

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

AVALIAÇÃO DA DEMANDA HÍDRICA DE ALGUMAS CULTURAS SUJEITAS  
A ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA BACIA DO RIO URUGUAI

CÉLIO ORLI CARDOSO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Porto Alegre, Maio de 1995

## APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação do Professor Raul Dorfman.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS pela natureza e a vida

Ao professor e colega Dr. Raul Dorfman pela sugestão deste interessante tema e pelas oportunas sugestões e orientações, cujas quais permitiram o desenvolvimento deste trabalho;

A todos os demais professores do Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH - pela amizade e conhecimentos transmitidos;

Aos funcionários do IPH pelo apoio técnico e assistência e em especial à Dona Ligia;

Aos colegas de curso: Virgílio, Wainer, Lafayette, Feijão, Juan, Roger, Rolando, Ana Beatriz e Josete de Sá, pelo caloroso e saudável convívio, amizade, brincadeiras e trocas de conhecimentos;

Aos Colegas que dividiram o pequeno espaço de um quarto na CEU e que me suportaram por algum tempo: Virgílio, Eduardo e José Mario;

Aos demais Colegas da CEU pela amizade e convívio;

A Meteorologista Helenir Trindade de Oliveira, Chefe da Seção de Meteorologia e Climatologia do CENTRO REGIONAL DE METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA DE PORTO ALEGRE - CRMC/POA - RS (DNMET/SENIR/M.A.R.A) e

Ao Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPAGRO - POA - RS) pela concessão dos dados meteorológicos;

Ao INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS (IPH) e a UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (URFGS) pela oportunidade ímpar, para realização do Curso de Mestrado;

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e ao Conselho Nacional de Ciências e Tecnologia (CNPq), pela bolsa de estudo concedida;

Ao grande Mestre e Amigo Mário Nestor Ullmann pelos ensinamentos e incentivo inicial para a realização deste curso de mestrado.

Aos meus Pais Orly Miguel Cardoso e Ana Neci Antunes Cardoso pela solidariedade, estímulos e apoio em mais esta etapa;

In memória à minha querida Avó Clara Antunes Pessoa, com toda certeza, que de uma forma ou de outra tem me ajudado;

A ANA CLAUDIA ARAUJO que num dia chuvoso, quando eu já estava prestes a desistir, pegou-me pelo braço e disse:

" Vamos lá cara, eu tenho certeza que você vai conseguir..."

A TODOS EU AGRADEÇO

A ANA CLÁUDIA ARAÚJO

Minha Companheira e Namorada, por opção e amor, não bastaria dizer que não tenho palavras para agradecer, por tudo que me proporcionaste e, principalmente, pela grande contribuição para a realização deste trabalho. Mas é o que me acontece agora, quando procuro uma forma verbal de exprimir uma emoção ímpar. Uma emoção que palavras dificilmente traduziriam.

DEDICO A VOCÊ



## AVALIAÇÃO DA DEMANDA HÍDRICA DE ALGUMAS CULTURAS SUJEITAS A ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA BACIA DO RIO URUGUAI

### RESUMO

Uma intensificação do efeito estufa provocaria alterações na demanda hídrica de culturas vegetais economicamente exploradas e resultaria em conflitos no planejamento hídrico regional.

Com base nesta hipótese, foi conduzido o estudo de simulação de balanço agro-hidrológico, seriado, visando estimar a necessidade de irrigação no cenário atual, para as culturas do milho (*Zea mays*, L.) e soja (*Glycine max*, (L) Merr.), e em consequência da intensificação do efeito estufa (cenário futuro), tendo como ponto central a sub-bacia do Rio Potiribú pertencente a Bacia do Rio Uruguai, localizada no Planalto Médio do Rio Grande do Sul - Brasil.

Inicialmente, comparou-se três rotinas para o cálculo do balanço hídrico (B.H.) seriado do solo, para um valor médio (representativo para a Bacia hidrográfica) de capacidade de armazenamento de água no solo (90 mm em 1000 mm de profundidade do solo) em intervalo diário, para uma série histórica de 10 anos (1981 a 1990).

