

SIMONE VIEIRA DE ASSIS

MODELO PARA ESTIMAR O NÚMERO DE DIAS TRABALHÁVEIS COM  
TRATORES AGRÍCOLAS, EM FUNÇÃO DE PARÂMETROS DO  
SOLO E DO CLIMA

Tese Apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como Parte das  
Exigências do Curso de Meteorolo-  
gia Agrícola, para Obtenção do Tí-  
tulo de "Magister Scientiae".

551.3  
A 813 m  
1988  
ex. 01

BIBLIOTECA  
DEPTO. ENG. AGRÍCOLA

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
JULHO - 1988

Ficha catalográfica preparada pela Área de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

A848m Assis, Simone Vieira de.  
1988 Modelo para estimar o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas, em função de parâmetros do solo e do clima. Viçosa, UFV, 1988.  
92p.

Tese (M.S.) - UFV

1. Meteorologia agrícola. 2. Tratores agrícolas - Uso - Aspectos meteorológicos. 3. Tratores agrícolas - Dias trabalháveis - Aspectos meteorológicos. 4. Solos - Balanço hídrico. 5. Precipitação (Meteorologia). I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 18.ed.: 630.2515

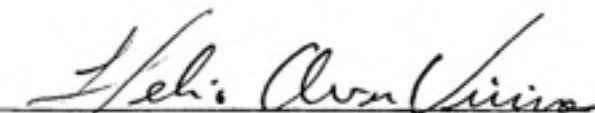
CDD 19.ed.: 630.2515

SIMONE VIEIRA DE ASSIS

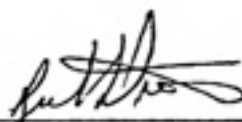
MODELO PARA ESTIMAR O NÚMERO DE DIAS TRABALHÁVEIS COM  
TRATORES AGRÍCOLAS, EM FUNÇÃO DE PARÂMETROS DO  
SOLO E DO CLIMA

Tese Apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como Parte das  
Exigências do Curso de Meteorolo-  
gia Agrícola, para Obtenção do Tí-  
tulo de "Magister Scientiae".

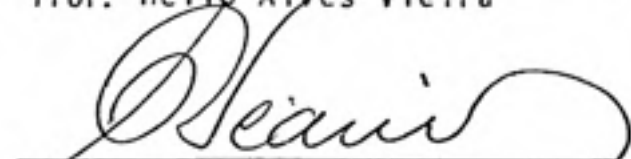
APROVADA: 19 de fevereiro de 1988



Prof. Hélio Alves Vieira



Prof. Gutemberg Pereira Dias



Prof. Rubens Leite Vianello  
(Conselheiro)



Prof. Peter John Martyn  
(Conselheiro)



Prof. Gilberto Chohaku Sedyama  
(Orientador)

*A meus pais, Antonio e Nair.*

*Aos meus irmãos José Ailton, Emmanoel,  
Amilton (in memoriam) e irmãs Maria Célia  
e Romilda.*

*Aos meus sobrinhos(as), cunhadas(o).*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que nas horas de aflição, deu-me força e tranquilidade através dos meus Mentores Espirituais.

À Universidade Federal de Viçosa por ter me aceito como aluna no Programa de Mestrado.

Ao Departamento de Meteorologia da Universidade Federal de Pelotas, pela compreensão.

Ao Professor Gilberto C. Sedyama, pela segura orientação, pela compreensão e pela amizade durante o curso e no decorrer desse trabalho.

Aos Professores Rubens Leite Vianello e Peter John Martyn, pela participação como membros do Comitê de Orientação e pelas sugestões apresentadas que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos Professores Gutemberg Pereira Dias e HÉlio Alves Vieira, integrantes da banca de defesa de tese, pelas sugestões apresentadas por ocasião da defesa dessa tese.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INEMET) - 59 Distrito de Meteorologia, pelos dados meteorológicos fornecidos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro.

A todos os colegas de curso pelo companheirismo e pela amizade.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, pela boa convivência.

Aos colegas dos Cursos de Pós-Graduação, pela estima e amizade.

A minha família, especialmente minha mãe Nair, pelo estímulo oferecido, sem o qual não conseguiria iniciar e desenvolver esse trabalho.

À Viçosa, pelos amigos que deixei e pelos momentos alegres que tive a oportunidade de viver.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

## BIOGRAFIA

SIMONE VIEIRA DE ASSIS, nasceu na cidade de Salvador, Estado da Bahia.

Em dezembro de 1977, diplomou-se em "Bacharel em Meteorologia", na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Em fevereiro de 1979, deixou o Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, onde trabalhou desde 1978, no Curso Técnico em Meteorologia.

Em setembro de 1979, ingressou no Quarto Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia, localizado em Salvador, BA.

Em junho de 1980, ingressou no corpo docente da Universidade Federal de Pelotas, RS.

Participou do 11º Curso em Meteorologia Agrícola, no período de outubro a dezembro de 1980, em Israel.

Em 1985, iniciou o Curso de Mestrado em Meteorologia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

## CONTEÚDO

|  | Página |
|--|--------|
| LISTA DE QUADROS .....   | viii   |
| LISTA DE FIGURAS .....   | x      |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....  | xii    |
| EXTRATO .....  | xv     |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 1      |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA .....   | 5      |
| 2.1. Balanço de Água no Solo .....   | 5      |
| 2.2. Evapotranspiração .....   | 6      |
| 2.3. Precipitação Efetiva .....  | 10     |
| 2.4. Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas ....   | 12     |
| 2.5. Cadeia de Markov .....  | 13     |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....  | 17     |
| 3.1. Balanço de Água no Solo .....   | 18     |
| 3.2. Evapotranspiração .....   | 20     |
| 3.3. Número de Dias Trabalháveis com Tratores Agrí-<br>colas .....                           | 21     |
| 3.4. Probabilidade de Ocorrência de Dias Trabalhã-<br>veis com Tratores Agrícolas .....      | 24     |
| 3.5. Probabilidade de Ocorrência de Dias Bons Den-<br>tro de Um Intervalo Especificado ..... | 25     |
| 3.6. Probabilidade de Ter Dias Ruins Dentro do Pe-<br>ríodo Especificado .....               | 26     |

|   |    |
|---|----|
| 3.7. Determinação do Número de Dias Bons Esperados, em Quatro Níveis de Probabilidade ..... | 27 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 28 |
| 4.1. Probabilidade de Ocorrência de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas .....          | 37 |
| 4.1.1. Araxã .....  | 39 |
| 4.1.2. Capinópolis .....  | 42 |
| 4.1.3. Uberaba .....  | 45 |
| 4.2. Probabilidade de Ocorrência de Dias Bons .....   | 48 |
| 4.2.1. Araxã .....  | 49 |
| 4.2.2. Capinópolis .....  | 56 |
| 4.2.3. Uberaba .....  | 61 |
| 4.3. Probabilidade de Ter pelo Menos Dias Ruins ...   | 67 |
| 4.3.1. Araxã .....  | 68 |
| 4.3.2. Capinópolis .....  | 68 |
| 4.3.3. Uberaba .....  | 73 |
| 4.4. Número de Dias Bons Esperados, para Quatro Níveis de Probabilidade .....               | 76 |
| 4.4.1. Araxã .....  | 76 |
| 4.4.2. Capinópolis .....  | 78 |
| 4.4.3. Uberaba .....  | 80 |
| 5. RESUMO E CONCLUSÕES .....  | 82 |
| BIBLIOGRAFIA .....  | 87 |

## LISTA DE QUADROS

|  | Página |
|--|--------|
| 1 Localização Geográfica das Cidades e Período Estudado .....  | 17     |
| 2 Valores dos Parâmetros Utilizados no Cálculo da Lâmina de Água Total Disponível no Solo ...  | 20     |
| 3 Valores do Parâmetro "a" da Equação de Ångström  | 21     |
| 4 Probabilidades Inicial e de Transição de Ocorrência de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas, Referentes ao Período 1971-1985. Local: Araxá .....       | 40     |
| 5 Probabilidades Inicial e de Transição de Ocorrência de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas, Referentes ao Período 1970-1985. Local: Capinópolis ..... | 43     |
| 6 Probabilidade Inicial e de Transição de Ocorrência de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas, Referentes ao Período 1965-1985. Local: Uberaba .....      | 46     |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 7  | Probabilidades de Ocorrência de Dias Bons no Período Especificado, Referentes ao Período 1971-1985. Local: Araxá .....       | 50 |
| 8  | Probabilidades de Ocorrência de Dias Bons no Período Especificado, Referentes ao Período 1970-1985. Local: Capinópolis ..... | 57 |
| 9  | Probabilidades de Ocorrência de Dias Bons no Período Especificado, Referentes ao Período 1965-1985. Local: Uberaba .....     | 62 |
| 10 | Probabilidades de Ter pelo Menos Dias Ruins, Referentes ao Período 1971-1985. Local: Araxá..                                 | 69 |
| 11 | Probabilidades de Ter pelo Menos Dias Ruins, Referentes ao Período 1970-1985. Local: Capinópolis .....                       | 71 |
| 12 | Probabilidades de Ter pelo Menos Dias Ruins, Referentes ao Período 1965-1985. Local: Uberaba                                 | 74 |
| 13 | Número de Dias Bons Esperados em Quatro Níveis de Probabilidades, Referentes ao Período 1971-1985. Local: Araxá .....        | 77 |
| 14 | Número de Dias Bons Esperados em Quatro Níveis de Probabilidades, Referentes ao Período 1970-1985. Local: Capinópolis .....  | 79 |
| 15 | Número de Dias Bons Esperados em Quatro Níveis de Probabilidades, Referentes ao Período 1965-1985. Local: Uberaba .....      | 81 |

## LISTA DE FIGURAS

|   | Página |
|---|--------|
| 1 Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1975 e 1976. Local: Araxá .....       | 30     |
| 2 Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1976 e 1977. Local: Araxá .....       | 30     |
| 3 Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1977 e 1978. Local: Araxá .....       | 31     |
| 4 Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1975 e 1976. Local: Capinópolis ..... | 31     |
| 5 Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1976 e 1977. Local: Capinópolis ..... | 33     |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 6  | Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1977 e 1978. Local: Capinópolis ..... | 33 |
| 7  | Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1975 e 1976. Local: Uberaba .....     | 35 |
| 8  | Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1976 e 1977. Local: Uberaba .....     | 35 |
| 9  | Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1977 e 1978. Local: Uberaba .....     | 36 |
| 10 | Variação do Número Médio de Dias Trabalháveis ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes ao Período 1971-1985. Local: Araxá .....                        | 36 |
| 11 | Variação do Número Médio de Dias Trabalháveis ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes ao Período 1970-1985. Local: Capinópolis.                       | 38 |
| 12 | Variação do Número Médio de Dias Trabalháveis ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes ao Período 1965-1985. Local: Uberaba ....                       | 38 |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|            |   |
|------------|---|
| a          | Parâmetro que caracteriza a transmitância da atmosfera      |
| ADS        | Água Disponível no Solo                                     |
| $A_{ij}$   | Seqüência de duas tentativas                                |
| $a_n$      | Conjunto finito de resultados                               |
| b          | Parâmetro que caracteriza a transmitância da atmosfera      |
| B          | Dia bom   |
| CC         | Capacidade de Campo   |
| D          | Percolação profunda   |
| dap        | Densidade aparente do solo                                  |
| DTA        | Disponibilidade Total de Água                               |
| $\Delta w$ | Variação da quantidade de água armazenada no perfil do solo |
| ET         | Evapotranspiração   |
| $ET_p$     | Evapotranspiração potencial                                 |
| $ET_r$     | Evapotranspiração real                                      |

|                  |   |
|------------------|---|
| F                | Freqüência relativa acumulada   |
| I                | Irrigação   |
| K                | Coeficiente de umidade do solo  |
| LAD              | Lâmina de água disponível no solo   |
| LE <sub>em</sub> | Latossolo Vermelho-Escuro eutrófico, textura média  |
| LV <sub>d</sub>  | Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico   |
| m                | Número de anos de observação  |
| n                | Número de ordem dos dados   |
| n                | Duração real do brilho solar recebido   |
| N                | Duração máxima possível do brilho solar   |
| P                | Precipitação  |
| P(B)             | Probabilidade do dia ser bom  |
| P(B/B)           | Probabilidade de dois dias consecutivos serem bons  |
| P(B/R)           | Probabilidade do dia ser bom, dado que o anterior foi ruim                                |
| PE               | Precipitação Efetiva  |
| P <sub>ij</sub>  | Probabilidade de ocorrência de duas tentativas  |
| PM               | Ponto de Murcha   |
| p <sup>(n)</sup> | Matriz transição  |
| P(R)             | Probabilidade do dia ser ruim   |
| P(R/B)           | Probabilidade do dia ser ruim, dado que o anterior foi bom                                |
| P(R/R)           | Probabilidade do dia ser ruim, dado que o anterior foi ruim                               |
| Ro               | Escoamento superficial  |
| R                | Dia ruim  |
| R <sub>a</sub>   | Quantidade teórica de radiação que alcança a superfície da terra na ausência da atmosfera |
| R <sub>s</sub>   | Irradiância solar global  |
| X                | Resultado de uma seqüência de tentativas  |

- W Fator dependente da temperatura e da altitude
- Z Profundidade do perfil do solo

## EXTRATO

ASSIS, Simone Vieira de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1988. *Modelo para Estimar o Número de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas, em Função de Parâmetros do Solo e do Clima.* Professor Orientador. Gilberto Chohaku Sedyama. Professores Conselheiros: Rubens Leite Vianello e Peter John Martyn.

Para se obter o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas, é necessário ter conhecimento sobre a umidade do solo e a quantidade de precipitação ocorrida.

Nesta pesquisa, foi calculado o balanço de umidade do solo, para três cidades localizadas no Triângulo Mineiro, Minas Gerais, a saber: Araxá, Capinópolis e Uberaba. Os dados meteorológicos utilizados foram de precipitação, brilho solar e temperatura do ar, estudando-se, para cada cidade, os seguintes números de anos: Araxá - 12 anos; Capinópolis - 11 anos e Uberaba - 14 anos.

Utilizando os valores limites de precipitação e da água disponível no solo, valores esses determinados pelo modelo usado, foi possível obter o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas.

A probabilidade de ocorrência de dias trabalháveis com tratores agrícolas foi obtida utilizando os cálculos de pro babilidade condicional.

O modelo de cadeia de Markov foi utilizado para obter a distribuição do número de dias trabalháveis com tratores agrícolas.

Obteve-se, também, a probabilidade de ocorrência de dias bons e dias ruins, durante cada semana climatológica.

Para cada semana climatológica foi calculado o número de dias bons esperados, em quatro níveis de probabilidade. De acordo com o número de dias bons esperados e o nível de probabilidade, pode-se melhor planejar as atividades agrícolas, utilizando-se tratores agrícolas.

## 1. INTRODUÇÃO

Os agricultores necessitam de informações seguras com relação ao conteúdo de umidade do solo, para executarem as operações agrícolas de suas terras de maneira apropriada, utilizando tratores agrícolas, garantindo, assim, que no caso de umidade muito elevada, os tratores possam trafegar sem dificuldades, o que contribui para que o tempo empregado para executar o serviço e os custos com mão-de-obra com combustíveis e outros sejam reduzidos.

A utilização de tração moto-mecanizada para o preparo do solo, plantio, tratos culturais e colheita requer um conhecimento adequado sobre as condições interagentes do solo e o tempo atmosférico. Devido a esse fator, existe uma grande necessidade de informações seguras com relação ao conteúdo de umidade do solo.

Nas regiões com regime pluviométrico considerável, caracterizando a estação como chuvosa, surge a necessidade de

desenvolver estudos relacionados com a umidade do solo, de modo que se possa estimar o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas.

No solo não saturado, a água que nele penetra vai contribuir para elevar o seu teor de umidade, levando-o a constituir uma camada de solo saturado.

A quantidade de água que pode ser retida pelo solo é fortemente dependente das suas propriedades físicas, da evaporação e da intensidade da precipitação.

O solo é um material poroso constituído pelas partes sólidas, líquida e gasosa. Cada uma dessas partes tem uma contribuição importante no solo como um todo.

A parte do solo não ocupada pelos compostos orgânicos e minerais sólidos recebe o nome de espaço poroso. Quando o espaço poroso está totalmente cheio de água, diz-se que o solo está saturado.

Quando a umidade do solo, nessas condições, é drenada, esses espaços passam a ser ocupados pelo ar e o solo torna-se não saturado, nesse caso, o espaço poroso é parcialmente cheio com água e parcialmente cheio de ar, possuindo interfaces ar-água. A formação dessas interfaces, depois da drenagem, é fundamental para a retenção de água pelo solo (17).

Visto que o estudo de umidade do solo influencia as condições de operações com tratores agrícolas, vários trabalhos têm sido desenvolvidos com a finalidade de determinar a probabilidade de ocorrência de dias trabalháveis com tratores agrícolas. Entende-se por dia trabalhável, aquele em que a umidade do solo é menor ou igual a 90% da disponibilidade total de

água e precipitação menor ou igual a 0,2 mm.

Os trabalhos de pesquisa desenvolvidos no sentido de obter um maior aproveitamento dos dias trabalháveis com tratores agrícolas são de extrema importância, visto que, em um solo com uma quantidade excessiva de umidade, o trator agrícola trafega com dificuldade e, além disso, essa umidade excessiva concorre para a compactação do solo, para aderência do mesmo ao implemento, não se conseguindo, dessa maneira, um trabalho satisfatório.

De acordo com KATZ (16), o conhecimento do número de dias de chuva pode auxiliar na programação da utilização de tratores agrícolas. Este autor utilizou o modelo de cadeia de Markov para obter a probabilidade de distribuição do número total de dias chuvosos e precipitação total em determinado período.

As regiões estudadas nesse trabalho recebem, durante determinado período do ano, considerável quantidade de chuva. Visto que as potencialidades destas regiões para a agricultura é muito grande, no que se refere à facilidade de mecanização, surge a necessidade de uma pesquisa direcionada ao estudo da ocorrência de dias que ofereçam condições de trabalho no campo, utilizando-se tratores agrícolas, em função de parâmetros do solo e do clima.

Visando obter informações sobre tal ocorrência, o presente trabalho foi desenvolvido tendo em vista os seguintes objetivos:

a) Desenvolver o modelo para estimar o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas para as seguintes localidades: Araxá, Capinópolis e Uberaba.

b) Obter 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. *Balanço de Água no Solo*

O balanço de água no solo contabiliza toda a água no sistema solo-planta-atmosfera, podendo oferecer, em determinado instante, a quantidade de água disponível em um perfil do solo.

O balanço de água no solo pode ser representado pela seguinte equação:

$$P + I - R_o = ET + D + \Delta W, \quad \text{eq. 1}$$

em que:

P = precipitação; mm;

I = irrigação; mm;

R<sub>o</sub> = escoamento superficial, mm;

ET = evapotranspiração, mm;

$D$  = percolação profunda, mm;

$\Delta W$  = variação da quantidade de água armazenada no perfil do solo, mm.

Do ponto de vista agroclimatológico, interessa a água que é armazenada no solo, não saturando e permitindo que as operações de campo, necessárias à agricultura, como preparação do solo, plantio e colheita, por intermédio do uso de tratores agrícolas, possam ser executados. Nesse caso, os termos do balanço de maior interesse são: a evapotranspiração (ET), a variação da quantidade de água armazenada no perfil do solo ( $\Delta W$ ) e termo ( $P - R_0$ ) que, no presente trabalho, foi tratado como precipitação efetiva (PE).

## 2.2. Evapotranspiração

A quantidade de água que escapa da superfície do solo para a atmosfera é um elemento muito importante para o ciclo hidrológico. Huschke, citado por BERLATO e MOLION (1), define evapotranspiração como "a perda combinada de água para a atmosfera, em forma de vapor, através dos processos de evaporação das superfícies e transpiração das plantas"

Segundo EAGLEMAN (?), a taxa potencial de transferência de água do solo, para vapor na atmosfera, é governada pelas condições meteorológicas.

