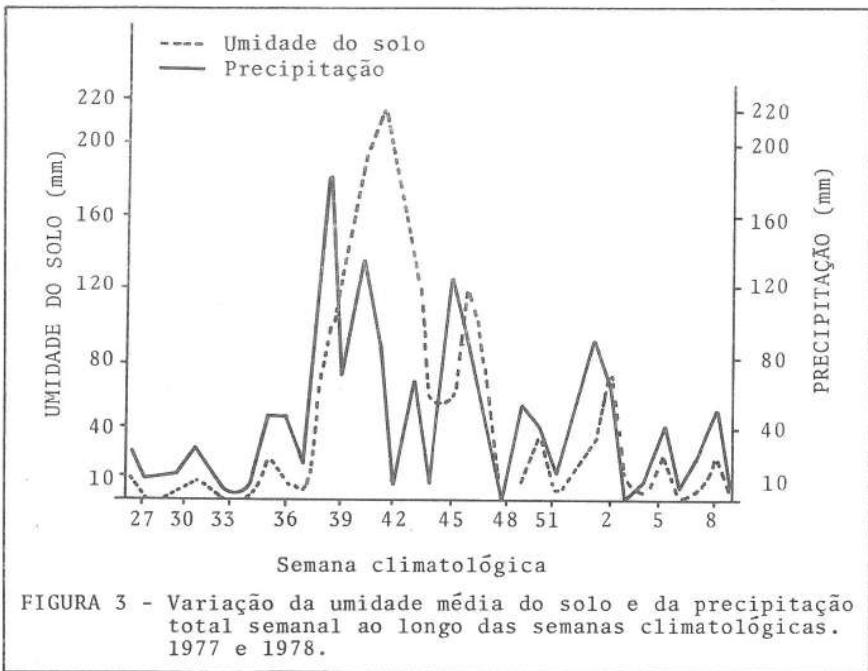
As duas curvas mostraram evolução semelhante. Nas semanas 45, 41 e 52 (Figuras 1, 2 e 3, respectivamente), isso não aconteceu, porquanto a evapotranspiração atingiu valores altos, de modo que a precipitação ocorrida não foi suficiente para elevar a umidade do solo.

Observa-se, na Figura 3, que o valor da umidade média do perfil do solo manteve-se elevado, em relação à precipitação, no período correspondente às semanas climatológicas de 39 a 45. Tal fato contribuiu para que o ano de 1977 apresentasse menor número de dias trabalháveis com tratores agrícolas.



Na figura 4 tem-se a distribuição do número de dias bons. Nota-se a ocorrência de valores mínimos em torno de dois dias bons. Os valores médios dos dias bons estão em concordância com os valores da precipitação ocorrida no período.

Analizando os resultados dos cálculos referentes as probabilidades de ocor-



rência de dias trabalháveis (Quadro 1), tem-se que, de modo geral, as probabilidades de o primeiro dia da semana ser bom foram maiores no inicio e no fim do período estudado, verificando-se o contrário para a probabilidade de um dia ruim. A probabilidade de dois dias seguidos serem bons foi alta no decorrer do período. Por outro lado, a sequência de dois dias ruins atingiu valores consideráveis, embora não tão elevados quanto os da probabilidade anterior.

As probabilidades de dia bom seguido de dia ruim e dia ruim seguido de dia bom apresentaram valores não muito elevados, embora se tenha encontrado em torno de 99% de probabilidade de um dia ser bom, dado que o anterior foi ruim.

No Quadro 2 tem-se a probabilidade de ocorrência de dias bons no período de sete dias, correspondente a semana climatológica. De modo geral, os valores não mostraram variações relevantes. Nas primeiras semanas estudadas teve-se probabilidade maior de sete dias bons, com diminuição e posterior aumento, nas últimas semanas do período estudado.

No Quadro 3, pode-se observar que foi alta a probabilidade de um a tres dias ruins, pelo menos, o que leva a pensar que se pode contar com tres ou mais dias bons no decorrer da semana.

Em 14 anos de estudo, foram selecionados quatro níveis de probabilidade (Quadro 4). Para todos eles, no inicio e no fim do período estudado foi grande o número provável de dias bons em cada semana climatológica. Isso porque as primeiras semanas estudadas representavam a transição de um período seco para um período chuvoso e o solo ainda se encontrava em condições de trabalho com tratores agrícolas, ocorrendo situação inversa nas últimas semanas, com mudança da estação chuvosa para a estação seca, ou seja, uma diminuição da precipitação, possibilitando número maior de dias bons.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Utilizando dados pluviométricos diários, dados de evapotranspiração real diária e dados da disponibilidade total de água no solo, foi possível calcular o balanço de umidade do solo, para Uberaba, MG.

A partir do valor-limite da disponibilidade total de água no solo (água disponível igual a 90% da disponibilidade total de água no solo) e dos valores-limites de precipitação (0,2 mm, 5,0 mm e 10,0 mm), considerando os valores dos dias anteriores e posteriores, foi possível obter o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas e computar, através desses valores, as probabilidades de dias bons e ruins para o trabalho com tratores agrícolas.

Com base nos resultados obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

a) De modo geral, foi alta a probabilidade de ser bom o primeiro dia da primeira semana estudada. A probabilidade de dois dias bons seguidos esteve na faixa de 65 a 85% na maior parte do período estudado.

b) Quanto à probabilidade de dias bons num período de sete dias, observou-se variação muito grande nos valores: para determinados grupos de semanas, ocorreu predominância de dias bons.

c) Houve tendência muito grande de ocorrência de pelo menos um dia ruim. De modo geral, a probabilidade de cinco ou seis dias ruins é pequena. Acredita-se que a probabilidade de número maior de dias ruins seja pequena, confiando-se no caso contrário.

d) Com relação ao número provável de dias bons, para cada nível de probabilidade, conclui-se que, para o nível de 0,93, foi pequeno, cerca de 33 dias durante o período estudado. Para um nível menor de probabilidade, aumentou o número

QUADRO 1 - Probabilidade inicial e transição de ocorrência de dias trabalháveis com tratores agrícolas. 1965-1985

Semana climática	P (B)	P (R)	P (B/B)	P (R/B)	P (B/R)	P (R/R)
27	0,8571	0,1429	0,8333	0,1667	0,9996	0,0004
28	0,7143	0,2857	0,8000	0,2000	0,5000	0,5000
29	0,7143	0,2857	0,9000	0,1000	0,2500	0,7500
30	0,7143	0,2857	0,9000	0,1000	0,2500	0,7500
31	0,7143	0,2857	0,9000	0,1000	0,2500	0,7500
32	0,7143	0,2857	0,8000	0,2000	0,5000	0,5000
33	0,6429	0,3571	0,8889	0,1111	0,2000	0,8000
34	0,4286	0,5714	0,8333	0,1667	0,1250	0,8750
35	0,5714	0,4286	0,7500	0,2500	0,3333	0,6667
36	0,6429	0,3571	0,8889	0,1111	0,2000	0,8000
37	0,5714	0,4286	0,3750	0,6250	0,8333	0,1667
38	0,5000	0,5000	0,8571	0,1429	0,1429	0,8571
39	0,6429	0,3571	0,4444	0,5556	0,9998	0,0001
40	0,6429	0,3571	0,5556	0,4444	0,8000	0,2000
41	0,2857	0,7143	0,7500	0,2500	0,1000	0,9000
42	0,2857	0,7143	0,7500	0,2500	0,1000	0,9000
43	0,5000	0,5000	0,5714	0,4286	0,4286	0,5714

Continua ...

QUADRO 1 - Cont.

Semana climática	P(B)	P(R)	P(B/R)	P(R/B)	P(B/R)	P(R/B/R)
44	0,2857	0,7143	0,5000	0,5000	0,2000	0,8000
45	0,2857	0,7143	0,7500	0,2500	0,1000	0,9000
46	0,5000	0,5000	0,7143	0,2857	0,2857	0,7143
47	0,6429	0,3571	0,7778	0,2222	0,4000	0,6000
48	0,2857	0,7143	0,7500	0,2500	0,1000	0,9000
49	0,2857	0,7143	0,7500	0,2500	0,1000	0,9000
50	0,3571	0,6429	0,8000	0,2000	0,1111	0,8889
51	0,7143	0,2857	0,9000	0,1000	0,2500	0,7500
52	0,3571	0,6429	0,8000	0,2000	0,1111	0,8889
1	0,6429	0,3571	0,5556	0,4444	0,8000	0,2000
2	0,3571	0,6429	0,8000	0,2000	0,1111	0,8889
3	0,5714	0,4286	0,7500	0,2500	0,3333	0,6667
4	0,5714	0,4286	0,8750	0,1250	0,1667	0,8333
5	0,5714	0,4286	0,7500	0,2500	0,3333	0,6667
6	0,7143	0,2857	0,8000	0,2000	0,5000	0,5000
7	0,7857	0,2143	0,8182	0,1818	0,6667	0,3333
8	0,8571	0,1429	0,9167	0,0833	0,5000	0,5000
9	0,7857	0,2143	0,8182	0,1818	0,6667	0,3333