Entende-se por evapotranspiração potencial, o total de água transferido para a atmosfera, em forma de vapor, através dos processos de evaporação das superfícies e

transpiração das plantas, por unidade de tempo, de uma superfície coberta com vegetação rasteira e com teor de umidade do solo próximo à capacidade de campo (1).

De acordo com BERLATO e MOLION (1), os métodos empíricos, baseados na radiação solar, para o cálculo da evapotranspiração potencial (ETp), são os mais promissores porque são fundamentados na realidade física de que a energia requerida para a evapotranspiração provém da radiação.

Para as áreas que dispõem de dados climáticos de temperatura do ar e brilho solar, nebulosidade ou radiação, DOORENBOS e PRUITT (6) sugerem o método da radiação, que é uma adaptação da fórmula de Makking.

A relação recomendada é a seguinte:

$$ETp = W \cdot Rs, \quad \text{eq. 2}$$

em que:

- ETp = evapotranspiração potencial, mm.dia<sup>-1</sup>;
- W = fator que depende da temperatura e da altitude;
- Rs = irradiância solar global (em equivalente lâmina d'água), mm.dia<sup>-1</sup>.

Muitas estações meteorológicas registram somente a duração do brilho solar. Das estações onde a radiação solar e a duração do brilho solar são registrados, é possível derivar uma relação entre estas duas variáveis, na forma proposta por Ångström:

$$\frac{Rs}{Ra} = a + b \frac{n}{N}, \quad \text{eq. 3}$$

em que:

- $R_s$  = irradiância solar global diária recebida por uma superfície horizontal;
- $R_a$  = quantidade teórica de radiação que alcançaria a superfície da terra na ausência da atmosfera (valor Angöt);
- $n$  = duração do brilho solar recebido, h;
- $N$  = duração máxima possível do brilho solar, h;
- $a$  e  $b$  = parâmetros que caracterizam a transmitância da atmosfera.

Glover e McCulloch, citados por CHANG (4), concluíram que a constante  $a$  da equação de Ångström é dependente, sobretudo, da massa ótica de ar, e por conseguinte, da latitude do local. Usando dados de sete estações meteorológicas, cobrindo uma área de 0 a 60° de latitude, estabeleceram para a constante  $b$  o valor 0,52 e para a constante  $a$ ,  $0,29 \cos \psi$ , sendo  $\psi$  a latitude do local.

Quando a umidade do solo é alta, a taxa de evapotranspiração é mantida na taxa potencial, determinada grandemente pelas condições do tempo. Quando o solo está com baixos teores de umidade, terá uma taxa mais baixa do que a potencial.

Quando a quantidade de água no solo é reduzida, ficando abaixo da capacidade de campo, a taxa de evapotranspiração diminui.

Existem várias controvérsias que dizem respeito à relação entre umidade do solo e a taxa de evapotranspiração.

Dentre os pesquisadores citados por EAGLEMAN (8), Veihmeyer e Hendrickson estabeleceram que a taxa de evapotranspiração permanece próximo a um máximo para determinados fatores ambientes, até que o nível de umidade do solo se aproxime do ponto de murcha. Próximo do ponto de murcha, a taxa de evapotranspiração decresce rapidamente, com perdas limitadas pela evaporação da água da superfície do solo, no ponto de murcha.

Outro ponto de vista sugere que a relação logarítmica é a que melhor descreve o efeito da água no solo, na taxa de evapotranspiração, sendo a curva do tipo Pierce uma boa representação. Thornthwaite e Mather admitem uma relação linear entre decréscimo de umidade do solo e decréscimo de  $ETr/ETp$ .

Baseado nos resultados de Pierce, BERNARDO (2) estabeleceu um coeficiente de umidade do solo (K), para fins de conversão da ETP em  $ETr$ , em função da disponibilidade de água no solo. Este coeficiente é representado pela seguinte expressão:

$$K = \frac{\ln (ADS + 1,0)}{\ln (DTA + 1,0)}, \quad \text{eq. 4}$$

em que:

ADS = água disponível no solo no dia anterior, mm;

DTA = disponibilidade total de água, mm.

Por meio desse coeficiente, pode-se calcular a evapotranspiração real:

$$E_{Tr} = K \cdot E_{Tp}, \quad \text{eq. 5}$$

em que:

$$E_{Tr} = \text{evapotranspiração real, mm.dia}^{-1}.$$

### 2.3. Precipitação Efetiva

A principal fonte de água para as plantas é a precipitação. As três principais características da precipitação são: quantidade, frequência e intensidade. Os seus valores variam no espaço e no tempo.

O estudo da umidade do solo está diretamente relacionado com a precipitação, que é uma variável de importância agroclimatológica. Para muitos objetivos, as medidas da precipitação são de interesse muito grande, porque refletem a situação da umidade do solo.

Uma grande parte da precipitação que alcança o solo contribui diretamente para o escoamento superficial, enquanto a outra parte é absorvida pelas camadas superficiais do solo. Esta última parte pode se mover para baixo através do solo, do subsolo e das camadas profundas, eventualmente tornando-se parte da zona de umidade do solo.

Nem toda precipitação é efetiva porque parte pode ser perdida pelo escoamento superficial, pela percolação ou pela evaporação. Do ponto de vista mais simples, precipitação

efetiva significa precipitação útil ou utilizável. Precipitação não é necessariamente útil ou desejável por todo o tempo, na taxa ou na quantidade em que é recebida. Parte dela pode ser perdida inevitavelmente, enquanto que outra parte pode ser até destrutiva. A porção útil da precipitação é armazenada e utilizada posteriormente; a parte excedente necessita ser transportada ou removida rapidamente.

O termo precipitação efetiva tem sido interpretado diferentemente, não somente por especialistas de diferentes áreas, mas também por pesquisadores do mesmo ramo, tornando difícil uma definição mais rigorosa com relação ao uso a que se destina.

Dentre os pesquisadores citados por DASTANE (5), Ogrosky e Mockus definem precipitação efetiva como precipitação total ocorrida durante a estação de crescimento, menos a que ocorreu depois do solo saturado ou irrigado, quando a água adicional é perdida pela percolação profunda ou pelo escoamento superficial. A água é necessária até antes da semeadura e da preparação do solo; esta definição deixa passar despercebido este aspecto. Hershfield define precipitação efetiva como parte da precipitação total durante a estação de crescimento, que é disponível para atingir as exigências de água consuntiva de um cultivo. É uma definição incompleta porque a água é exigida para completar não somente as necessidades consuntivas, como também as não consuntivas, como preparo do solo e outros.

#### 2.4. *Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas*

Para eficiente seleção de tratores agrícolas em função do número de horas de trabalho numa determinada fazenda, deve-se, em primeira instância, estimar o número de dias trabalháveis no campo. Em acréscimo a isto, essa estimativa torna-se também útil à programação das operações de campo a serem executadas, como: época de plantio, colheita e a ordem em que essas operações podem ser executadas.

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

De acordo com FRISBY (11), 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 dia não trabalhável aquele em que a umidade do solo é maior do que a capacidade de campo ou, então, aquele em que a precipitação é igual ou maior que 0,25 mm.

ELLIOTT *et alii* (9), visando a previsão dos dias trabalháveis com tratores agrícolas, desenvolveram um modelo de balanço de água no solo, durante os meses da primavera. Dentre os objetivos do estudo, determinaram os dias favoráveis ao trabalho de campo durante o referido período.

MOREY (20), ao estimar o número de dias trabalháveis, com tratores agrícolas para a colheita do milho, considerou

o seguinte: dia trabalhável aquele que tivesse como valor de precipitação uma altura menor do que 0,25 mm e conteúdo de umidade menor do que 95% da capacidade de campo, nos 15 cm superiores do perfil do solo.

### 2.5. *Cadeia de Markov*

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

Segundo HILDEBRAND (12),

"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".

Vários pesquisadores têm utilizado o processo de cadeia de Markov para obter a probabilidade de distribuição do número de dias trabalháveis com tratores agrícolas.

De acordo com STERN (30), um planejamento agrícola pode ser obtido por meio do uso da cadeia de Markov, calculando a probabilidade do início das chuvas. O evento que determinava o início das chuvas foi definido como o primeiro dia, em que a precipitação total era maior do que uma quantidade conhecida.

MOREY (20) utilizou o modelo de 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 estimar o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas.

Segundo SILVA *et alii* (29), a importância de um estudo sobre a probabilidade de ocorrência de dias com precipitação abaixo de um valor  $x$  considerado, usando cadeia de Markov, reside no fato de se obter: a) um planejamento agropecuário em geral e b) um planejamento de transporte e armazenamento de cargas, de atividades turísticas, de lazer e outros.

Chama-se um sistema de cadeia de Markov, se a probabilidade de passar para o estado seguinte é completamente determinada pelo estado presente do sistema. De acordo com a teoria de LIPSCHUTZ (18) tem-se que: considera-se uma seqüência de tentativas cujos resultados  $X_1, X_2 \dots$  satisfazem as seguintes propriedades:

a) Cada resultado pertence a um conjunto finito de resultados  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ , chamado de *espaço estado* do sistema;

b) O resultado de qualquer tentativa depende mais do resultado imediatamente da tentativa precedente e não de qualquer outro resultado prévio; em cada par de estados  $(a_i, a_j)$  existe a probabilidade  $p_{ij}$ , em que  $a_j$  ocorre imediatamente depois de  $a_i$  ocorrer.

Para uma cadeia de Markov de  $n$ -estados (onde  $n$  é um número inteiro fixo), a matriz  $n \times n$ ,  $P \begin{bmatrix} p_{ij} \end{bmatrix}$  é a matriz de transição ou estocástica, associada ao processo. Desse modo,

a matriz transição pode ser representada do seguinte modo:

$$p^{(n)} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & & p_{nn} \end{bmatrix}$$

HOEL (14) explica o processo da cadeia de Markov do seguinte modo: a seqüência  $X_0, X_1, X_2 \dots$  também será chamada de cadeia de Markov, se para qualquer seqüência de estados  $x_0, x_1, x_2, \dots, x_{n+1}$  obedecer a seguinte probabilidade:

$$\begin{aligned} P(X_{n+1} = x_{n+1} / X_0 = x_0, \dots, X_n = x_n) &= \\ &= P(X_{n+1} = x_{n+1} / X_n = x_n). \end{aligned}$$

Em outras palavras, a probabilidade de mudar do  $n$ -ésimo estado  $x_n$  para o  $(n+1)$ -ésimo estado  $x_{n+1}$  não depende de como se chegou ao  $n$ -ésimo estado, isto é, não depende de  $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$ .

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

Considera-se também, que se o dia é bom no início do  $n$ -ésimo dia, a probabilidade é  $P(R/B)$  de que terá condições desfavoráveis, não permitindo o trabalho com trator agrícola no início do  $(n+1)$ -ésimo dia.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram analisados os dados de precipitação, brilho solar e temperatura do ar das seguintes localidades, com suas respectivas posições geográficas (Quadro 1).

QUADRO 1 - Localização Geográfica das Cidades e Período Estudado

| Local       | Latitude (S)        | Longitude (W)       | Altitude (m) | Período (Ano) |
|-------------|---------------------|---------------------|--------------|---------------|
| Araxá       | 19 <sup>o</sup> 34' | 46 <sup>o</sup> 56' | 1.004,67     | 1971-1985     |
| Capinópolis | 18 <sup>o</sup> 41' | 41 <sup>o</sup> 34' | 620,60       | 1970-1985     |
| Uberaba     | 19 <sup>o</sup> 45' | 47 <sup>o</sup> 55' | 742,90       | 1965-1985     |

Os dados foram obtidos no 5º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia, localizado em Belo Horizonte, Minas Gerais.

As cidades estudadas estão localizadas em uma região estrategicamente situada em relação aos centros produtores e consumidores, e de grande importância dentro do Estado, compreendendo a área de domínio ecológico do cerrado, apresentando os climas pertencentes às categorias Aw, Cw<sub>b</sub> e Cw<sub>a</sub> de acordo com a classificação de Andrade, utilizando o método de classificação de Köppen, citado por RANZANI (23).

Os solos das localidades foram classificados de acordo com as análises feitas por FERNANDES e RESENDE (10), do seguinte modo:

- Araxá - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, sob vegetação de cerrado (LV<sub>d</sub>);
- Capinópolis - Latossolo Vermelho-Escuro eutrófico, textura média, sob vegetação florestal (LEe<sub>m</sub>);
- Uberaba - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, sob vegetação de cerrado (LV<sub>d</sub>).

### 3.1. Balanço de Água no Solo

O balanço de água do solo pode ser determinado pelo modelo simplificado de JENSEN *et alii* (15).

$$LAD_{(j)} = LAD_{(j-1)} + PE_{(j)} - ETr_{(j)}, \quad \text{eq. 6}$$

em que:

$$LAD_{(j)} = \text{lâmina de água atual disponível no solo no final do dia (j), mm;}$$

- $LAD_{(j-1)}$  = lâmina 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 lâmina de água disponível no solo ( $LAD_{(j)}$ ), em virtude da precipitação ocorrida, for maior do que a lâmina total de água que o solo poderia reter, a umidade do solo assume um valor igual a lâmina total de água disponível daquele solo, e o excesso de precipitação é considerado como perdido por percolação ou por escoamento superficial.

No modelo, precipitação efetiva foi definida como sendo a parte da precipitação total que foi usada para satisfazer a lâmina total de água requerida.

A análise do balanço permite obter informações sobre ganho, perda e armazenamento de água no solo.

Considera-se que no início do balanço de água o solo esteja em "capacidade de campo", antes de se proceder a contagem de dias bons.

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

$$LAD = \frac{(CC - PM)}{10} \cdot dap \cdot Z, \quad \text{eq. 7}$$

em que:

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

Foram utilizados os seguintes valores dos parâmetros mencionados acima (Quadro 2).

QUADRO 2 - Valores dos Parâmetros Utilizados no Cálculo da Lâmina de Água Total Disponível no Solo (FERNANDES e RESENDE, 10)

| Localidades | CC<br>(% em Peso) | PM<br>(% em Peso) | dap-3<br>(g.cm <sup>-3</sup> ) | Z (cm) |
|-------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------|
| Araxá       | 31                | 22,9              | 0,85                           | 15     |
| Capinópolis | 18                | 9,0               | 1,37                           | 15     |
| Uberaba     | 31                | 22,9              | 0,85                           | 15     |

### 3.2. Evapotranspiração

A evapotranspiração potencial foi calculada utilizando-se o método da radiação (equação 2), obtendo valores diários. A irradiação solar global diária foi obtida por meio da equação de Ångström (equação 3) e o valor de W (tabelado) foi obtido tomando 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 3, foram usados os seguintes valores, segundo CHANG (4).

$$a = 0,29 \cos \Psi,$$

$$b = 0,52.$$

QUADRO 3 - Valores do Parâmetro  $a$  Equação de Ångström

| Localidade  | Latitude | $a$    |
|-------------|----------|--------|
| Araxã       | 19°34'   | 0,2732 |
| Capinópolis | 18°41'   | 0,2747 |
| Uberaba     | 19°45'   | 0,2729 |

A evapotranspiração real foi calculada conforme a equação 5, considerando, no início do balanço de água no solo, o coeficiente de umidade  $K = 1$ , ou seja, a água disponível no solo sendo igual a disponibilidade total de água (equação 4).

### 3.3. Número de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas

No modelo, dia favorável ao trabalho de campo foi considerado aquele em que a água disponível no solo fosse igual ou menor que 90% da disponibilidade total de água, nos primeiros 15 cm do solo.

Esse valor foi considerado como limite máximo de modo a representar a condição desejável para que o solo possa ser trafegado sem ocasionar a sua compactação, o que geraria outros problemas, como: diminuição da macroporosidade, redução da taxa de infiltração da água no solo e outros.

A inclusão dos valores limites de precipitação são necessários, uma vez que a parte mais superior do solo, a parte

arável, é a que primeiro torna-se úmida, decorrente da precipitação ocorrida. Embora a redistribuição da água no perfil do solo exija algum tempo, os valores limites utilizados no modelo foram aqueles que podem interferir na trafegabilidade dos tratores agrícolas.

O número de dias trabalháveis com tratores agrícolas foi obtido levando em consideração os seguintes valores dos parâmetros climáticos. Um dia com 5,0 mm ou mais de chuva foi considerado como um dia ruim para o trabalho de campo, independente da quantidade de água disponível nos 15 cm do solo. O limite de 5,0 mm representa o valor médio da evapotranspiração diária. Qualquer dia que apresente precipitação de 10,0 mm ou mais no dia anterior foi classificado como dia ruim para as operações de campo (27). De acordo com o critério anterior, o limite de 10,0 mm corresponde a dois dias consecutivos, aproximadamente.

Inclui-se também 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, é registrado também como um 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. A quantidade mínima de precipitação mensurável em pluviômetros comuns é 0,1 mm, e, segundo Laurence, citado por SCARDUA (24), dia seco é definido como aquele que

a precipitação é menor ou igual a 0,1 mm. Isto indica que a precipitação pode interferir nas operações normais com tratores, independente de quantidade de água nos 15 cm superiores do solo.

O período do ano utilizado no presente trabalho foi o compreendido entre 31 de agosto a 2 de maio, por ser o período chuvoso nessa região e também período de época de plantio das principais culturas agrícolas da região.

Os registros foram divididos em períodos de sete dias correspondentes à semana climatológica. Esta semana tem o seu início no dia primeiro de março e segue a seguinte contagem:

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| 1 - 7 março     | semana nº 1  |
| 8 - 14 março    | semana nº 2  |
| ⋮               | ⋮            |
| 26 abr - 2 maio | semana nº 9  |
| 30 ago - 5 set  | semana nº 27 |

Conseqüentemente, o período do ano utilizado no trabalho teve seu início na semana climatológica de número 27 e término na semana de número 9. Para que a semana de número 52, correspondente ao período de 21 a 27 de fevereiro, terminasse no dia 28 de fevereiro, a semana número 27 foi preparada para ser computada a partir do dia 31 de agosto e o período de 22 a 28 de fevereiro foi ajustado para representar a semana climatológica de número 52.

### 3.4. Probabilidade de Ocorrência de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas

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

Através do processo de Markov e da teoria de probabilidade condicional, podem-se estimar as seguintes equações:

a) A probabilidade do primeiro dia ser bom, ou dia trabalhável com tratores agrícolas:

$$P(B) = \frac{\text{Número de anos em que o 1º dia foi bom no período estudado}}{\text{Número de anos do período}}, \quad \text{eq. 8}$$

b) A probabilidade de dois dias consecutivos serem bons:

$$P(B/B) = \frac{\text{Número de dias em que os 1º e 2º dias foram bons}}{\text{Número de anos em que o 1º dia foi bom}}, \quad \text{eq. 9}$$

c) Probabilidade de um dia ser ruim ou não trabalhável com tratores agrícolas:

$$P(R) = 1,0 - P(B), \quad \text{eq. 10}$$

d) Probabilidade de um dia ser ruim, dado que o anterior foi bom:

$$P(R/B) = 1,0 - P(B/B), \quad \text{eq. 11}$$

e) Probabilidade de um dia ser bom, dado que o anterior foi ruim:

$$P(B/R) = \left[ P(B) P(R/B) \right] / P(R), \quad \text{eq. 12}$$

f) Probabilidade de um dia ser ruim, dado que o anterior foi ruim:

$$P(R/R) = 1,0 - P(B/R), \quad \text{eq. 13}$$

### 3.5. *Probabilidade de Ocorrência de Dias Bons Dentro de Um Intervalo Especificado*

Como o intervalo especificado foi o correspondente a semana climatológica, considerou-se, no período de sete dias, todos os dias como bons para trabalho de campo, e, a partir daí, calculou-se a probabilidade de ocorrência de dias bons dentro desse período especificado, obtendo, dessa forma, a seqüência correspondente a probabilidade e o respectivo cálculo.

Obteve-se a probabilidade de sete dias bons até nenhum dia bom, como mostrado a seguir:

| PROBABILIDADE  | SEQUENCIA |                                      |
|----------------|-----------|--------------------------------------|
| P(7 dias bons) | BBBBBBB   | $P(B) P(B/B)^2$                      |
| .....          | .....     | .....                                |
| .....          | .....     | .....                                |
| P(3 dias bons) | BBBRRRR   | $P(B) P(B/B)^2 P(R/B) P(R/R)^3$      |
|                | BBRRRBB   | $P(B) P(B/B) P(R/B) P(R/R)^3 P(B/R)$ |
| .....          | .....     | .....                                |
| .....          | .....     | .....                                |
| P(0 dia bom)   | RRRRRRR   | $P(R) P(R/R)^6$                      |

### 3.6. Probabilidade de Ter pelo Menos Dias Ruins Dentro do Período Especificado

Levando-se em consideração os valores obtidos através dos cálculos das probabilidades de dias bons dentro de um período especificado, foi possível, dentro do período de sete dias, obter as seguintes probabilidades, como mostradas a seguir:

| PROBABILIDADE              | CÁLCULO  |
|----------------------------|--|
| P(pelo menos 1 dia ruim)   | $P(6 \text{ dias bons}) + P(5) + P(4) + P(3) + P(2) + P(1) + P(0)$ |
| .....                      | .....  |
| .....                      | .....  |
| P(pelo menos 6 dias ruins) | $P(1) + P(0)$  |

Os cálculos das probabilidades, citados nos dois últimos itens, foram feitos para cada semana climatológica.

### 3.7. Determinação do Número de Dias Bons Esperados em Quatro Níveis de Probabilidade

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

A expressão utilizada foi a seguinte (31):

$$F = \frac{n}{m + 1}, \quad \text{eq. 14}$$

em que:

F = frequência relativa acumulada;

n = número de ordem designado para os dados de número de dias bons dispostos em ordem decrescente; n = 1, 2, ..., m;

m = número de anos de observação.

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

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se, a seguir, os resultados referentes à probabilidade de ocorrência de dias trabalháveis com tratores agrícolas, probabilidade de ter dias bons, probabilidade de ter pelo menos dias ruins e o número de dias bons esperados, para quatro níveis de probabilidade, no período correspondente para cada semana climatológica, contados a partir de 31 de agosto a 2 de maio.

O número de dias trabalháveis foi obtido por meio dos valores limites de precipitação (0,2 mm, 5,0 mm, 10,0 mm), observando-se os valores dos parâmetros climáticos dos dias anteriores e posteriores, combinados com os valores limites da água disponível no solo ( $ADS \leq 90\% DTA$ ).

Após a obtenção do número de dias trabalháveis foi possível calcular a probabilidade de ocorrência de tais dias, usando a teoria de probabilidade e da cadeia de Markov, considerando a seqüência de dois dias.

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

O total de anos estudados diferiu para cada região, em virtude da falta de registros dos dados meteorológicos em alguns anos ou em alguns meses, dentro do período de anos utilizados no presente estudo.

Utilizaram-se, portanto, os seguintes números de anos: a) Araxá - 12 anos; b) Capinópolis - 11 anos e c) Uberaba - 14 anos. Os meses utilizados foram os compreendidos entre 31 de agosto e 2 de maio, por ser um período chuvoso nessa região, e coincidente com o período de desenvolvimento da maioria das culturas agrícolas das regiões estudadas.

Os valores totais semanais de precipitação e os valores médios de umidade do solo *versus* semana climatológica são representados nas Figuras 1 a 9.

Nota-se que, para as três cidades, há uma variação considerável da precipitação e, conseqüentemente, da umidade média do solo em torno da disponibilidade total de água.

As Figuras 1, 2 e 3 mostram o comportamento da precipitação e da umidade média do solo para Araxá. A disponibilidade total de água foi igual a 10,33 mm, e o que se pode notar é que houve uma variação muito grande da umidade do solo em torno desse valor.

Embora tenha-se obtido valores altos de precipitação, pode-se notar pela Figura 1, que nas semanas de 27 a 31 não houve ocorrência de precipitação, levando a umidade do solo a ter o mesmo comportamento.

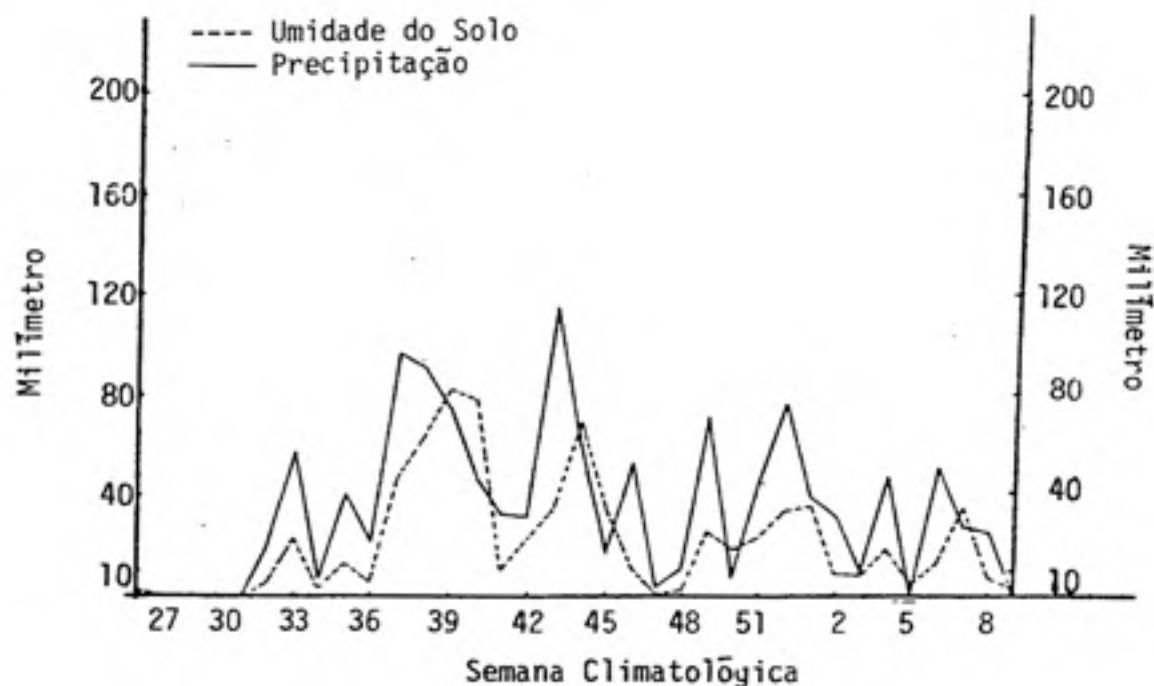


FIGURA 1 - Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1975 e 1976. Local: Araxá.

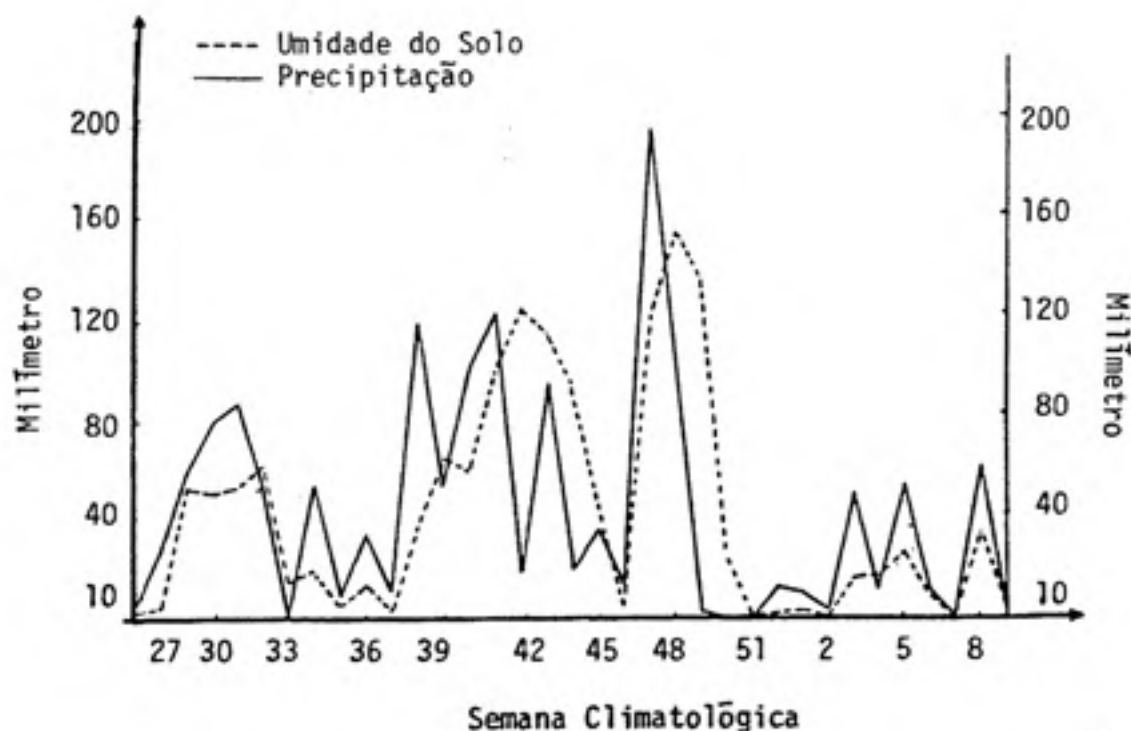


FIGURA 2 - Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1976 e 1977. Local: Araxá.

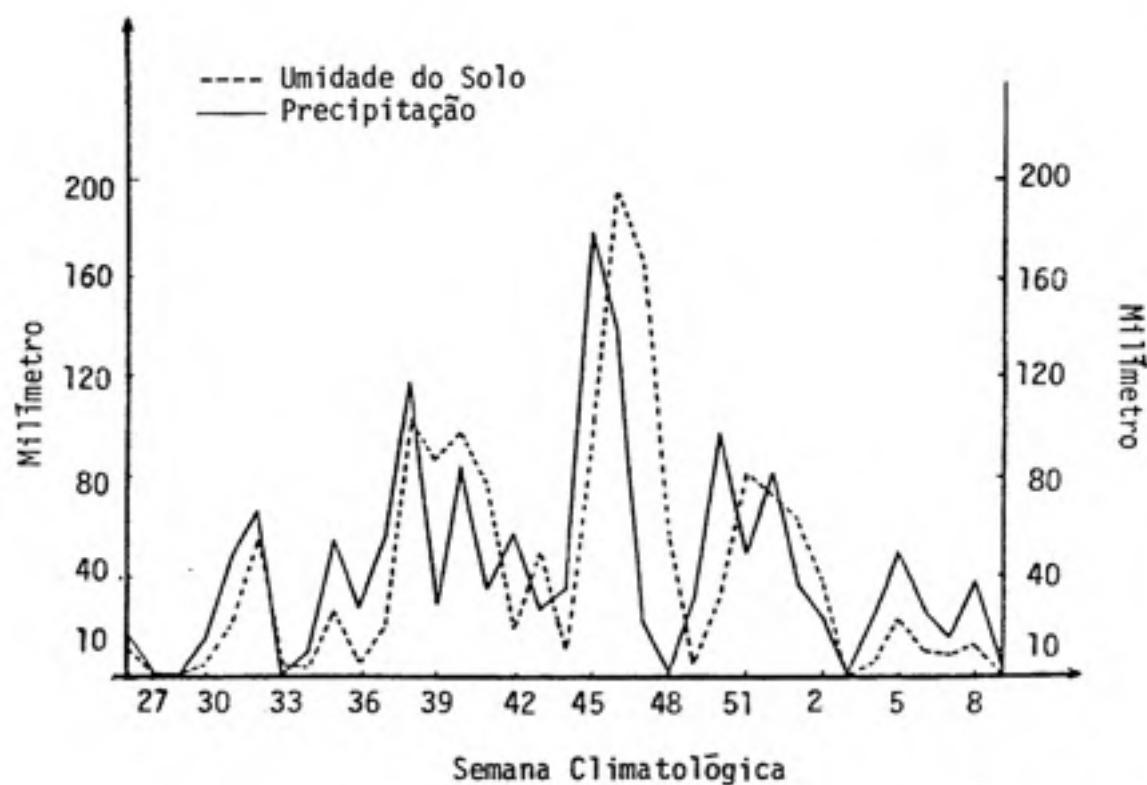


FIGURA 3 - Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1977 e 1978. Local: Araxá.

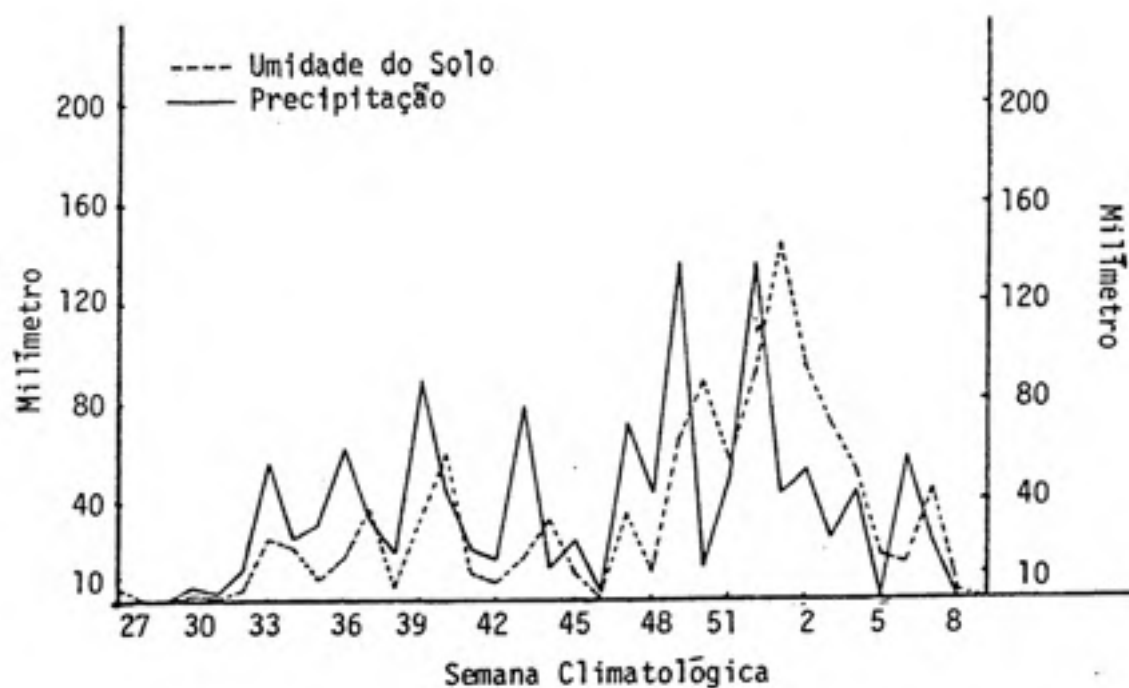


FIGURA 4 - Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1975 e 1976. Local: Capinópolis.

Nas semanas 45, 45 e 51, Figuras 1, 2 e 3, respectivamente, observa-se que a curva da umidade média do solo não segue o mesmo comportamento da curva de precipitação total semanal. Ocorre que a umidade do solo continua a diminuir enquanto que a precipitação aumenta. Próximo a essas semanas a evapotranspiração manteve-se elevada, contribuindo para que a umidade do solo continuasse a diminuir.

A disponibilidade total de água no solo para Capinópolis foi igual a 18,49 mm e as variações da precipitação total semanal e da umidade média do solo em torno desse valor são mostradas nas Figuras 4, 5 e 6. As duas curvas mostraram comportamentos semelhantes, sendo que na Figura 6 observa-se que a umidade média do solo mostrou dois picos acentuados, com valores excedendo ao total semanal de precipitação. Entre as semanas 38 e 41, os totais semanais de precipitação foram superiores a 100,0 mm, fazendo com que a umidade média do solo permanecesse alta, já que a evapotranspiração ocorrida não foi grande o suficiente para que houvesse perda excessiva; a água disponível no solo para o dia seguinte foi demasiadamente alta, levando a umidade média do solo a tal comportamento. Por outro lado, ocorreu que na semana 2, Figura 4, a evapotranspiração manteve-se alta, levando a umidade do solo a uma diminuição, enquanto que a precipitação atingiu valores maiores. Na semana 44, Figura 5, a evapotranspiração não mostrou valores elevados, mas, deve-se levar em consideração que a precipitação ocorrida não foi suficiente para elevar a umidade do solo.

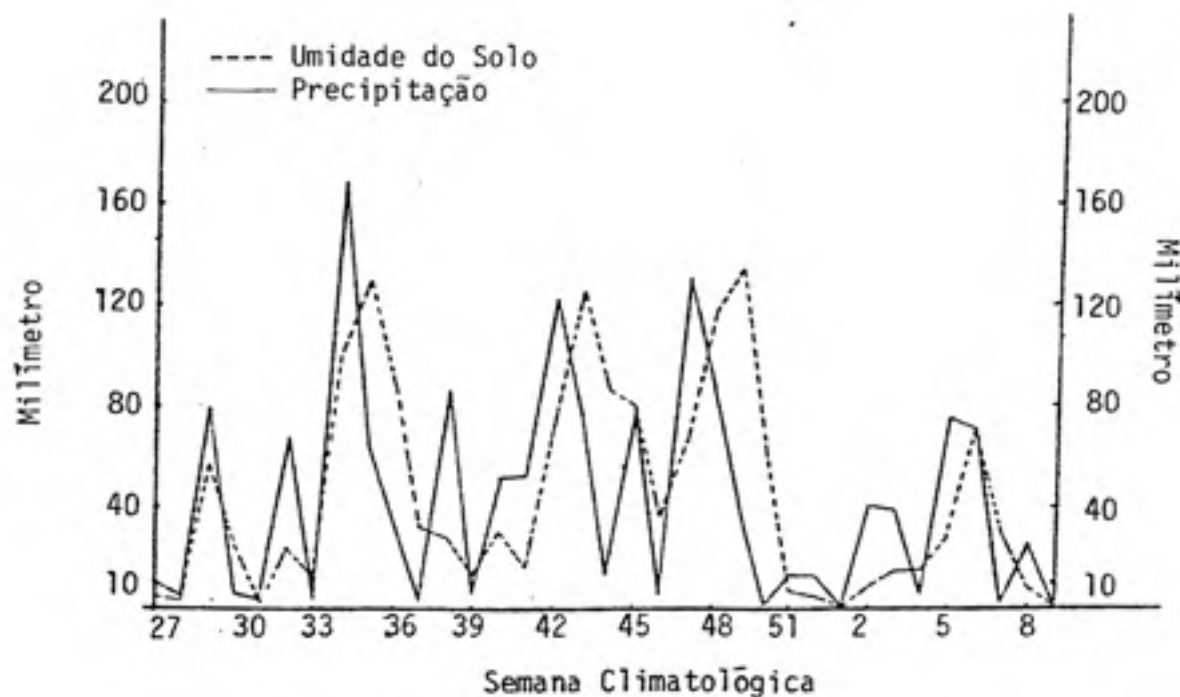


FIGURA 5 - Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1976 e 1977. Local: Capinópolis.