QUADRO 2 - Probabilidade de ocorrência de dias bons no período especificado. 1965-1985

Semana climática	P(7 bons)	P(6 bons)	P(5 bons)	P(4 bons)	P(3 bons)	P(2 bons)	P(1 bom)	P(0 bom)
27	0,2870	0,4593	0,2210	0,0288	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000
28	0,1872	0,2399	0,2293	0,1694	0,1016	0,0470	0,0179	0,0045
29	0,3796	0,1429	0,1266	0,1063	0,0847	0,0631	0,0452	0,0508
30	0,3796	0,1429	0,1266	0,1063	0,0847	0,0631	0,0452	0,0508
31	0,3796	0,1429	0,1266	0,1063	0,0847	0,0631	0,0452	0,0508
32	0,1872	0,2399	0,2293	0,1694	0,1016	0,0470	0,0179	0,0045
33	0,3171	0,1239	0,1188	0,1088	0,0953	0,0787	0,0631	0,0936
34	0,1435	0,0789	0,0918	0,1019	0,1086	0,1097	0,1082	0,2564
35	0,1017	0,1431	0,1787	0,1839	0,1618	0,1161	0,0729	0,0376
36	0,3171	0,1239	0,1188	0,1088	0,0953	0,0787	0,0631	0,0936
37	0,0016	0,0347	0,2265	0,4303	0,2163	0,0274	0,0010	0,0000
38	0,1982	0,0936	0,1019	0,1062	0,1063	0,1010	0,0936	0,1982
39	0,0050	0,0820	0,3822	0,4206	0,0612	0,0000	0,0000	0,0000
40	0,0189	0,1392	0,3442	0,3215	0,1250	0,0197	0,0012	0,0000
41	0,0508	0,0452	0,0638	0,0846	0,1065	0,1253	0,1429	0,3796
42	0,0508	0,0452	0,0638	0,1012	0,1065	0,1253	0,1429	0,3796
43	0,0174	0,0751	0,1669	0,2365	0,2379	0,1595	0,0751	0,0174

Continua ...

QUADRO 2 - Cont.

Semana climática	P(7 bons)	P(6 bons)	P(5 bons)	P(4 bons)	P(3 bons)	P(2 bons)	P(1 bom)	P(0 bom)
44	0,0045	0,0179	0,0487	0,1012	0,1711	0,2220	0,2399	0,1872
45	0,0508	0,0452	0,0638	0,0846	0,1065	0,1253	0,1429	0,3796
46	0,0664	0,1062	0,1504	0,1762	0,1772	0,1462	0,1062	0,0664
47	0,1423	0,1859	0,2051	0,1831	0,1376	0,0828	0,0428	0,0167
48	0,0508	0,0452	0,0638	0,0846	0,1065	0,1253	0,1429	0,3796
49	0,0508	0,0452	0,0638	0,0846	0,1065	0,1253	0,1429	0,3796
50	0,0936	0,0631	0,0795	0,0952	0,1090	0,1177	0,1239	0,3171
51	0,3796	0,1429	0,1266	0,1063	0,0847	0,0631	0,0452	0,0508
52	0,0936	0,0631	0,0795	0,0952	0,1090	0,1177	0,1239	0,3171
1	0,0189	0,1392	0,3442	0,3215	0,1250	0,0197	0,0012	0,0000
2	0,0936	0,0631	0,0795	0,0952	0,1090	0,1177	0,1239	0,3171
3	0,1017	0,1431	0,1787	0,1839	0,1618	0,1161	0,0729	0,0376
4	0,2564	0,1082	0,1107	0,1085	0,1020	0,0909	0,0789	0,1435
5	0,1017	0,1431	0,1787	0,1839	0,1618	0,1161	0,0729	0,0376
6	0,1872	0,2399	0,2293	0,1694	0,1016	0,0470	0,0179	0,0045
7	0,2357	0,3182	0,2461	0,1297	0,0506	0,0138	0,0028	0,0003
8	0,5086	0,2185	0,1355	0,0749	0,0373	0,0161	0,0063	0,0022
9	0,2357	0,3182	0,2461	0,1297	0,0506	0,0138	0,0028	0,0003