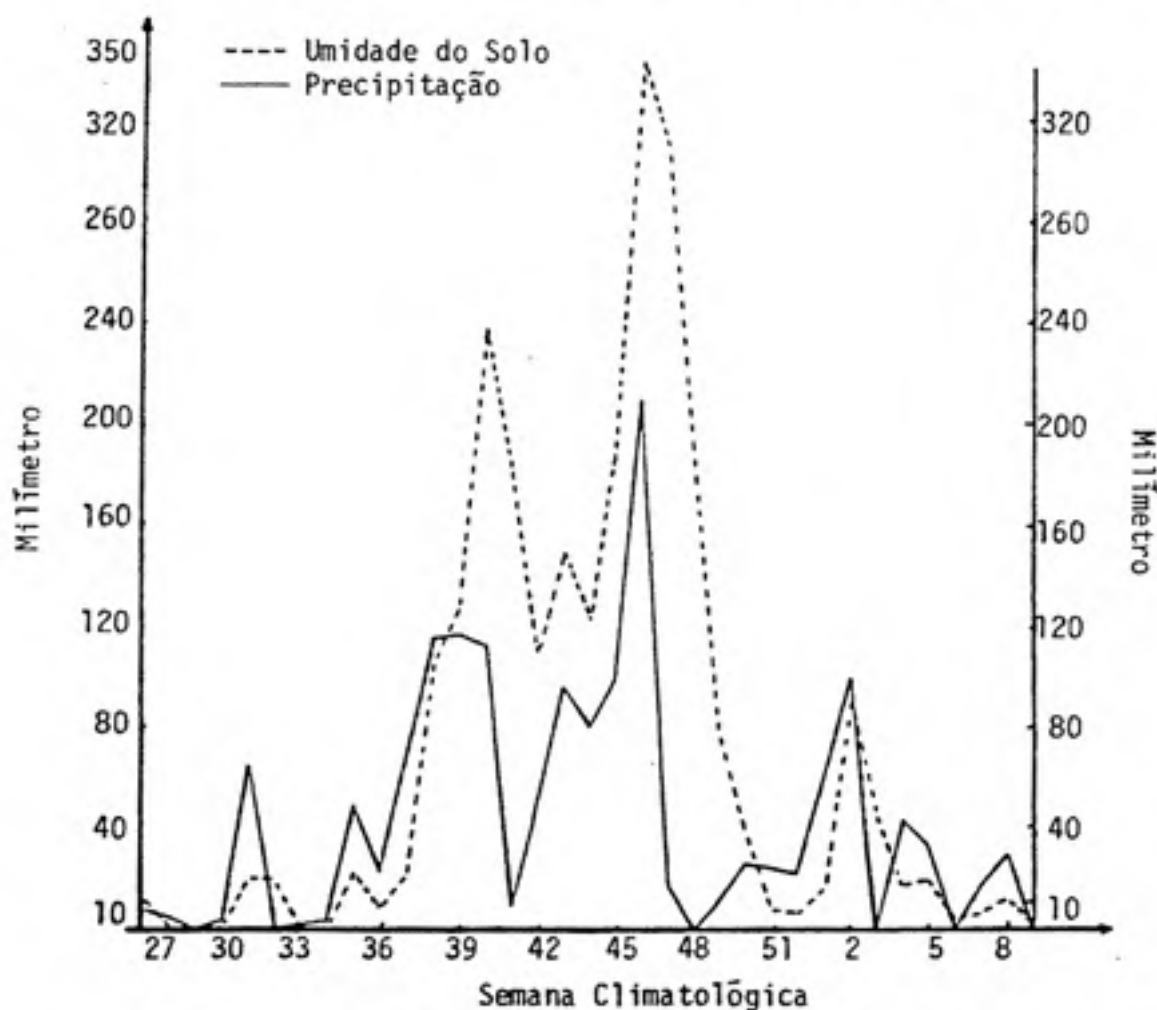


FIGURA 6 - Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1977 e 1978. Local: Capinópolis.

Nas Figuras 7, 8 e 9 têm-se as curvas de precipitação total semanal e umidade média do solo para Uberaba.

Na Figura 9 nota-se, também, que o valor da umidade média do solo foi maior do que a precipitação total semanal ocorrida. Houve uma variação da precipitação, como pode-se verificar, atingindo um valor máximo, o que contribuiu para elevar a umidade do solo, decrescendo em seguida, mas com um valor consideravelmente alto, o suficiente para manter a umidade alta. A precipitação volta a atingir um valor acima de 130,0 mm, para depois então diminuir até valor total semanal de 9,7 mm. Dessa forma, a contribuição da precipitação foi muito grande, fazendo com que a umidade média do solo obtivesse um valor maior.

Observa-se que aconteceu o mesmo fato ocorrido nas outras duas cidades, com relação ao não acompanhamento no comportamento das duas curvas nas semanas 45, 41 e 52, Figuras 7, 8 e 9, respectivamente. Isso deve-se, também, ao fato da evapotranspiração ter atingido valores altos, de modo que a precipitação ocorrida não foi suficiente para elevar a umidade do solo.

O número médio de dias trabalháveis *versus* semana climatológica é mostrado nas Figuras 10, 11 e 12.

Ao verificar o número médio de dias bons para Araxá (Figura 10), nota-se que a variação está em torno de dois a seis dias bons. Observa-se que entre as semanas 39 e 48, o número médio de dias bons varia entre dois e três, e esse período foi o que apresentou maiores índices de precipitação.

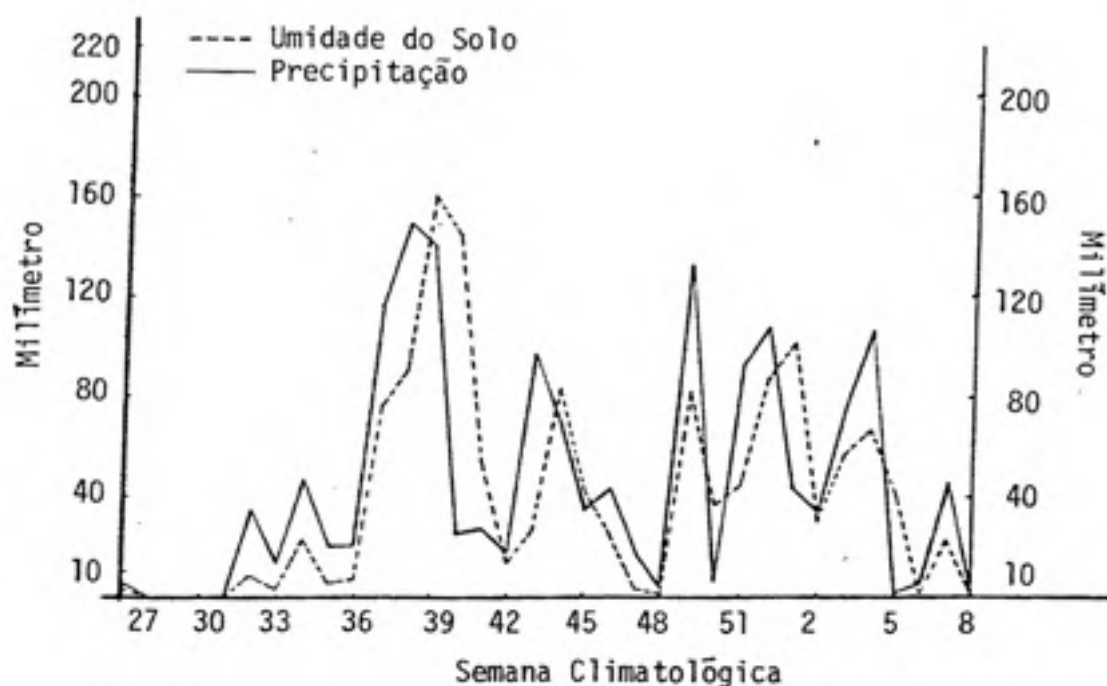


FIGURA 7 - Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1975 e 1976. Local: Uberaba.

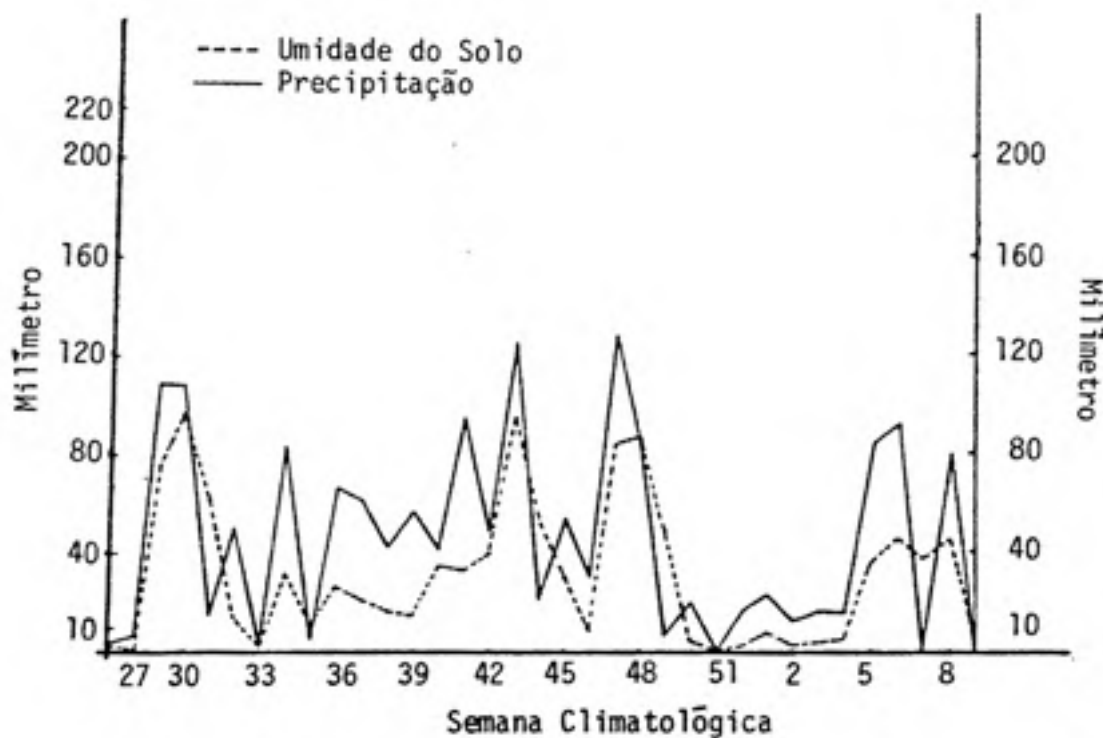


FIGURA 8 - Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1976 e 1977. Local: Uberaba.

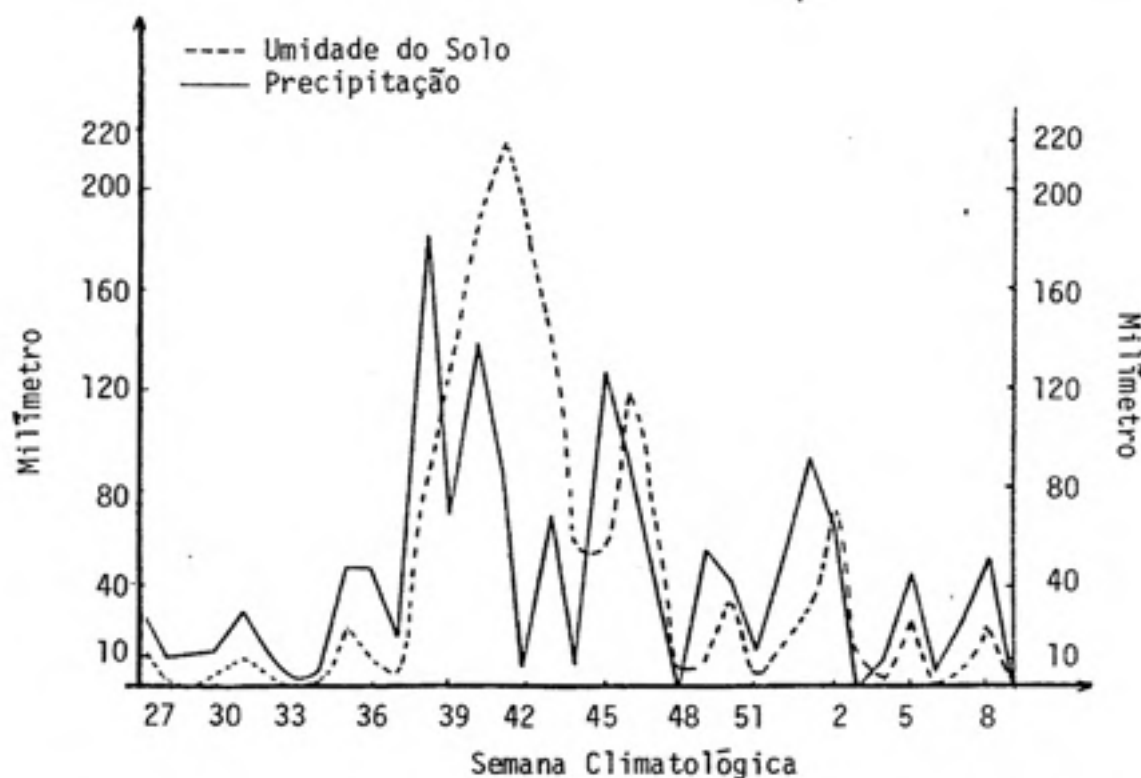


FIGURA 9 - Variação da Umidade Média do Solo e Precipitação Total Semanal ao Longo das Semanas Climatológicas, Referentes aos Anos 1977 e 1978. Local: Uberaba.

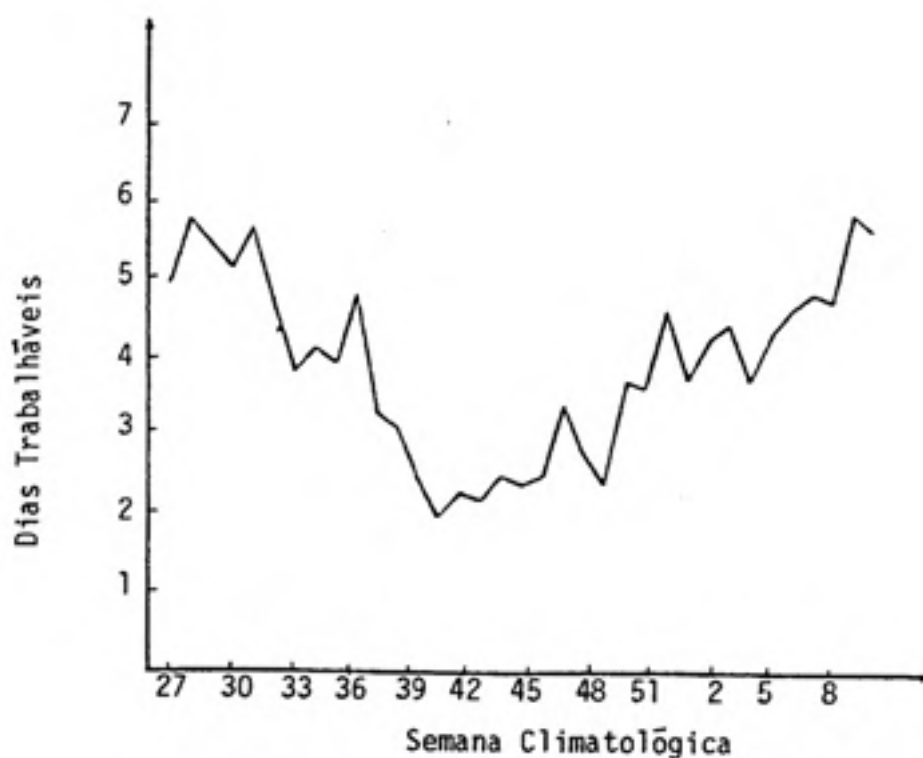


FIGURA 10 - Variação do Número Médio de Dias Trabalháveis ao Longo das Semanas Climatológicas, Referente ao Período 1971-1985. Local: Araxá.

A Figura 11 mostra o número médio de dias bons para Capinópolis. Em média, obteve-se de dois a seis dias, com o valor mínimo na semana 41.

A distribuição do número médio de dias bons, para Uberaba, Figura 12, mostra uma distribuição semelhante às outras duas localidades, apresentando valores mínimos em torno de dois dias bons.

Conclui-se que para as três localidades, os valores médios dos dias bons estão em concordância com a precipitação ocorrida no período.

#### 4.1. *Probabilidade de Ocorrência de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas*

Os Quadros 4, 5 e 6 apresentam os valores obtidos da probabilidade de ocorrência de dias trabalháveis com tratores agrícolas.

As colunas de 1 a 6 contêm as seguintes informações:

- a)  $P(B)$  = probabilidade do 1º dia ser bom no período estudado;
- b)  $P(R)$  = probabilidade de um dia ser ruim;
- c)  $P(B/B)$  = probabilidade de dois dias consecutivos serem bons;
- d)  $P(R/B)$  = probabilidade de um dia ser ruim, dado que o anterior foi bom;
- e)  $P(B/R)$  = probabilidade de um dia ser bom, dado que o anterior foi ruim;
- f)  $P(R/R)$  = probabilidade de um dia ser ruim, dado que o anterior foi ruim.

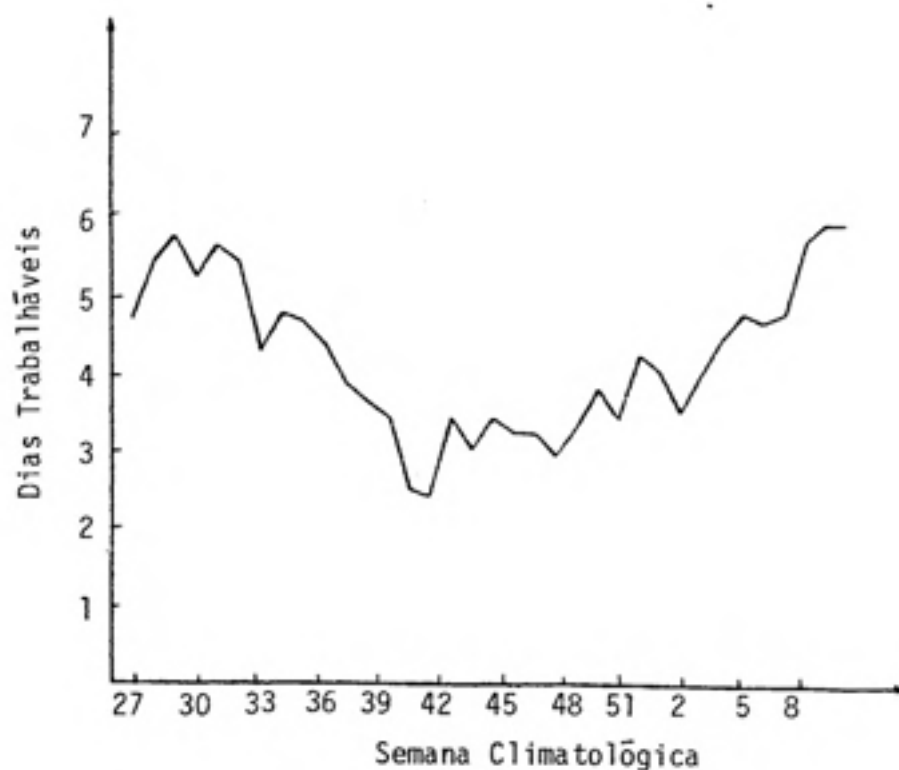


FIGURA 11 - Variação do Número Médio de Dias Trabalháveis ao Longo das Semanas Climatológicas, Referente ao Período 1970-1985. Local: Capinópolis.

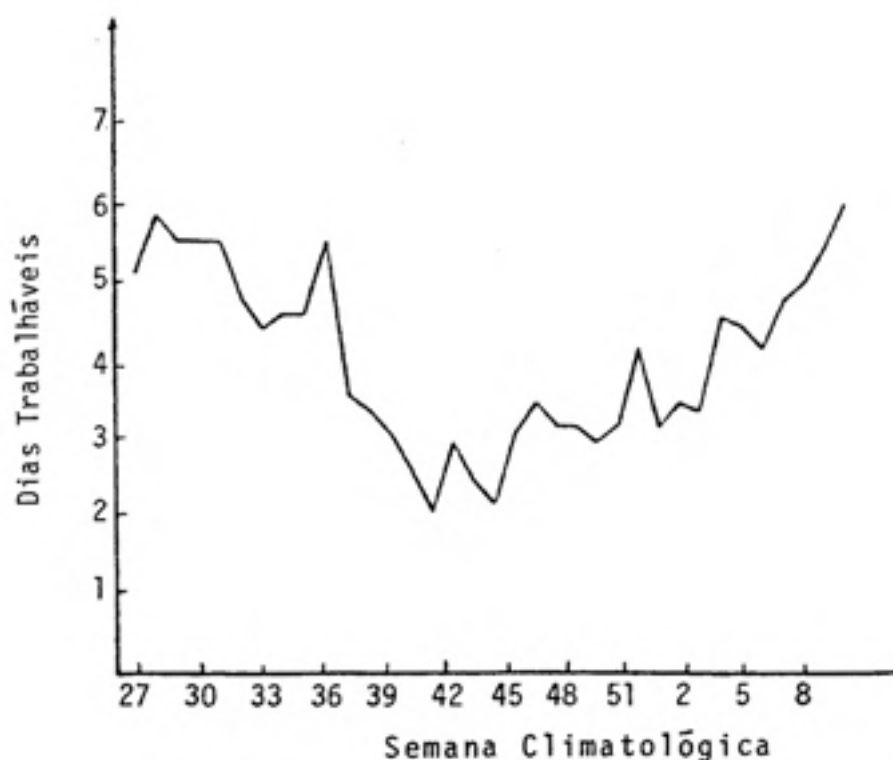


FIGURA 12 - Variação do Número Médio de Dias Trabalháveis ao Longo das Semanas Climatológicas, Referente ao Período 1965-1985. Local: Uberaba.