QUADRO 3 - Probabilidade de ocorrência de n-dias ruins. 1965-1985

Semana climática	P(1 ruim)	P(2 ruins)	P(3 ruins)	P(4 ruins)	P(5 ruins)	P(6 ruins)
27	0,7098	0,2505	0,0295	0,0007	0,0000	0,0000
28	0,8096	0,5697	0,3404	0,1710	0,0694	0,0224
29	0,6196	0,4767	0,3501	0,2438	0,1591	0,0960
30	0,6196	0,4767	0,3501	0,2438	0,1591	0,0960
31	0,6196	0,4767	0,3501	0,2438	0,1591	0,0960
32	0,8096	0,5697	0,3404	0,1710	0,0694	0,0224
33	0,6822	0,5583	0,4395	0,3307	0,2354	0,1567
34	0,8555	0,7766	0,6848	0,5829	0,4743	0,3646
35	0,8941	0,7510	0,5723	0,3884	0,2266	0,1105
36	0,6822	0,5583	0,4395	0,3307	0,2354	0,1567
37	0,9362	0,9015	0,6750	0,2447	0,0284	0,0010
38	0,8008	0,7072	0,6053	0,4991	0,3928	0,2918
39	0,9460	0,8640	0,4818	0,0612	0,0000	0,0000
40	0,9508	0,8116	0,4674	0,1459	0,0209	0,0012
41	0,9479	0,9027	0,8389	0,7543	0,6478	0,5225
42	0,9479	0,9027	0,8389	0,7543	0,6478	0,5225
43	0,9684	0,8933	0,7264	0,4899	0,2520	0,0925

Continua ...

QUADRO 3 - Cont.

Semana climática	P(1 ruin)	P(2 ruins)	P(3 ruins)	P(4 ruins)	P(5 ruins)	P(6 ruins)
44	0,9880	0,9701	0,9214	0,8202	0,6491	0,4271
45	0,9479	0,9027	0,8389	0,7543	0,6478	0,5225
46	0,9288	0,8226	0,6722	0,4960	0,3188	0,1726
47	0,8540	0,6681	0,4630	0,2799	0,1423	0,0595
48	0,9479	0,9027	0,8389	0,7543	0,6478	0,5225
49	0,9479	0,9027	0,8389	0,7543	0,6478	0,5225
50	0,9055	0,8424	0,7629	0,6677	0,5587	0,4410
51	0,6196	0,4767	0,3501	0,2438	0,1591	0,0960
52	0,9055	0,8424	0,7629	0,6677	0,5587	0,4410
1	0,9508	0,8116	0,4674	0,1459	0,0209	0,0012
2	0,9055	0,8424	0,7629	0,6677	0,5587	0,4410
3	0,8941	0,7510	0,5723	0,3884	0,2266	0,1105
4	0,7427	0,6345	0,5238	0,4153	9,3133	0,2224
5	0,8941	0,7510	0,5723	0,3884	0,2266	0,1105
6	0,8096	0,5697	0,3404	0,1710	0,0694	0,0224
7	0,7615	0,4433	0,1972	0,0675	0,0169	0,0031
8	0,4908	0,2723	0,1368	0,0619	0,0246	0,0085
9	0,7615	0,4433	0,1972	0,0675	0,0169	0,0031

QUADRO 4 - Número de dias bons esperados, para quatro níveis de probabilidade. 1965-1985

Semana	P(0,93)	P(0,80)	P(0,67)	P(0,27)
27	3	3	5	6
28	3	4	5	7
29	2	3	4	7
30	2	4	5	7
31	2	5	5	7
32	2	3	4	6
33	0	2	3	7
34	0	3	3	6
35	2	3	4	5
36	2	3	4	7
37	0	2	3	4
38	0	1	3	5
39	1	1	2	5
40	0	0	1	4
41	0	0	1	3
42	0	1	2	4
43	0	1	2	4
44	0	0	1	3
45	0	1	2	4
46	0	1	3	4
47	0	1	3	5
48	0	1	1	4
49	0	1	2	4
50	0	1	2	5
51	1	2	4	6
52	0	1	2	5
1	0	1	1	5
2	1	1	2	5
3	1	3	4	6
4	2	3	4	6
5	2	2	3	5
6	2	4	4	5
7	0	3	4	7
8	3	4	5	7
9	2	4	5	7
Total	33			

provável de dias bons. Para o nível de 0,27, espera-se que ocorram de quatro a sete dias bons por semana.