Os resultados são apresentados e discutidos inicialmente para cada região.

#### 4.1.1. Arazá

Pelos valores listados na coluna 1 (Quadro 4), nota-se que a probabilidade do 1º dia da semana climatológica ser bom variou de uma a duas ocorrências em 12 anos, cujos valores correspondentes são 16,7 e 83,3%, respectivamente.

A segunda coluna foi derivada a partir da primeira, ou seja,  $1 - P(B)$ , obtendo, dessa forma, os valores da probabilidade do 1º dia ser ruim, isto é, na semana 47 existe uma probabilidade de 33,3% de ter um dia ruim e, conseqüentemente a probabilidade de 66,7% do 1º dia da semana ser bom.

Na terceira coluna tem-se os resultados referentes à seqüência de dois dias, ou seja, 1º e 2º dias bons. Tais valores foram obtidos dividindo-se o número de ocorrências de dois dias bons pelo número de anos em que o 1º dia foi bom.

Os valores dessa coluna mostram que a informação pode ser obtida do seguinte modo: tomando como exemplo a semana 9, existe a probabilidade de 80% de que os dois primeiros dias sejam bons. Pode-se notar, na coluna 1, que a probabilidade de 83,3% significa que em 12 anos, 10 vezes o primeiro dia da semana foi bom. E, durante essas 10 ocorrências, oito vezes aconteceu a seqüência dos dois dias serem bons.

Os valores mostrados na quarta e quinta colunas representam inversão da tendência nas condições de dias bons e ruins.

QUADRO 4 - Probabilidades Inicial e Transição de Ocorrência de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas, Referentes ao Período 1971-1985. Local: Araxá

| Semana Climática | P(B)   | P(R)   | P(B/B) | P(R/R) | P(B/R) | P(R/R) |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 27               | 0,7500 | 0,2500 | 0,7778 | 0,2222 | 0,6667 | 0,3333 |
| 28               | 0,7500 | 0,2500 | 0,7778 | 0,2222 | 0,6667 | 0,3333 |
| 29               | 0,7500 | 0,2500 | 0,7778 | 0,2222 | 0,6667 | 0,3333 |
| 30               | 0,7500 | 0,2500 | 0,7778 | 0,2222 | 0,6667 | 0,3333 |
| 31               | 0,7500 | 0,2500 | 0,8889 | 0,1111 | 0,3333 | 0,6667 |
| 32               | 0,7500 | 0,2500 | 0,7778 | 0,2222 | 0,6667 | 0,3333 |
| 33               | 0,4167 | 0,5833 | 0,8000 | 0,2000 | 0,1429 | 0,8571 |
| 34               | 0,4167 | 0,5833 | 0,6000 | 0,4000 | 0,2857 | 0,7143 |
| 35               | 0,5000 | 0,5000 | 0,8333 | 0,1667 | 0,1667 | 0,8333 |
| 36               | 0,6667 | 0,3333 | 0,8750 | 0,1250 | 0,2500 | 0,7500 |
| 37               | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 |
| 38               | 0,4167 | 0,5833 | 0,8000 | 0,2000 | 0,1429 | 0,8571 |
| 39               | 0,3333 | 0,6667 | 0,5000 | 0,5000 | 0,2500 | 0,7500 |
| 40               | 0,5000 | 0,5000 | 0,3333 | 0,6667 | 0,6667 | 0,3333 |
| 41               | 0,4167 | 0,5833 | 0,6000 | 0,4000 | 0,2857 | 0,7143 |
| 42               | 0,2500 | 0,7500 | 0,6667 | 0,3333 | 0,1111 | 0,8889 |
| 43               | 0,4167 | 0,5833 | 0,8000 | 0,2000 | 0,1429 | 0,8571 |

Continua ...

QUADRO 4 - Cont.

| Semana<br>Climática | P(B)   | P(R)   | P(B/B) | P(R/B) | P(B/R) | P(R/R) |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 44                  | 0,2500 | 0,7500 | 0,6667 | 0,3333 | 0,1111 | 0,8889 |
| 45                  | 0,4167 | 0,5833 | 0,6000 | 0,4000 | 0,2857 | 0,7143 |
| 46                  | 0,3333 | 0,6667 | 0,7500 | 0,2500 | 0,1250 | 0,8750 |
| 47                  | 0,6667 | 0,3333 | 0,6250 | 0,3750 | 0,7500 | 0,2500 |
| 48                  | 0,1667 | 0,8333 | 0,5000 | 0,5000 | 0,1000 | 0,9000 |
| 49                  | 0,4167 | 0,5833 | 0,8000 | 0,2000 | 0,1429 | 0,8571 |
| 50                  | 0,4167 | 0,5833 | 0,6000 | 0,4000 | 0,2857 | 0,7143 |
| 51                  | 0,6667 | 0,3333 | 0,8750 | 0,1250 | 0,2500 | 0,7500 |
| 52                  | 0,5833 | 0,4167 | 0,7143 | 0,2857 | 0,4000 | 0,6000 |
| 1                   | 0,6667 | 0,3333 | 0,8750 | 0,1250 | 0,2500 | 0,7500 |
| 2                   | 0,6667 | 0,3333 | 0,7500 | 0,2500 | 0,5000 | 0,5000 |
| 3                   | 0,5833 | 0,4167 | 0,5714 | 0,4286 | 0,6000 | 0,4000 |
| 4                   | 0,6667 | 0,3333 | 0,8750 | 0,1250 | 0,2500 | 0,7500 |
| 5                   | 0,5833 | 0,4167 | 0,8571 | 0,1429 | 0,2000 | 0,8000 |
| 6                   | 0,7500 | 0,2500 | 0,6667 | 0,3333 | 0,9999 | 0,0001 |
| 7                   | 0,6667 | 0,3333 | 0,8750 | 0,1250 | 0,2500 | 0,7500 |
| 8                   | 0,7500 | 0,2500 | 0,7778 | 0,2222 | 0,6667 | 0,3333 |
| 9                   | 0,8333 | 0,1667 | 0,8000 | 0,2000 | 0,9997 | 0,0003 |

A quarta coluna define a probabilidade de ocorrência de um dia ser ruim dado que o dia anterior foi bom. A semana 45, por exemplo, mostra que existe 40% de probabilidade que tal fato ocorra e a semana 52 mostra uma probabilidade de 28,6%.

A situação pode ser mostrada de forma diferente, ou seja, dia anterior ruim, passando a bom no dia seguinte. Nesse caso, espera-se que as condições de tempo se modifiquem de tal forma que os trabalhos no campo possam ser executados. Os valores da coluna 5 fornecem tais informações. Existe, portanto, uma probabilidade em torno de 75% das condições de tempo mudarem e o dia seguinte ser bom na semana 47.

A última coluna representa a probabilidade da não ocorrência de dias consecutivos trabalháveis. Para que ocorra esses eventos é necessário que tenha ocorrido precipitação maior ou igual aos valores limites (0,2 mm, 5,0 mm e 10,0 mm), e que, conseqüentemente, tenha contribuído para elevar o teor de umidade do solo, não permitindo a utilização de tratores agrícolas.

#### 4.1.2. *Capinópolis*

Os valores do Quadro 5 mostram-se mais variados do que em Araxá. As colunas têm o mesmo significado e são obtidas do mesmo modo. Observando o comportamento das probabilidades durante as semanas, verifica-se que, para as semanas de números 27, 30, 32, 4 e 7, a probabilidade do 1º dia ser bom é de 72,7%. Esse valor representa a relação 8/11, ou

QUADRO 5 - Probabilidades Inicial e Transição de Ocorrência de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas, Referentes ao Período 1970-1985. Local: Capinópolis

| Semana Climática | P(B)   | P(B)   | P(B/B) | P(R/B) | P(B/R) | P(B/B) |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 27               | 0,7273 | 0,2727 | 0,8750 | 0,1250 | 0,3333 | 0,6667 |
| 28               | 0,6364 | 0,3636 | 0,8571 | 0,1429 | 0,2500 | 0,7500 |
| 29               | 0,8182 | 0,1818 | 0,7777 | 0,2222 | 0,9995 | 0,0004 |
| 30               | 0,7273 | 0,2727 | 0,7500 | 0,2500 | 0,6667 | 0,3333 |
| 31               | 0,8182 | 0,1818 | 0,8889 | 0,1111 | 0,5000 | 0,5000 |
| 32               | 0,7273 | 0,2727 | 0,7500 | 0,2500 | 0,6667 | 0,3333 |
| 33               | 0,4545 | 0,5455 | 0,8000 | 0,2000 | 0,1667 | 0,8333 |
| 34               | 0,4545 | 0,5455 | 0,8000 | 0,2000 | 0,1667 | 0,8333 |
| 35               | 0,6364 | 0,3636 | 0,8571 | 0,1429 | 0,2500 | 0,7500 |
| 36               | 0,5455 | 0,4545 | 0,6667 | 0,3333 | 0,4000 | 0,6000 |
| 37               | 0,3636 | 0,6364 | 0,7500 | 0,2500 | 0,1429 | 0,8571 |
| 38               | 0,6364 | 0,3636 | 0,7143 | 0,2857 | 0,5000 | 0,5000 |
| 39               | 0,3636 | 0,6364 | 0,7500 | 0,2500 | 0,1429 | 0,8571 |
| 40               | 0,1818 | 0,8182 | 0,5000 | 0,5000 | 0,1111 | 0,8889 |
| 41               | 0,4545 | 0,5455 | 0,6000 | 0,4000 | 0,3333 | 0,6667 |
| 42               | 0,4545 | 0,5455 | 0,6000 | 0,4000 | 0,3333 | 0,6667 |
| 43               | 0,3636 | 0,6364 | 0,5000 | 0,5000 | 0,2857 | 0,7143 |

Continua ...

QUADRO 5 - Cont.

| Semana<br>Climática | P(B)   | P(R)   | P(B/B) | P(R/B) | P(B/R) | P(R/R) |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 44                  | 0,4545 | 0,5455 | 0,8000 | 0,2000 | 0,1667 | 0,8333 |
| 45                  | 0,5455 | 0,4545 | 0,8333 | 0,1667 | 0,2000 | 0,8000 |
| 46                  | 0,4545 | 0,5455 | 0,6000 | 0,4000 | 0,3333 | 0,6667 |
| 47                  | 0,4545 | 0,5455 | 0,8000 | 0,2000 | 0,1667 | 0,8333 |
| 48                  | 0,3636 | 0,6364 | 0,7500 | 0,2500 | 0,1429 | 0,8571 |
| 49                  | 0,4545 | 0,5455 | 0,6000 | 0,4000 | 0,3333 | 0,6667 |
| 50                  | 0,2727 | 0,7273 | 0,6667 | 0,3333 | 0,1250 | 0,8750 |
| 51                  | 0,5455 | 0,4545 | 0,8333 | 0,1667 | 0,2000 | 0,8000 |
| 52                  | 0,6364 | 0,3636 | 0,5714 | 0,4286 | 0,7500 | 0,2500 |
| 1                   | 0,3636 | 0,6364 | 0,7500 | 0,2500 | 0,1429 | 0,8571 |
| 2                   | 0,6364 | 0,3636 | 0,7143 | 0,2857 | 0,5000 | 0,5000 |
| 3                   | 0,6364 | 0,3636 | 0,7143 | 0,2857 | 0,5000 | 0,5000 |
| 4                   | 0,7273 | 0,2727 | 0,8750 | 0,1250 | 0,3333 | 0,6667 |
| 5                   | 0,6364 | 0,3636 | 0,8571 | 0,1429 | 0,2500 | 0,7500 |
| 6                   | 0,5455 | 0,4545 | 0,8333 | 0,1667 | 0,2000 | 0,8000 |
| 7                   | 0,7273 | 0,2727 | 0,7500 | 0,2500 | 0,6667 | 0,3333 |
| 8                   | 0,8182 | 0,1818 | 0,8889 | 0,1111 | 0,5000 | 0,5000 |
| 9                   | 0,8182 | 0,1818 | 0,8889 | 0,1111 | 0,5000 | 0,5000 |

seja, em 11 anos de estudos, oito desses anos, o 1º dia da semana foi bom.

Como foi visto anteriormente, a probabilidade do 1º dia ser ruim, nesse caso, deve ser menor, que aproximadamente, 27,3%.

Na semana 27, coluna 3, a probabilidade de 87,5% é obtida da relação 7/8, isto é, em oito anos o 1º dia da semana foi bom e que, sete vezes houve a seqüência de dois dias serem bons.

Para essas semanas existe a probabilidade de 12,5% de um dia ser ruim, já que o anterior foi bom. O valor seguinte é mais animador, porque mostra a existência de uma chance maior para que uma situação inversa, dia ruim passando a ser bom, com a probabilidade de 33,3% que tal fato ocorra.

Por outro lado, existe uma probabilidade maior de dois dias seguidos serem ruins, com um valor em torno de 66,7%.

As outras semanas apresentam as mesmas condições, variando somente os valores que identificam as probabilidades.

#### 4.1.3. Uberaba

Analisando os valores encontrados para Uberaba (Quadro 6), deduz-se que nas semanas 27 e 8, em 14 anos de registros, a probabilidade de que o 1º dia da semana seja bom está em torno de 85,7% e foi observado que tal fato ocorreu 12 vezes durante o período de estudo.

Observando os valores encontrados para essas semanas em  $P(B)$  e  $P(B/B)$ , nota-se que é grande a persistência de dias

QUADRO 6 - Probabilidades Inicial e Transição de Ocorrência de Dias Trabalháveis com Tratores Agrícolas, Referentes ao Período 1965-1985. Local: Uberaba

| 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 6 - Cont.

| Semanas<br>Climáticas | P(B)   | P(R)   | P(B/B) | P(R/B) | P(B/R) | P(R/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 |

bons, o mesmo ocorrendo para as semanas 28 a 32, 51 e 6 a 9. Nas outras semanas, a variação é muito grande, chegando a ter valores de  $P(B)$  que mostram uma possibilidade pequena do 1º dia ser bom.

A coluna 3,  $P(B/B)$  é a que se apresenta mais regular em todo o período estudado. Dependendo do tipo de operação com tratores agrícolas que se deseja fazer, pode-se contar com uma probabilidade maior de ter dois dias seguidos bons. Embora a última coluna  $P(R/R)$  tenha valores altos, em geral, durante alguns períodos ocorrem semanas com probabilidade pequena ou quase nula de ter dois dias seguidos desfavoráveis ao trabalho no campo.

A coluna  $P(B/R)$  contém valores muito variáveis, podendo-se notar, de modo geral, que existe uma persistência maior do dia seguinte ser ruim.

Isso pode ser verificado, não só para Uberaba, mas também para Araxá e para Capinópolis.

De um modo geral, para as três localidades, existe maior probabilidade de ter dois dias bons seguidos, do que ter dois dias ruins.

#### 4.2. Probabilidade de Ocorrência de Dias Bons

O período especificado foi o correspondente a sete dias ou semana climatológica. Foi calculada a probabilidade de ocorrência de sete dias bons, até nenhum dia bom. Os cálculos foram feitos usando como base as probabilidades obtidas nos Quadros 4, 5 e 6.

Para facilitar a seqüência de raciocínios de como o cálculo foi efetuado, é mostrado, a seguir, um exemplo para cada probabilidade.

Para P(7 bons), o cálculo é obtido por meio da expressão  $P(B) P(B/B)^6$ . No cálculo de P(6 bons), foram obtidas sete combinações possíveis de como esses seis dias podem ser dispostos durante a semana, e suas respectivas expressões.

O número de combinações maior foi obtido para P(4 bons) e P(3 bons), que resultou num total de 35 combinações e suas respectivas expressões para o cálculo das probabilidades de quatro e três dias bons. Após obtidos os valores dessas combinações, estes foram somados, obtendo o resultado final.

Alguns valores, como o citado anteriormente, são elevados às potências altas e algumas vezes dando resultados muito pequenos, levando à obtenção de seqüências diferentes e até mesmo a valores muito próximos de zero.

A probabilidade de se obter pelo menos alguns dias bons pode ser obtida utilizando os Quadros 7, 8 e 9, do seguinte modo:  $P(\text{pelo menos três dias bons}) = P(7 \text{ bons}) + P(6) + P(5) + P(4) + P(3)$ . Desse modo, obtêm-se a probabilidade de ter três dias bons ou mais.

#### 4.2.1. Araxá

O Quadro 7 mostra os resultados obtidos do cálculo da probabilidade de ter dias bons, no período correspondente à cada semana climatológica efetuada. Pode-se observar que nas semanas de número 27, 28, 29, 30, 32 e 8 a probabilidade de

QUADRO 7 - Probabilidades de Ocorrência de Dias Bons no Período Especificado, Referentes ao Período 1971-1985. Local: Araxá

| 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               | 0,1661    | 0,2982    | 0,2766    | 0,1634    | 0,0681    | 0,0189    | 0,0037   | 0,0003   |
| 28               | 0,1661    | 0,2982    | 0,2766    | 0,1634    | 0,0681    | 0,0189    | 0,0037   | 0,0003   |
| 29               | 0,1661    | 0,2982    | 0,2766    | 0,1634    | 0,0681    | 0,0189    | 0,0037   | 0,0003   |
| 30               | 0,1661    | 0,2982    | 0,2766    | 0,1634    | 0,0681    | 0,0189    | 0,0037   | 0,0003   |
| 31               | 0,3700    | 0,1792    | 0,1494    | 0,1145    | 0,0811    | 0,0518    | 0,0311   | 0,0220   |
| 32               | 0,1661    | 0,2982    | 0,2766    | 0,1634    | 0,0681    | 0,0189    | 0,0037   | 0,0003   |
| 33               | 0,1092    | 0,0790    | 0,0973    | 0,1124    | 0,1228    | 0,1246    | 0,1221   | 0,2312   |
| 34               | 0,0194    | 0,0568    | 0,1136    | 0,1717    | 0,2095    | 0,1947    | 0,1488   | 0,0775   |
| 35               | 0,1674    | 0,1005    | 0,1128    | 0,1193    | 0,1195    | 0,1115    | 0,1005   | 0,1674   |
| 36               | 0,2992    | 0,1465    | 0,1382    | 0,1218    | 0,1009    | 0,0769    | 0,0560   | 0,0593   |
| 37               | 0,0078    | 0,0547    | 0,1641    | 0,2656    | 0,2656    | 0,1562    | 0,0547   | 0,0078   |
| 38               | 0,1092    | 0,0790    | 0,0973    | 0,1124    | 0,1228    | 0,1246    | 0,1221   | 0,2312   |
| 39               | 0,0052    | 0,0234    | 0,0651    | 0,1302    | 0,2034    | 0,2329    | 0,2109   | 0,1187   |
| 40               | 0,0007    | 0,0165    | 0,1262    | 0,3347    | 0,3237    | 0,1207    | 0,0165   | 0,0007   |
| 41               | 0,0194    | 0,0568    | 0,1136    | 0,1717    | 0,2095    | 0,1947    | 0,1488   | 0,0775   |
| 42               | 0,0220    | 0,0311    | 0,0527    | 0,0810    | 0,1150    | 0,1472    | 0,1792   | 0,3700   |
| 43               | 0,1092    | 0,0790    | 0,0973    | 0,1124    | 0,1228    | 0,1246    | 0,1221   | 0,2312   |

Continua ...