A escolha do nível deve ser feita de acordo com a atividade agrícola que se propõe desenvolver. Para operações em que há risco de não completar o serviço em determinado tempo, necessitando-se, para isso, de número maior de dias e horas de trabalho, deve-se escolher o nível de 0,67. Se o tempo de uso de tratores, para colheita, por exemplo, for muito importante para um rendimento maior, o nível escolhido deverá ser 0,80.

6. SUMMARY

(PROBABILITY OF OCCURRENCE OF SUITABLE WORKING DAYS FOR AGRICULTURAL TRACTORS IN UBERABA, MINAS GERAIS)

The soil moisture balance for Uberaba, MG, was calculated using daily rainfall

data, daily actual evapotranspiration data and total soil water availability. The number of working days and the computed probabilities of having good or bad working days for agricultural tractors were both obtained from the upper limit value of soil water availability and three precipitation values of 0.2, 5.0, 10.0 mm.

In general the probability of the first day of the first week of the period being a good day was high. The probability of two consecutive good days was between 65 and 85% for most of the time during the studied period.

For seven-day periods the probabilities were very variable. However, for some weeks a predominance of good days was observed.

There was a very high tendency of occurrence of at least one bad day occurring but, in general, the probability of five or six bad days was small. It is expected that the probability of the occurrence of a larger number of bad days will be small and that of a larger number of good days will be greater.

The number of dependable good days for a 0.93 probability level was small (about 33 days) during the studied period. For smaller probability levels the number of expected good days was higher. For a probability level of 0.27, four to seven good days in a week were expected.

The choice of a probability level should be in accordance with each agricultural activity. If there is some risk of not finishing the work within a given period of time, the 0.67 probability level should be chosen. For harvesting, for example, it is important to have combines working during a period of time as short as possible, in order to avoid field losses, therefore a probability level of at least 0.80 should be chosen.

7. LITERATURA CITADA

1. BERLATO, M.A. & MOLION, L.C.B. *Evaporação e evapotranspiração*. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Agronómicas, 1981. 95 p. (Boletim Técnico n.º 7).
2. BERNARDO, S. *A computerized model to predict supplemental irrigation in tropical and subtropical climate*. Logan, Utah State University, 1975. 153 p. (Ph.D. Dissertation).
3. BOLTON, B. *Days suitable of fieldwork, Mississippi River Delta Cotton Area*. Louisiana, Louisiana State University, Agricultural Experiment Station, 1968. s. pág. (Research Report 348).
4. CHANG, J. *Climate and agriculture*. 2 ed. Chicago, Aldine Publishing Company, 1968. 304 p.
5. DASTANE, N.G. *Effective rainfall*. Rome, Food Agriculture Organization of the United Nations. 1975. 56 p. (Technical Note 25).
6. DOORENBOS, J. & PRUITT, W.D. *Crop water requirements*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1977. 144 p. (Technical Note 24).
7. EAGLEMAN, J.R. An experimentally derived model for actual evapotranspiration. *Agricultural Meteorology*, 8:385-394. 1971.

8. FERNANDES, B.; RESENDE, M. & REZENDE, S.B. de. Caracterização de alguns solos sob cerrado e disponibilidade d'água para culturas. *Experientiae*, 24:209-260, 1978.
9. FRISBY, J.C. Estimating good working days available for tillage in Central Missouri. *Transactions of the ASAE*, 13:641-643. 1979.
10. HILDEBRAND, F.H. *Finite mathematics*. 2 ed. Boston, Massachussets, Weber e Schmidt, 1975. 537 p.
11. JENSEN, M.E.; ROBB, D.C.N. & FRANZOY, C.E. Scheduling irrigation using climate crop soil data. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 96: 25-38. 1970.
12. MOREY, R.V. PEART, R.M. & DEACON, D.L. A corn-growth harvesting and handling simulator. *Transaction of the ASAE*, 14:326-328. 1972.
13. SEDIYAMA, G.C.; PRUITT, W.O.; COSTA, J.M.N. da & BERNARDO, S. Modelo para computação da irrigação suplementar e do número de dias trabalháveis com máquinas agrícolas na produção da soja. *Rev. Ceres*, 26:238-250. 1979.
14. THOM, H.C.S. *Some methods of climatological analysis*. Geneva, WMO, 1966, 53 p. (Technical Note 81).
15. WEISS, L.L. Sequences of wet or dry days described by Markov chain probability model. *Monthly Weather Review*, 92:169-176. 1964.