QUADRO 7 - Cont.

| Semana<br>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                  | 0,0220    | 0,0311    | 0,0527    | 0,0810    | 0,1150    | 0,1472    | 0,1792   | 0,3700   |
| 45                  | 0,0194    | 0,0568    | 0,1136    | 0,1717    | 0,2095    | 0,1947    | 0,1488   | 0,0775   |
| 46                  | 0,0593    | 0,0560    | 0,0780    | 0,1007    | 0,1222    | 0,1365    | 0,1465   | 0,2992   |
| 47                  | 0,0397    | 0,1907    | 0,3401    | 0,2722    | 0,1125    | 0,0232    | 0,0023   | 0,0001   |
| 48                  | 0,0026    | 0,0078    | 0,0205    | 0,0458    | 0,0904    | 0,1523    | 0,2351   | 0,4428   |
| 49                  | 0,1092    | 0,0790    | 0,0973    | 0,1124    | 0,1228    | 0,1246    | 0,1221   | 0,2312   |
| 50                  | 0,0194    | 0,0568    | 0,1136    | 0,1717    | 0,2095    | 0,1947    | 0,1488   | 0,0775   |
| 51                  | 0,2992    | 0,1465    | 0,1382    | 0,1218    | 0,1009    | 0,0769    | 0,0560   | 0,0593   |
| 52                  | 0,0775    | 0,1488    | 0,2016    | 0,2078    | 0,1727    | 0,1094    | 0,0568   | 0,0194   |
| 1                   | 0,2992    | 0,1465    | 0,1382    | 0,1218    | 0,1009    | 0,0769    | 0,0560   | 0,0593   |
| 2                   | 0,1187    | 0,2109    | 0,2417    | 0,2015    | 0,1309    | 0,0625    | 0,0234   | 0,0052   |
| 3                   | 0,0203    | 0,1104    | 0,2490    | 0,2922    | 0,2049    | 0,0821    | 0,0188   | 0,0017   |
| 4                   | 0,2992    | 0,1465    | 0,1382    | 0,1218    | 0,1009    | 0,0769    | 0,0560   | 0,0593   |
| 5                   | 0,2312    | 0,1221    | 0,1261    | 0,1225    | 0,1126    | 0,0961    | 0,0790   | 0,1092   |
| 6                   | 0,0659    | 0,3128    | 0,4362    | 0,1574    | 0,0093    | 0,0000    | 0,0000   | 0,0000   |
| 7                   | 0,2992    | 0,1465    | 0,1382    | 0,1218    | 0,1009    | 0,0769    | 0,0560   | 0,0593   |
| 8                   | 0,1661    | 0,2982    | 0,2766    | 0,1634    | 0,0681    | 0,0189    | 0,0037   | 0,0003   |
| 9                   | 0,2184    | 0,4506    | 0,2782    | 0,0461    | 0,0013    | 0,0000    | 0,0000   | 0,0000   |

ter seis dias bons apresenta um valor máximo dentre os outros valores.

A probabilidade de ter seis dias bons é calculada a partir das combinações entre  $P(B)$ ,  $P(B/B)$ ,  $P(R/B)$ ,  $P(B/R)$  e  $P(R)$ .

Ao observar os valores de precipitação durante o período estudado, pode-se comprovar que em determinados dias houve registro de precipitação, mas o valor foi tal que, de acordo com as condições estabelecidas, nesse trabalho, com relação aos valores limites de precipitação, não caracterizou o dia como ruim ou não trabalhável.

Na semana de número 27, verificou-se que somente em dois períodos (setembro a abril) foram registrados valores altos de precipitação. O valor mais alto encontrado foi 14,2 mm. No restante dos períodos, nas semanas 27, 28, 29, 30, 32 e 8 os valores da precipitação estiveram em torno de 0,0, de finindo o dia como bom em quase toda a semana.

A semana 28 apresentou quatro períodos com valores de precipitação mais consideráveis, encontrando o valor máximo em torno de 30,3 mm. Os outros períodos apresentaram a semana 28 formada, praticamente, de dias bons.

Nas semanas de números 29, 30, 32 e 8, a situação não foi muito diferente, havendo algumas vezes tendência da semana apresentar-se com a maioria dos dias favoráveis ao trabalho de campo. Algumas vezes obteve-se somente um dia com o valor de precipitação muito alto e, no dia seguinte, o valor registrado foi 0,0, como exemplo a semana 32, o valor máximo encontrado foi 67,0 mm, embora o dia seguinte fosse considerado

como dia ruim para o trabalho de campo, contou-se, aproximadamente, com cinco dias ou mais, dependendo de qual dia da semana foi registrado esse valor.

A semana 33 mostra um aumento nos valores, com um máximo na probabilidade de nenhum dia bom, ou sete dias ruins. Por outro lado, tem-se que o valor de  $P(7 \text{ bons})$  é maior do que  $P(6 \text{ bons})$ . O valor de  $P(7 \text{ bons})$  é obtido utilizando-se os valores  $P(B)$  e  $P(B/B)$  (Quadro 4). Como pode-se observar, são valores altos quando comparados com os valores de  $P(R/B)$  e  $P(B/R)$ , que, além de serem pequenos, são elevados a potências altas, tornando o valor menor.

Com relação à precipitação observada, existe uma tendência de ocorrer nenhum dia bom. Em dois períodos tem-se a semana totalmente favorável, mas a maioria dos períodos estudados mostram uma diminuição no número de dias trabalháveis até nenhum dia bom.

O mesmo acontece com as semanas 38, 43 e 49, podendo notar também, através dos dados de precipitação, que existe uma probabilidade maior de ter a semana desfavorável ao trabalho de campo. Algumas vezes os dados de precipitação são relativamente baixos. Entretanto, em virtude das condições definidas no início do trabalho, o dia foi considerado como ruim ou não trabalhável.

Em algumas semanas, a probabilidade de ter três dias bons apresentou-se maior do que as outras. Tal fato ocorreu nas semanas 34, 41, 45 e 50.

Na semana 41, os valores de precipitação apresentaram-se razoavelmente elevados, atingindo valores acima de 30,0 mm.

O valor de  $P(3 \text{ bons})$  (Quadro 7), está em torno de 20,9%, é relativamente pequeno e, de acordo com a distribuição da precipitação, no período estudado, verifica-se que isso é possível ocorrer.

As semanas 34, 45 e 50 também mostram uma distribuição da precipitação razoável ao longo do período estudado, podendo-se notar que, em algumas semanas, os valores de precipitação estiveram em torno de 0,0 ou valores que não identificaram o dia como ruim; em outras, os valores foram suficientes para mostrar que os dias não poderiam ser classificados como bons, mas isso não atingiu a totalidade, permitindo que, pelo menos, houvesse três dias bons ou trabalháveis.

Na semana 40 (Quadro 4), verifica-se que em 50% dos períodos estudados, o 1º dia da semana foi bom, como consequência, a probabilidade de ter um dia ruim foi também 50%, uma vez que  $P(R) = 1,0 - P(B)$ . Como pode-se observar, as probabilidades derivadas desses dois valores e de  $P(B/B)$  não apresentaram valores variados. Como o cálculo de  $P(7 \text{ bons})$  e  $P(0 \text{ bom})$  envolve  $P(B)$  e  $P(R)$ , esses valores tendem a ser iguais, bem como  $P(6 \text{ bons})$  e  $P(1 \text{ bom})$ , o primeiro por ter no cálculo  $P(B)$  e  $P(B/B)$  e o segundo por ter  $P(R)$  e  $P(R/R)$ .

A probabilidade de ter quatro dias bons, na semana 52, está em torno de 20,8%. Como pode-se notar, os valores crescem até um ponto máximo em  $P(4 \text{ bons})$  e depois diminuem à medida que diminui o número de dias bons.

Analisando a precipitação ocorrida, conclui-se que houve uma distribuição regular durante o período estudado e os valores mais elevados entre 20,0 e 33,0 mm, embora tenha sido

registrado o valor 70,0 mm. Algumas vezes, a precipitação ocorrida foi pequena, mas atendia à condição definida para caracterizar o dia como ruim, chegando-se a ter, em média, de três a cinco dias bons. Adicionando a isso, ocorre que na semana 52 (Quadro 4), os valores que entraram no cálculo de  $P(4 \text{ bons})$  não apresentaram variações muito elevadas entre eles, contribuindo, dessa forma, para que a referida probabilidade apresentasse alta.

A semana 3 apresentou um valor máximo em  $P(4 \text{ bons})$  e as explicações são praticamente as mesmas da semana 52, embora tenha-se também observado um valor máximo de precipitação em torno de 63,4 mm, mas no geral, o que se verificou foi uma ocorrência maior de quatro dias bons.

Nas semanas 47 e 2 ocorreu um aumento do valor da probabilidade, até um máximo em  $P(5 \text{ bons})$ . A precipitação, nas duas semanas, mostrou-se bem distribuída ao longo do período estudado, mostrando-se que, em média, pode-se contar com quatro ou cinco dias bons na semana.

Nas semanas 35 e 37, pode-se observar que os valores  $P(7 \text{ bons})$  e  $P(0 \text{ bom})$  são iguais, bem como  $P(6 \text{ bons})$  e  $P(1 \text{ bom})$ , tal qual foi verificado na semana 40. A semana 37 (Quadro 4) apresentou um número de vezes em que o 1º dia foi bom, no período estudado, exatamente igual à metade do número de anos estudados, o mesmo acontecendo com o número de vezes em que o 1º e o 2º dias foram bons, no mesmo período foi à metade do número de vezes em que o 1º dia foi bom, ocasionando valores semelhantes.

Nas semanas 6 e 9, nas probabilidades  $P(2 \text{ bons})$ ,  $P(1 \text{ bom})$  e  $P(0 \text{ bom})$ , aparece o valor 0,0. Isto é decorrente de  $P(R/R)$  ser muito pequeno, aproximadamente 0,0 e que quando elevado a uma potência torna-se menor com tendência a zero.

Com relação aos valores máximos em  $P(5 \text{ bons})$  e  $P(6 \text{ bons})$ , deve-se ao fato de que  $P(B/R)$  (Quadro 4) está em torno de 99,9%, o que contribui para elevar esses valores, considerando que, em ambos os casos, a referida probabilidade não aparece elevada a potência, contribui com o valor normal no cálculo das citadas probabilidades.

#### 4.2.2. *Capinópolis*

Os resultados da probabilidade de ter dias bons no período referente à semana climatológica, são mostrados no Quadro 8.

Algumas semanas apresentam variações nas seqüências apresentadas. As explicações, algumas vezes, podem ser dadas, verificando-se os dados de precipitação referente àquela semana enfocada, outras vezes, são baseadas no Quadro 5, cujos valores deram origem ao Quadro 8.

As semanas 27 e 28 seguem uma seqüência normal, com valores máximos em sete dias bons, diminuindo à medida que diminui o número de dias bons.

A semana 29 apresenta-se diferente, evidenciando um aumento na probabilidade de seis dias bons e diminuindo, em seguida. O valor 0,0 encontrado em  $P(2 \text{ bons})$ ,  $P(1 \text{ bom})$  e  $P(0 \text{ bom})$  é devido ao valor de  $P(R/R)$  (Quadro 5) que é aproximadamente

QUADRO 8 - Probabilidades de Ocorrência de Dias Bons no Período Especificado, Referentes ao Período 1970-1985. Local: Capinópolis

| 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               | 0,3264    | 0,1821    | 0,1579    | 0,1247    | 0,0903    | 0,0583    | 0,0352   | 0,0239   |
| 28               | 0,2523    | 0,1455    | 0,1435    | 0,1310    | 0,1115    | 0,0865    | 0,0637   | 0,0647   |
| 29               | 0,1812    | 0,4362    | 0,3135    | 0,0602    | 0,0020    | 0,0000    | 0,0000   | 0,0000   |
| 30               | 0,1294    | 0,2781    | 0,2914    | 0,1861    | 0,0811    | 0,0228    | 0,0043   | 0,0004   |
| 31               | 0,4036    | 0,2428    | 0,1672    | 0,0993    | 0,0517    | 0,0227    | 0,0088   | 0,0028   |
| 32               | 0,1294    | 0,2781    | 0,2914    | 0,1861    | 0,0811    | 0,0228    | 0,0043   | 0,0004   |
| 33               | 0,1191    | 0,0906    | 0,1097    | 0,1234    | 0,1301    | 0,1259    | 0,1169   | 0,1826   |
| 34               | 0,1191    | 0,0906    | 0,1097    | 0,1234    | 0,1301    | 0,1259    | 0,1169   | 0,1826   |
| 35               | 0,2523    | 0,1455    | 0,1435    | 0,1310    | 0,1115    | 0,0865    | 0,0637   | 0,0647   |
| 36               | 0,0479    | 0,1197    | 0,1901    | 0,2189    | 0,1967    | 0,1298    | 0,0675   | 0,0212   |
| 37               | 0,0647    | 0,0637    | 0,0878    | 0,1113    | 0,1314    | 0,1415    | 0,1455   | 0,2523   |
| 38               | 0,0845    | 0,1859    | 0,2426    | 0,2206    | 0,1517    | 0,0743    | 0,0276   | 0,0057   |
| 39               | 0,0647    | 0,0637    | 0,0878    | 0,1113    | 0,1314    | 0,1415    | 0,1455   | 0,2523   |
| 40               | 0,0028    | 0,0088    | 0,0233    | 0,0516    | 0,1002    | 0,1637    | 0,2428   | 0,4036   |
| 41               | 0,0212    | 0,0675    | 0,1351    | 0,1954    | 0,2207    | 0,1829    | 0,1197   | 0,0479   |
| 42               | 0,0212    | 0,0675    | 0,1351    | 0,1954    | 0,2207    | 0,1829    | 0,1129   | 0,0479   |
| 43               | 0,0057    | 0,0276    | 0,1509    | 0,2226    | 0,2331    | 0,1859    | 0,1859   | 0,0845   |

Continua ...

QUADRO 8 - 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               | 0,1191    | 0,0906    | 0,1097    | 0,1234    | 0,1301    | 0,1259    | 0,1169   | 0,1826   |
| 45               | 0,1826    | 0,1169    | 0,1277    | 0,1297    | 0,1236    | 0,1082    | 0,0906   | 0,1191   |
| 46               | 0,0212    | 0,0675    | 0,1351    | 0,1954    | 0,2207    | 0,1829    | 0,1197   | 0,0479   |
| 47               | 0,1191    | 0,0906    | 0,1097    | 0,1234    | 0,1301    | 0,1259    | 0,1169   | 0,1826   |
| 48               | 0,0647    | 0,0637    | 0,0878    | 0,1113    | 0,1314    | 0,1415    | 0,1455   | 0,2523   |
| 49               | 0,0212    | 0,0675    | 0,1351    | 0,1954    | 0,2207    | 0,1829    | 0,1197   | 0,0479   |
| 50               | 0,0239    | 0,0352    | 0,0594    | 0,0901    | 0,1253    | 0,1554    | 0,1821   | 0,3264   |
| 51               | 0,1826    | 0,1169    | 0,1277    | 0,1297    | 0,1236    | 0,1082    | 0,0906   | 0,1191   |
| 52               | 0,0221    | 0,1423    | 0,3248    | 0,3105    | 0,1413    | 0,0299    | 0,0028   | 0,0001   |
| 1                | 0,0647    | 0,0637    | 0,0878    | 0,1113    | 0,1314    | 0,1415    | 0,1455   | 0,2523   |
| 2                | 0,0845    | 0,1859    | 0,2426    | 0,2206    | 0,1517    | 0,0743    | 0,0276   | 0,0057   |
| 3                | 0,0845    | 0,1859    | 0,2426    | 0,2206    | 0,1517    | 0,0743    | 0,0276   | 0,0057   |
| 4                | 0,3264    | 0,1821    | 0,1579    | 0,1247    | 0,0903    | 0,0583    | 0,0352   | 0,0239   |
| 5                | 0,2523    | 0,1455    | 0,1435    | 0,1310    | 0,1115    | 0,0865    | 0,0637   | 0,0647   |
| 6                | 0,1826    | 0,1169    | 0,1277    | 0,1297    | 0,1236    | 0,1082    | 0,0906   | 0,1191   |
| 7                | 0,1294    | 0,2781    | 0,2914    | 0,1861    | 0,0811    | 0,0228    | 0,0043   | 0,0004   |
| 8                | 0,4036    | 0,2428    | 0,1672    | 0,0993    | 0,0517    | 0,0227    | 0,0088   | 0,0028   |
| 9                | 0,4036    | 0,2428    | 0,1672    | 0,0993    | 0,0517    | 0,0227    | 0,0088   | 0,0028   |

zero. Por outro lado, o valor de  $P(B/R)$  é muito grande e, como pode-se notar, a contribuição desse valor no cálculo de  $P(6 \text{ bons})$  e  $P(5 \text{ bons})$  é bem maior do que nas outras probabilidades. Por esse motivo, obteve-se valores máximos nessas duas probabilidades.

As semanas 20, 32 e 7 apresentam os mesmos valores, e conseqüentemente, a mesma seqüência, mostrando um crescimento nos valores até  $P(5 \text{ bons})$ , diminuindo em seguida. A precipitação para essas três semanas mostrou-se regular, sendo registrados, algumas vezes, valores altos, como por exemplo, na semana 32 foi registrado o valor 59,0 mm, possibilitando observar que em média, existe uma chance muito grande de ter cinco a seis dias bons.

Situação bem diferente das demais é encontrada nas semanas 33, 34, 44 e 49. Essas semanas apresentaram três valores máximos em  $P(7 \text{ bons})$ ,  $P(3 \text{ bons})$  e  $P(0 \text{ bom})$  e dois valores mínimos em  $P(6 \text{ bons})$  e  $P(1 \text{ bom})$ . O valor que mais se destaca é o da probabilidade de não ter dia bom, ou seja, ter sete dias ruins. Os outros valores apresentam pequenas diferenças entre si.

A probabilidade  $P(0 \text{ bom})$  usa, em seu cálculo,  $P(R)$  e  $P(R/R)$  (Quadro 5), que são valores altos. Um outro valor máximo é de  $P(3 \text{ bons})$ , em torno de 13,0%, levando-se a observar que em seu cálculo o valor maior, que é o de  $P(R)$  (Quadro 5), aparece mais vezes do que o valor de  $P(B)$ , que é um pouco menor.

A semana 36 apresenta um crescimento nos valores até um máximo em  $P(4 \text{ bons})$ , decrescendo em seguida. Os valores

extremos  $P(7 \text{ bons})$  e  $P(0 \text{ bom})$  tendem a ser menores porque as probabilidades  $P(B/B)$  e  $P(R/R)$ , embora não sejam muito pequenas, mas no cálculo das probabilidades de sete dias bons e nenhum dia bom são elevados a uma potência alta, permitindo que, dessa forma, se tenham valores pequenos. Por outro lado,  $P(4 \text{ bons})$  apresenta um valor mais elevado porque, como pode-se observar  $P(B)$ , além de ter um valor um pouco maior do que  $P(R)$ , aparece mais vezes nos cálculos.

As semanas 38, 2 e 3 apresentam um máximo em  $P(5 \text{ bons})$ . De acordo com os valores mostrados no Quadro 5, nota-se que as probabilidades  $P(B/R)$  e  $P(R/R)$  apresentam valores iguais a 50%, contribuindo com o mesmo valor no cálculo de  $P(5 \text{ bons})$ .

Além disso, o valor de  $P(B)$ , que aparece mais vezes ao cálculo, é maior do que o valor de  $P(R)$ .

Nas semanas 41, 42, 46 e 49, tem-se que os valores de  $P(4 \text{ bons})$  e  $P(3 \text{ bons})$  apresentam-se maiores do que os demais, podendo-se notar ainda que os valores do lado esquerdo diferem bastante dos valores do lado direito. Essa diferença pode ser devido aos valores das probabilidades mostradas no Quadro 5, que tem formas de contribuições diferentes, devido a ter valor maior ou menor, se é ou não elevado a uma potência e o número de vezes em que esse valor ocorre nas combinações que definem os valores encontrados no Quadro 8.

Pode-se notar, na semana 52, que os valores das probabilidades extremas, principalmente,  $P(7 \text{ bons})$ ,  $P(2 \text{ bons})$ ,  $P(1 \text{ bom})$  e  $P(0 \text{ bom})$  são muito pequenos, quando comparados com os valores  $P(6 \text{ bons})$ ,  $P(5 \text{ bons})$ ,  $P(4 \text{ bons})$  e  $P(3 \text{ bons})$ . Essa diminuição nesses valores pode ser explicada por meio dos valores de  $P(R)$ ,  $P(R/R)$ ,  $P(B)$  e  $P(B/B)$ . Embora os dois

Últimos apresentem valores razoáveis, os cálculos mostram que ao serem multiplicados apresentam valores pequenos. As probabilidades que dependem de  $P(R/R)$  tornam-se menores porque esse valor entra no cálculo de  $P(2 \text{ bons})$ ,  $P(1 \text{ bom})$  e  $P(0 \text{ bom})$ , elevado a potência alta, o que leva a valores pequenos no lado direito da semana 52.

#### 4.2.3. Uberaba

O Quadro 9 mostra a probabilidade de ter dias bons no período especificado.

Observa-se nas semanas 27 e 39 a presença do valor 0,0 em três colunas. Este valor é decorrente do obtido no Quadro 6 em  $P(R/R)$ .

Na semana 27, pode-se ainda notar o aumento no valor de  $P(6 \text{ bons})$ , tornando-o máximo frente aos outros. Verificando os valores de precipitação e números de dias trabalháveis, observa-se, em média, seis dias trabalháveis. Os valores de precipitação não se mostraram muito elevados, com valor máximo em torno de 17,7 mm.

Na semana 39 houve um aumento no valor da probabilidade, chegando a um máximo em  $P(4 \text{ bons})$  e depois decrescendo. Estas duas probabilidades ( $P(4 \text{ bons})$  e  $P(6 \text{ bons})$ ), contam com a contribuição do valor de  $P(B/R)$ , que além de ser alto, mesmo elevado a uma potência não se torna tão pequeno.

O valor de  $P(7 \text{ bons})$  mostra uma diminuição na semana 28. Dos dados de precipitação, verifica-se que, em média, há uma probabilidade maior de ter seis dias bons, embora os

QUADRO 9 - Probabilidades de Ocorrência de Dias Bons no Período Especificado, Referentes ao Período 1965-1985. Local: Uberaba

| 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 9 - Cont.

| Semana<br>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   |

valores de precipitação, nessa semana, tenham sido muito altos. Todavia, deve-se ter em mente que um dia com 5,0 mm caracteriza o dia como ruim, diminuindo, portanto, a chance de ter sete dias bons.

Ao se verificar as semanas 33 e 36, pode-se notar que houve uma diminuição em  $P(2 \text{ bons})$  e  $P(1 \text{ bom})$  e, depois, um aumento em  $P(0 \text{ bom})$ . Observando o Quadro 6, nas referidas semanas, pode-se ver que os valores de  $P(R/B)$  e  $P(B/R)$  são muito pequenos e a contribuição desses dois termos no cálculo das probabilidades, mostradas no Quadro 9, é mais acentuada em  $P(2 \text{ bons})$  e  $P(1 \text{ bom})$ . O aumento em  $P(0 \text{ bom})$  deve-se ao fato de que os termos envolvidos são  $P(R)$  e  $P(R/R)$ , que são mais elevados.

A semana 34 apresenta um valor maior em  $P(7 \text{ bons})$ , diminuindo em seguida. A probabilidade de ter sete dias bons é calculada por meio de  $P(B)$  e  $P(B/B)$ , que são valores relativamente altos, tornando o valor de  $P(7 \text{ bons})$  maior do que os seguintes e menor do que  $P(0 \text{ bom})$ , também alto, exatamente pelo fato de envolver os valores de  $P(R)$  e  $P(R/R)$ , que são também elevados.

Observando os dados de precipitação na semana 35, verifica-se que em algumas semanas houve a ocorrência de três a quatro dias bons. Os valores registrados não foram muito altos, salvo em alguns dias em que caracterizaram o dia como ruim, levando a ter uma probabilidade maior de quatro dias bons.

A semana 37 apresenta um aumento nos valores até um máximo em  $P(4 \text{ bons})$ , voltando, em seguida, a diminuir

bruscamente até o valor 0,0 em  $P(0 \text{ bom})$ . O valor de  $P(R/R)$  (Quadro 6) é pequeno e, no cálculo de  $P(0 \text{ bom})$ , é elevado a uma potência elevada. Os dados de precipitação mostram que há uma probabilidade maior de ter quatro dias bons na semana. A ocorrência de menores valores no início, ou seja, em  $P(7 \text{ bons})$  e  $P(6 \text{ bons})$ , deve-se ao valor de  $P(B/B)$  (Quadro 6), que aparece mais vezes no cálculo da probabilidade de ter sete dias e seis dias bons.

As semanas 38, 43 e 46 apresentam os valores de  $P(7 \text{ bons})$  e  $P(6 \text{ bons})$  exatamente iguais a  $P(0 \text{ bom})$  e  $P(1 \text{ bom})$ , respectivamente. Observa-se que nas semanas em que os valores de  $P(B)$  e  $P(R)$  (Quadro 6) foram iguais, tal fato ocorre. As outras probabilidades, que são derivadas dessas duas, tendem a ter valores complementares e iguais. O cálculo de  $P(7 \text{ bons})$  é feito utilizando-se os valores de  $P(B)$  e  $P(B/B)$  e o de  $P(0 \text{ bom})$ ,  $P(R)$  e  $P(R/R)$ , que são iguais, resultando no que foi exposto anteriormente.

A explicação para o valor 0,0, na semana 40, em  $P(0 \text{ bom})$  é a mesma que foi dada para a semana 37. Verifica-se também um aumento nos valores iniciais, até atingir um máximo em  $P(5 \text{ bons})$  e decrescendo em seguida. A diminuição em  $P(7 \text{ bons})$  e  $P(6 \text{ bons})$  pode ser explicada do mesmo modo da semana 4, o mesmo acontecendo na semana 1.

As semanas 41 e 42 apresentam os mesmos valores e, consequentemente, a mesma ocorrência, ou seja, uma diminuição em  $P(6 \text{ bons})$ . O mesmo fato ocorre nas semanas 45, 48 e 49. Verificando os valores encontrados no Quadro 6, pode-se observar que quando os valores de  $P(B)$ ,  $P(R/B)$  e  $P(B/R)$  são

pequenos, tem-se uma diminuição no valor de  $P(6 \text{ bons})$ , por envolver em seu cálculo tais valores.

Todavia, na semana 44 ocorre uma diminuição em  $P(0 \text{ bom})$ , embora alguns valores sejam os mesmos das semanas citadas no parágrafo anterior, porém apresentando diferenças que mesmo sendo pequenas dão diferenças nos pontos mínimos apresentados.

Tanto nas semanas 41, 42, 45, 48 e 49, como na semana 44, tem-se uma probabilidade maior de ter sete dias ruins, ou seja,  $P(0 \text{ bom})$  maior do que  $P(7 \text{ bons})$ .

Na semana 50 existe uma probabilidade maior de ter sete dias ruins, do que sete dias bons, porém, nessa semana, há um aumento em  $P(7 \text{ bons})$  com relação a  $P(6 \text{ bons})$ , embora seja um aumento pequeno, difere da seqüência apresentada. Durante todos os períodos estudados, a semana apresentou valores de precipitação significativos, mostrando um número maior de dias com precipitação. As semanas 52 e 2 apresentam os mesmos resultados da semana 50 e as três mostram a mesma tendência à diminuição em  $P(6 \text{ bons})$ . Como já relatado anteriormente, a ocorrência de valores pequenos em algumas das probabilidades mostradas no Quadro 6, nessas semanas, ocasiona tal diminuição.

A semana 4 apresenta três valores máximos,  $P(7 \text{ bons})$ ,  $P(5 \text{ bons})$  e  $P(0 \text{ bom})$  e dois mínimos em  $P(6 \text{ bons})$  e  $P(1 \text{ bom})$ . Os valores de precipitação, nessa semana, ao longo do período estudado, apresentaram bem distribuídos, não mostrando alterações nos valores.

Analisando por partes, obtêm-se  $P(7 \text{ bons}) = 25,6\%$  e  $P(0 \text{ bom}) = 14,4\%$ ; a diferença entre esses valores é devido

aos encontrados no Quadro 6 para  $P(B)$  e  $P(B/B)$ , sendo esses dois valores elevados, não ocorrendo o mesmo para  $P(0 \text{ bom})$ , cujo cálculo envolve  $P(R)$  e  $P(R/R)$ , onde  $\bar{e}$  pequeno, gerando um valor menor. Embora  $P(5 \text{ bons})$  e  $P(2 \text{ bons})$  envolvam o mesmo número de combinações em seus cálculos, e praticamente as mesmas probabilidades mostradas no Quadro 6, tem-se que a probabilidade de dois dias bons envolve mais vezes o valor de  $P(R)$  do que  $P(B)$ , que por sua vez  $\bar{e}$  maior. Por conseguinte,  $P(6 \text{ bons})$  e  $P(1 \text{ bom})$  têm as mesmas explicações. Os valores de  $P(4 \text{ bons})$  e  $P(3 \text{ bons})$  não mostram variações acentuadas.

#### 4.3. Probabilidade de Ter pelo Menos Dias Ruins

Os Quadros 10, 11 e 12 mostram a probabilidade de ter, pelo menos, de um dia ruim, até seis dias ruins, no período de sete dias. Essas probabilidades foram calculadas a partir dos valores obtidos nos Quadros 7, 8 e 9.

Os resultados obtidos foram decorrentes das somas das probabilidades de dias bons, como por exemplo, o valor da probabilidade de ter pelo menos quatro dias ruins  $\bar{e}$  obtido somando  $P(3 \text{ bons})$ ,  $P(2 \text{ bons})$ ,  $P(1 \text{ bom})$  e  $P(0 \text{ bom})$ .

A probabilidade de ter pelo menos um dia ruim envolve a soma das probabilidades  $P(6 \text{ bons})$  até  $P(0 \text{ bom})$ .

O valor 0,0 encontrado em algumas semanas para  $P(5 \text{ ruins})$  e  $P(6 \text{ ruins})$   $\bar{e}$  derivado dos valores  $P(2 \text{ bons})$ ,  $P(1 \text{ bom})$  e  $P(0 \text{ bom})$ , que nos resultados mostrados no Quadro 7 foram iguais a zero e explicados anteriormente.

#### 4.3.1. Araxá

Os dados apresentados no Quadro 10 mostram que, de modo geral, os valores tendem a diminuir à medida que aumenta o número de dias ruins.

Dos dados obtidos tem-se que a probabilidade de ter pelo menos um dia ruim é maior durante todo o período estudado.

Observando a semana 39, verifica-se que existe a probabilidade de 76,6% de ter, pelo menos, quatro dias ruins. Para se chegar a esse valor, somaram-se as probabilidades de três, dois, um e nenhum dias bons. Naturalmente que esse valor tende a ser maior do que a probabilidade de três dias bons, que corresponde ao restante da semana.

Pode ser observado também, qual seria a possibilidade maior, ter quatro dias bons ou quatro dias ruins. Observando a semana 27, tem-se  $P(\text{pelo menos quatro dias ruins}) = 9\%$ , enquanto que  $P(4 \text{ bons}) = 16,3\%$  (Quadro 7), para a mesma semana. Conclui-se que existe uma probabilidade maior de ter quatro dias bons no período. Algumas vezes isso não ocorre, como por exemplo, para essa mesma semana, existe uma probabilidade maior de ter pelo menos três dias ruins do que três dias bons, com valores 25,4 e 6,8%, respectivamente.

#### 4.3.2. Capinópolis

Os resultados (Quadro 11) para Capinópolis não mostram muita variação do que foi dito anteriormente para Araxá.

QUADRO 10 - Probabilidade de Ter pelo Menos Dias Ruins, Referentes ao Período 1971-1985. Local: Araxá

| Semana Climática | P(1 Ruim) | P(2 Ruins) | P(3 Ruins) | P(4 Ruins) | P(5 Ruins) | P(6 Ruins) |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 27               | 0,8292    | 0,5310     | 0,2544     | 0,0910     | 0,0229     | 0,0040     |
| 28               | 0,8292    | 0,5310     | 0,2544     | 0,0910     | 0,0229     | 0,0040     |
| 29               | 0,8292    | 0,5310     | 0,2544     | 0,0910     | 0,0229     | 0,0040     |
| 30               | 0,8292    | 0,5310     | 0,2544     | 0,0910     | 0,0229     | 0,0040     |
| 31               | 0,6291    | 0,4499     | 0,3005     | 0,1860     | 0,1049     | 0,0531     |
| 32               | 0,8292    | 0,5210     | 0,2544     | 0,0910     | 0,0229     | 0,0040     |
| 33               | 0,8894    | 0,8104     | 0,7131     | 0,6007     | 0,4779     | 0,3533     |
| 34               | 0,9726    | 0,9158     | 0,8022     | 0,6305     | 0,4210     | 0,2263     |
| 35               | 0,8315    | 0,7310     | 0,6182     | 0,4989     | 0,3794     | 0,2679     |
| 36               | 0,6996    | 0,5531     | 0,4149     | 0,2931     | 0,1922     | 0,1154     |
| 37               | 0,9687    | 0,9140     | 0,7499     | 0,4843     | 0,2187     | 0,0625     |
| 38               | 0,8894    | 0,8104     | 0,7131     | 0,6007     | 0,4779     | 0,3533     |
| 39               | 0,9846    | 0,9612     | 0,8961     | 0,7659     | 0,5625     | 0,3296     |
| 40               | 0,9390    | 0,9225     | 0,7963     | 0,4616     | 0,1379     | 0,0172     |
| 41               | 0,9726    | 0,9158     | 0,8022     | 0,6305     | 0,4210     | 0,2263     |
| 42               | 0,9762    | 0,9451     | 0,8924     | 0,8114     | 0,6964     | 0,5492     |
| 43               | 0,8894    | 0,8104     | 0,7131     | 0,6007     | 0,4779     | 0,3533     |

Continua ...

QUADRO 10 - Cont.

| Semana<br>Climática | P(1 Ruim) | P(2 Ruins) | P(3 Ruins) | P(4 Ruins) | P(5 Ruins) | P(6 Ruins) |
|---------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 44                  | 0,9762    | 0,9451     | 0,8924     | 0,8114     | 0,6964     | 0,5492     |
| 45                  | 0,9726    | 0,9158     | 0,8022     | 0,6305     | 0,4210     | 0,2263     |
| 46                  | 0,9391    | 0,8831     | 0,8051     | 0,7044     | 0,5822     | 0,4457     |
| 47                  | 0,9411    | 0,7504     | 0,4103     | 0,1381     | 0,0256     | 0,0024     |
| 48                  | 0,9947    | 0,9869     | 0,9664     | 0,9206     | 0,8302     | 0,6779     |
| 49                  | 0,8894    | 0,8104     | 0,7131     | 0,6007     | 0,4779     | 0,3533     |
| 50                  | 0,9726    | 0,9158     | 0,8022     | 0,6305     | 0,4210     | 0,2263     |
| 51                  | 0,6996    | 0,5531     | 0,4149     | 0,2931     | 0,1922     | 0,1153     |
| 52                  | 0,9165    | 0,7677     | 0,5661     | 0,3583     | 0,1856     | 0,0762     |
| 1                   | 0,6996    | 0,5531     | 0,4149     | 0,2931     | 0,1922     | 0,1153     |
| 2                   | 0,8761    | 0,6652     | 0,4235     | 0,2220     | 0,0911     | 0,0286     |
| 3                   | 0,9591    | 0,8487     | 0,5997     | 0,3075     | 0,1026     | 0,0205     |
| 4                   | 0,6996    | 0,5531     | 0,4149     | 0,2931     | 0,1922     | 0,1153     |
| 5                   | 0,7676    | 0,6455     | 0,5194     | 0,3969     | 0,2843     | 0,1882     |
| 6                   | 0,9157    | 0,6029     | 0,1667     | 0,0093     | 0,0000     | 0,0000     |
| 7                   | 0,6996    | 0,5531     | 0,4149     | 0,2931     | 0,1922     | 0,1153     |
| 8                   | 0,8292    | 0,5310     | 0,2544     | 0,0910     | 0,0229     | 0,0040     |
| 9                   | 0,7762    | 0,3256     | 0,0474     | 0,0013     | 0,0000     | 0,0000     |

QUADRO 11 - Probabilidade de Ter pelo Menos Dias Ruins, Referentes ao Período 1970-1985. Local: Capinópolis

| Semana Climática | P(1 Ruim) | P(2 Ruins) | P(3 Ruins) | P(4 Ruins) | P(5 Ruins) | P(6 Ruins) |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 27               | 0,6724    | 0,4903     | 0,3324     | 0,2077     | 0,1174     | 0,0591     |
| 28               | 0,7464    | 0,6009     | 0,4574     | 0,3264     | 0,2149     | 0,1284     |
| 29               | 0,8119    | 0,3757     | 0,0622     | 0,0020     | 0,0000     | 0,0000     |
| 30               | 0,8642    | 0,5861     | 0,2947     | 0,1086     | 0,0275     | 0,0047     |
| 31               | 0,5953    | 0,3525     | 0,1853     | 0,0860     | 0,0343     | 0,0116     |
| 32               | 0,8642    | 0,5861     | 0,2947     | 0,1086     | 0,0275     | 0,0047     |
| 33               | 0,8792    | 0,7886     | 0,6789     | 0,5555     | 0,4254     | 0,2995     |
| 34               | 0,8792    | 0,7886     | 0,6789     | 0,5555     | 0,4254     | 0,2995     |
| 35               | 0,7464    | 0,6009     | 0,4574     | 0,3264     | 0,2149     | 0,1284     |
| 36               | 0,9439    | 0,8242     | 0,6341     | 0,4152     | 0,2185     | 0,0887     |
| 37               | 0,9335    | 0,8698     | 0,7820     | 0,6707     | 0,5393     | 0,3978     |
| 38               | 0,9084    | 0,7225     | 0,4799     | 0,2593     | 0,1076     | 0,0333     |
| 39               | 0,9335    | 0,8698     | 0,7820     | 0,6707     | 0,5393     | 0,3978     |
| 40               | 0,9940    | 0,9852     | 0,9619     | 0,9103     | 0,8101     | 0,6464     |
| 41               | 0,9692    | 0,9017     | 0,7666     | 0,5712     | 0,3505     | 0,1676     |
| 42               | 0,9692    | 0,9017     | 0,7666     | 0,5712     | 0,3505     | 0,1676     |
| 43               | 0,9822    | 0,9546     | 0,8770     | 0,7261     | 0,5035     | 0,2704     |

Continua ...

QUADRO 11 - Cont.

| Semana<br>Climática | P(1 Ruim) | P(2 Ruins) | P(3 Ruins) | P(4 Ruins) | P(5 Ruins) | P(6 Ruins) |
|---------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 44                  | 0,8792    | 0,7886     | 0,6789     | 0,5555     | 0,4254     | 0,2995     |
| 45                  | 0,8158    | 0,6989     | 0,5712     | 0,4415     | 0,3179     | 0,2097     |
| 46                  | 0,9692    | 0,9017     | 0,7666     | 0,5712     | 0,3505     | 0,1676     |
| 47                  | 0,8792    | 0,7886     | 0,6789     | 0,5555     | 0,4254     | 0,2995     |
| 48                  | 0,9335    | 0,8698     | 0,7820     | 0,6707     | 0,5393     | 0,3978     |
| 49                  | 0,9692    | 0,9017     | 0,7666     | 0,5712     | 0,3505     | 0,1676     |
| 50                  | 0,9739    | 0,9387     | 0,8793     | 0,7892     | 0,6639     | 0,5085     |
| 51                  | 0,8158    | 0,6989     | 0,5712     | 0,4415     | 0,3179     | 0,2097     |
| 52                  | 0,9517    | 0,8094     | 0,4846     | 0,1741     | 0,0328     | 0,0029     |
| 1                   | 0,9335    | 0,8698     | 0,7820     | 0,6707     | 0,5393     | 0,3978     |
| 2                   | 0,9084    | 0,7225     | 0,4799     | 0,2593     | 0,1076     | 0,0333     |
| 3                   | 0,9084    | 0,7225     | 0,4799     | 0,2593     | 0,1076     | 0,0333     |
| 4                   | 0,6724    | 0,4903     | 0,3324     | 0,2077     | 0,1174     | 0,0591     |
| 5                   | 0,7464    | 0,6009     | 0,4574     | 0,3264     | 0,2149     | 0,1284     |
| 6                   | 0,8158    | 0,6989     | 0,5712     | 0,4415     | 0,3179     | 0,2097     |
| 7                   | 0,8642    | 0,5861     | 0,2947     | 0,1086     | 0,0275     | 0,0047     |
| 8                   | 0,5953    | 0,3525     | 0,1853     | 0,0860     | 0,0343     | 0,0116     |
| 9                   | 0,5953    | 0,3525     | 0,1853     | 0,0860     | 0,0343     | 0,1661     |

As informações podem ser obtidas do mesmo modo como foram obtidas no item anterior.

Embora ocorra também uma diminuição dos valores à medida que aumenta o número de dias ruins, pode-se observar na semana 40, que a diminuição não é muito acentuada, permanecendo de 90% a probabilidade de ter pelo menos um, dois, três e quatro dias ruins. Ao observar o Quadro 8, na semana 40, nota-se que os valores relativos às probabilidades de ter sete, seis, cinco e quatro dias bons são bem pequenas, levando a admitir que existe uma probabilidade maior de que ocorra, por exemplo, quatro dias ruins do que quatro dias bons. As outras semanas não mostram diferenças acentuadas.

#### 4.3.3. Uberaba

Para Uberaba, assim como para as outras cidades, ocorrem diferentes situações que levam a verificações mais detalhadas.

A semana 40 (Quadro 12) apresentou uma diminuição brusca nos valores apresentados. O fato de ter o valor maior em pelo menos um dia ruim, diminuindo com o aumento do número de dias ruins, leva a admitir que deve existir uma probabilidade maior de ter entre quatro e seis dias bons.

Observando a última coluna, P(pelo menos seis dias ruins), tem-se a probabilidade de 52,3% desse fato, mencionado anteriormente, acontecer nas semanas 48 e 49. Como pode ser verificado no Quadro 9, nessas mesmas semanas, a probabilidade maior é de ter nenhum dia bom, dependendo somente de

QUADRO 12 - Probabilidades de Ter pelo Menos Dias Ruins, Referentes ao Período 1965-1985. Local: Uberaba

| 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 12 - Cont.

| Semana<br>Climática | P(1 Ruim) | 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     | 0,3133     | 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     |

de como as condições de tempo acontecerem.

#### 4.4. *Número de Dias Bons Esperados para Quatro Níveis de Probabilidade*

Como o total de anos estudados foi diferente para cada cidade, os níveis de probabilidade foram também diferentes. Esses níveis foram calculados usando a distribuição cumulativa. Em cada nível obtém-se o número de dias bons esperados para cada semana climatológica.

O objetivo da obtenção desses níveis é permitir ao agricultor escolher aquele que lhe dê garantia de certeza ou risco de fracasso que poderia enfrentar, de acordo com a atividade agrícola a ser desenvolvida.

##### 4.4.1. *Araxá*

Para os 12 anos de estudos de Araxá, utilizaram-se os níveis 0,92, 0,77, 0,69 e 0,23.

Esses valores foram obtidos, usando-se a equação 14, onde  $m$  assume o valor 12 e varia de um até 12. Desse modo, 0,92 é resultante de 12/13, 0,77 de 10/13, 0,69 de 9/13 e 0,23 de 3/13.

Os resultados são apresentados no Quadro 13. Pode-se notar que diminuindo o nível de probabilidade, aumenta-se o número de dias esperados.

O número de dias esperados durante a semana 52 para o nível de probabilidade de 0,77 é três dias. Três dias ou

QUADRO 13 - Número de Dias Bons Esperados em Quatro Níveis de Probabilidades, Referentes ao Período 1971-1985. Local: Araxá

| Semana | P(0,92) | P(0,77) | P(0,69) | P(0,23) |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| 27     | 1       | 4       | 5       | 6       |
| 28     | 3       | 4       | 5       | 7       |
| 29     | 2       | 3       | 5       | 7       |
| 30     | 2       | 3       | 4       | 7       |
| 31     | 3       | 4       | 5       | 7       |
| 32     | 2       | 3       | 4       | 5       |
| 33     | 0       | 2       | 2       | 5       |
| 34     | 1       | 2       | 2       | 6       |
| 35     | 1       | 3       | 3       | 6       |
| 36     | 3       | 3       | 3       | 6       |
| 37     | 1       | 2       | 2       | 4       |
| 38     | 0       | 2       | 2       | 5       |
| 39     | 0       | 1       | 1       | 4       |
| 40     | 0       | 0       | 0       | 4       |
| 41     | 0       | 0       | 1       | 4       |
| 42     | 0       | 1       | 1       | 3       |
| 43     | 0       | 0       | 0       | 5       |
| 44     | 0       | 2       | 2       | 3       |
| 45     | 0       | 1       | 2       | 4       |
| 46     | 0       | 0       | 1       | 5       |
| 47     | 0       | 0       | 1       | 4       |
| 48     | 0       | 0       | 1       | 4       |
| 49     | 0       | 1       | 3       | 6       |
| 50     | 0       | 3       | 3       | 5       |
| 51     | 0       | 2       | 4       | 7       |
| 52     | 0       | 3       | 3       | 5       |
| 1      | 1       | 2       | 3       | 6       |
| 2      | 1       | 3       | 4       | 6       |
| 3      | 1       | 3       | 3       | 5       |
| 4      | 2       | 2       | 4       | 5       |
| 5      | 2       | 3       | 3       | 6       |
| 6      | 0       | 4       | 4       | 6       |
| 7      | 0       | 3       | 4       | 7       |
| 8      | 2       | 5       | 5       | 7       |
| 9      | 2       | 3       | 4       | 7       |
| Total  | 30      |         |         |         |

mais podem ocorrer em 10 dos 12 anos e aproximadamente cinco dias podem ocorrer em três dos 12 anos.

A escolha de um nível de probabilidade menor serve para mostrar o número de dias trabalháveis que podem ser esperado num ano muito bom. Como exemplo, cita-se as semanas 28 a 31, 51, 7 a 9, cujos resultados mostram sete dias bons esperados.

Para o nível de 0,92 a frequência de ocorrência de dias bons é muito pequena, chegando-se a ter nenhum dia bom.

Naturalmente que a escolha do nível depende da atividade agrícola a ser desenvolvida.

#### 4.4.2. *Capinópolis*

Para Capinópolis, os níveis obtidos foram 0,92, 0,75, 0,67 e 0,25, que correspondem a 11/12, 9/12, 8/12 e 3/12, respectivamente. Para essa situação,  $m$  é igual a 11 e  $n$  varia de um até 11. Os resultados obtidos são mostrados no Quadro 14.

Nas semanas 7 e 8 espera-se que ocorra quatro, quatro, cinco e sete dias trabalháveis, para os respectivos níveis de probabilidade. Esses valores são bem altos diante dos demais, principalmente para os níveis de probabilidade mais altos. Desse modo, conclui-se que em 92% dos 11 anos ocorram quatro dias bons; em nove dos 11 anos ocorram também quatro dias bons; cinco dias bons é esperado ocorrer em oito anos dos 11 e, 7 dias bons ou toda a semana, espera-se que ocorram em três dos 11 anos.

QUADRO 14 - Número de Dias Bons Esperados em Quatro Níveis de Probabilidades, Referentes ao Período 1970-1985. Local: Capinópolis

| Semana       | P(0,92)   | P(0,75) | P(0,67) | P(0,25) |
|--------------|-----------|---------|---------|---------|
| 27           | 2         | 4       | 4       | 6       |
| 28           | 3         | 4       | 5       | 7       |
| 29           | 2         | 4       | 5       | 7       |
| 30           | 3         | 4       | 5       | 7       |
| 31           | 3         | 4       | 5       | 7       |
| 32           | 2         | 4       | 4       | 7       |
| 33           | 1         | 3       | 3       | 5       |
| 34           | 1         | 4       | 4       | 6       |
| 35           | 2         | 3       | 3       | 7       |
| 36           | 2         | 2       | 3       | 6       |
| 37           | 1         | 2       | 3       | 6       |
| 38           | 0         | 2       | 3       | 5       |
| 39           | 0         | 2       | 2       | 5       |
| 40           | 0         | 1       | 1       | 3       |
| 41           | 0         | 0       | 1       | 4       |
| 42           | 0         | 2       | 2       | 5       |
| 43           | 0         | 2       | 2       | 4       |
| 44           | 1         | 1       | 2       | 4       |
| 45           | 0         | 2       | 3       | 5       |
| 46           | 0         | 1       | 2       | 6       |
| 47           | 0         | 2       | 2       | 5       |
| 48           | 0         | 1       | 2       | 5       |
| 49           | 0         | 1       | 3       | 6       |
| 50           | 0         | 1       | 1       | 5       |
| 51           | 1         | 2       | 2       | 7       |
| 52           | 1         | 3       | 3       | 4       |
| 1            | 0         | 1       | 2       | 5       |
| 2            | 0         | 3       | 3       | 5       |
| 3            | 2         | 3       | 3       | 6       |
| 4            | 2         | 3       | 3       | 6       |
| 5            | 0         | 3       | 3       | 7       |
| 6            | 3         | 4       | 4       | 6       |
| 7            | 4         | 4       | 5       | 7       |
| 8            | 4         | 4       | 5       | 7       |
| 9            | 2         | 4       | 6       | 7       |
| <b>Total</b> | <b>42</b> |         |         |         |

#### 4.4.3. Uberaba

Para 14 anos de estudo, selecionaram-se, também, quatro níveis de probabilidade, 0,93, 0,80, 0,67 e 0,27. Como foi dito para as outras cidades, esses valores correspondem a 14/15, 12/15, 10/15 e 4/15, o valor de  $m$  foi igual a 14 e  $n = 1$  até 14.

Os valores resultantes são mostrados no Quadro 15.

Na semana 8, conta-se com a ocorrência de três dias trabalháveis em 93% dos anos estudados. Para esse nível de probabilidade é o valor maior que pode ocorrer e sete dias podem ocorrer em quatro dos 14 anos.

QUADRO 15 - Número de Dias Bons Esperados em Quatro Níveis de Probabilidades, Referentes ao Período 1965-1985. Local: Uberaba

| 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      |         |         |         |

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

A utilização de tratores agrícolas para arar, semear e colher exige um conhecimento mais preciso sobre as condições de umidade do solo.

Utilizando dados pluviométricos diários, de evapotranspiração real diária e de disponibilidade total de água do solo, para três localidades: Araxá, Capinópolis e Uberaba, do Estado de Minas Gerais, foi possível calcular o balanço de umidade do solo.

A partir do valor limite da disponibilidade total de água no solo (água disponível no solo 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), observando-se os valores dos dias anteriores e posteriores, foi possível obter o número de dias trabalháveis com tratores agrícolas e computar através desses, a probabilidade de ocorrência de dias trabalháveis, probabilidade de ter dias bons no período

especificado, probabilidade de ter pelo menos  $n$  dias ruins no período especificado e o número de dias bons esperados para quatro níveis de probabilidade, de acordo com cada cidade.

A disponibilidade total de água no solo foi de 10,33mm, 18,49 mm e 10,33 mm, correspondente a profundidade efetiva de 15 cm, para Araxá, Capinópolis e Uberaba, respectivamente. Quando o solo estivesse até 90% do valor mencionado para disponibilidade total de água no solo, o dia foi classificado como dia bom e, adicionado a isso, as condições limites de precipitação.

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

a) O modelo estudado apresentou resultados considerados satisfatórios para a estimativa do número de dias trabalháveis com tratores agrícolas.

Como pode-se notar nos Quadros referentes ao número de dias bons esperados para cada nível de probabilidade, nas semanas iniciais e finais é esperado um número maior de dias bons trabalháveis. Isso deve-se ao fato de que no início do período estudado há uma mudança da estação seca para chuvosa e que o solo ainda encontra-se em condições de trabalhos no campo, usando-se tratores agrícolas, ocorrendo uma situação inversa nas últimas semanas, em que se tem mudança da estação chuvosa para seca, ou seja uma diminuição da precipitação possibilitando um número maior de dias bons.

b) De modo geral, existe uma boa probabilidade do 1º dia da semana ser bom para as três cidades. A probabilidade de ter dois dias bons seguidos esteve na faixa de 65 a 85%,

na maior parte do período estudado. Embora Capinópolis tenha apresentado valores altos para a ocorrência da seqüência de dois dias bons, existe, também, uma boa probabilidade de ter dois dias ruins seguidos. As outras cidades mostraram valores mais variados. Quanto a probabilidade de um dia ser ruim e o seguinte ser bom, as três cidades apresentaram valores na mesma faixa, entre 20 e 60%, em média.

c) Quanto a probabilidade de ter dias bons no período de sete dias, observou-se que há uma variação muito grande dos valores, não possibilitando obter uma informação geral sobre a ocorrência. O que se observou foi que, para determinados grupos de semanas, ocorre predominância de determinado número de dias bons, não sendo regra geral. Essa variação é verificada para todas as três cidades.

d) Para as três cidades há uma predominância muito grande de ter pelo menos um dia ruim, diminuindo à medida que aumenta o número de dias ruins. Para as três cidades, pode-se concluir que a probabilidade de ter cinco ou seis dias ruins é pequena, desse modo, acredita-se que um número de dias bons maior pode ser esperado.

e) Como o nível de probabilidade, para cada cidade, foi diferente, não podendo concluir em conjunto, comparativo entre cidades, assim sendo, relata-se a seguir

*Araxá:* Para o nível de probabilidade 0,92 espera-se, durante todo o período de setembro a abril a ocorrência de 30 dias bons. Durante a maior parte do período, conta-se com dias não trabalháveis e nas poucas semanas que sobram, tem-se um, dois ou três dias por semana. Pode-se notar que,

para níveis menores aumenta o número de dias bons esperados. Para o nível de 0,23, chega-se a ter três a sete dias bons, contando-se com pelo menos 50% da semana favorável ao trabalho no campo bons.

*Capinópolis:* Para o maior nível de probabilidade de 0,92, durante o período de setembro a abril, conta-se com 42 dias bons esperados. Para um nível menor, como por exemplo 0,25, espera-se que ocorra de cinco a sete dias, embora em algumas semanas tenha ocorrido três e quatro dias bons.

*Uberaba:* O número de dias trabalháveis esperados para Uberaba, no nível de 0,93, também foi pequeno, cerca de 33 dias. Como acontece com as outras cidades, para um nível menor de probabilidade, aumenta-se o número de dias bons esperados. Para o nível de 0,27 espera-se que ocorra de quatro a sete dias bons por semana.

O número total de dias correspondente ao período setembro a abril corresponde a 245 dias. Como pode-se notar para o nível de probabilidade mais alto, conta-se com aproximadamente 12,2, 17,1 e 13,5% do período para as operações de campo, para Araxã, Capinópolis e Uberaba, respectivamente.

A escolha do nível deve ser de acordo com a atividade agrícola que se propõe a desenvolver. Por exemplo, se para operações, onde há risco em completar o serviço em determinado tempo, necessitando-se para isso um número maior de dias e de horas de trabalho. Assim deve-se escolher os níveis 0,69, 0,67 e 0,67, para Araxã, Capinópolis e Uberaba, respectivamente. Se o tempo de uso de tratores, para colheita por exemplo é muito importante para um rendimento maior, os

níveis escolhidos devem ser 0,77, 0,75 e 0,80, para Araxã, Capinópolis e Uberaba, respectivamente.

O maior nível de probabilidade obtido para as três cidades pode ser escolhido para o plantio das culturas agrícolas.

Os menores níveis, como dito anteriormente, servem para mostrar o número de dias bons esperados num bom ano.

**BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

1. BERLATO, M.A. e MOLION, L.C.B. *Evaporação e evapotranspiração*. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1981. 95 p. (Bol. Têc. nº 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 for fieldwork, Mississippi River Delta cotton area*. Louisiana, Louisiana State University, Research Report nº 348. Agricultural Experiment Station D.A.E. 1968.
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. EAGLEMAN, J.R. & DECKER, W.L. The role of soil moisture in evapotranspiration. *Agronomy Journal*, 57: 626-629. 1965.
9. ELLIOTT, R.L. *A simulation model for predicting available days for soil tillage*. ASAE. 1975. Paper 75-1501.
10. FERNANDES, B.; RESENDE, M.; REZENDE, S.B. de. Caracterização de alguns solos sob cerrado e disponibilidade d'água para culturas. *Experientiae*, 24(9): 209-260. 1978.
11. FRISBY, J.C. Estimating good working days available for tillage in Central Missouri. *Transactions of the ASAE*, 13(5): 641-43. 1970.
12. HILDEBRAND, F.H. *Finite mathematics*. 2 ed. Boston, Massachussets. Weber e Schimidt, 1975. 537 p.
13. HILLEL, D. *Solo e água: fenômenos e princípios físicos*. Porto Alegre. 1970. 231 p. (Tradução Convênio UFRGS/USAID).
14. HOEL, G.P. *Introduction to stochastic processes*. Los Angeles, University of California. 1972. 203 p.
15. JENSEN, M.E.; ROBB, D.C.N.; FRANZOY, C.E. Scheduling irrigation using climate crop soil data. *ASCE. Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 96: 25-38. 1970.
16. KATZ, R.W. Computing probabilities associated with the Markov chain model for precipitation. *Journal of Applied Meteorology*, 13: 953-54. 1974.
17. LIBARDI, P.L. *Dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera*. Piracicaba, CENA/USP. 1984. 232 p.
18. LIPSCHUSTZ, S. *Probabilidade*. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil. 1972. 211 p.
19. MAROUELLI, W.A. *Análise de distribuição das probabilidades de chuva, visando ao manejo da irrigação suplementar*. Viçosa, Imprensa Universitária, 1983. 123 p. (Tese M.S.).

20. MOREY, R.V. *Optimal policies for harvesting corn*. Indiana, Purdue University, 1971. (Unpublished Ph.D. Dissertation).
21. MUSEMBI, D.K. The use of precipitation data to identify soil moisture patterns and the growing seasons in eastern Kenia. *Agriculture and Forest Meteorology*, 37: 47-61, 1986.
22. PETERSON, M.R. *The use of similitude to determine the effect of selected weather factors on the rate of soil moisture depletion*. Columbus, University of Missouri. 1967. (Unpublished M.S. thesis).
23. RANZANI, Guido. *Manual de levantamento de solos*. São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda. 1969. 167 p.
24. SCARDUA, J.A. *Ocorrência de dias secos consecutivos na região de Cachoeiro do Itapemirim, Estado do Espírito Santo*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1979. 78 p. (Tese M.S.).
25. SEDIYAMA, G.C. *Simulation of subtropical enviromental parameters for modeling irrigation requirements, machinery timeliness factors and production response of soybeans*. Davis, University of California, Graduate Division, 1977. 119 p. (Ph.D. Dissertation).
26. SEDIYAMA, G.C.; CHANCELLOR, W.J.; BURKHARDT, T.H.; GROSS, J.R. Simulação de parâmetros climáticos para a época de crescimento das plantas. *Ceres*, 26(141): 455-466. 1978.
27. 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. *Ceres*, 26(145): 238-250. 1979.
28. SILVA, C.L. *Estimativa do uso consuntivo de água e da irrigação suplementar, para algumas culturas do Vale do Rio São Francisco*. Viçosa, Imprensa Universitária. 1982. 86 p. (Tese M.S.).
29. SILVA, M.M.P. *Probabilidade de ocorrência de dias secos e chuvosos no Estado do Rio de Janeiro*. Brasília, Instituto Nacional de Meteorologia. 1983. 30 p. (Boletim Técnico nº 26).

30. STERN, R.D. Computing a probability distribution for the start of the rains from a Markov chain model for precipitation. *Journal of Applied Meteorology*, 21: 420-23.
31. THOM, H.C.S. *Some methods of climatological analysis*. Geneva, WMO, 1966. 53 p. (Technical Note 81).