Os dados de entrada para os modelos foram parâmetros físico-hídricos dos solos, registros meteorológicos diários de 3 postos meteorológicos e características das culturas em estudo, bem como, projeções de alterações nas variáveis climáticas (temperatura e precipitação) influenciadas pela possível intensificação do efeito estufa.

As projeções das variações climáticas, devido à intensificação do efeito estufa, foram obtidas das estimativas dos MODELOS GLOBAIS DO CLIMA (GCMs).

Simulou-se as alterações das necessidades hídricas para o cenário futuro (déficit hídrico) para as culturas do milho e soja, introduzindo nos modelos de balanço agro-hidrológicos, as alterações projetadas das variáveis climáticas (temperatura e precipitação) e va-

riações no ciclo dos cultivos (encurtamento), decorrentes da intensificação do efeito estufa, comparando-as com as necessidades hídricas do cenário atual.

Foram testadas seis equações de estimativa da evapotranspiração potencial (ETP), usando-se os critérios de paralelismo e concordância aos valores, da evaporação do tanque classe A. A melhor performance nestes critérios foi obtida pela equação de Penman, a qual foi utilizada para estimar a ETP para o local do estudo, usado nos balanços hídricos.

Evidencia-se o bom comportamento da equação de Ivanov, principalmente no intervalo mensal, sendo que as equações de Blaney-Criddle, Hargreaves e Thornthwaite foram as que apresentaram os piores desempenhos em todos os intervalos de estimativa analisados.

Aos valores de precipitação diária aplicou-se o método "curve number - SCS" para estimar a fração da chuva que efetivamente abastece o solo, buscando minimizar o problema da subestimativa dos déficits hídricos pelos modelos de balanço hídrico.

Os modelos de balanço agro-hidrológicos selecionados diferem, essencialmente, pela modelagem da extração de umidade do solo, os quais baseiam-se nas teorias de Viehmeyer & Hendrickson, Thornthwaite e Mather ou ambas simultaneamente, o que acarreta em diferenças significativas em seus resultados.

Para analisar as discrepâncias entre os modelos, efetuou-se, a princípio, o cotejo para a bacia hidrográfica, sem considerar as culturas. Os resultados demonstraram diferenças significativas (Teste F) entre os resultados dos déficits hídricos estimados, tanto em ocorrência como também nas magnitudes. Através da contabilização dos dias com déficit hídrico e suas magnitudes, estimados pelos modelos de B.H., pode-se definir que o período de maior severidade de estresse hídrico corresponde aos meses de dezembro e janeiro.

Para os balanços com as culturas (milho e soja) considerou-se duas épocas de semeadura, outubro (10/10) e novembro (10/11), sendo que a primeira resultou em uma situação hídrica mais crítica, por coincidir os períodos críticos das culturas com o período de maior demanda evaporativa.

Através das simulações para o cenário futuro (intensificação do efeito estufa) pode-se inferir, a princípio que, possivelmente, as

culturas apresentem encurtamento nos subperíodos (estádios) e ciclo de desenvolvimento, pelo fato de poder atingir as somas térmicas necessárias em um menor intervalo de tempo. Outra observação foi que a demanda evaporativa tenderá a ser maior (aumento da temperatura) e que o regime de precipitação sofrerá alterações, afetando as condições hídricas destas culturas.

Para a cultura do milho obteve-se 5,5; 11,2 e 6,3% de acréscimos na magnitude total dos déficits hídricos (mm/ciclo) para a semeadura em outubro, e 11,0; 26,3 e 15,9% para a semeadura em novembro estimados nos modelos empregados (BHT, BHM e BHB, respectivamente) e para a cultura da soja os acréscimos na magnitude total dos déficits (mm/ciclo) foram de 2,4; 9,3 e 3,2% para a semeadura em outubro e 3,0; 15,7 e 3,1% para a semeadura em novembro, na mesma situação.

Porém, em decorrência do encurtamento do ciclo das culturas as intensidades médias diárias dos déficits (mm/dia) para a cultura do milho resultaram em acréscimos de 40,6; 48,0 e 40,9% na semeadura em outubro e 51,2; 73,0 e 58,1% na semeadura em novembro, estimados nos modelos de B.H. analisados (BHT; BHM e BHB, respectivamente) e para a cultura da soja os acréscimos foram de 35,1; 44,9 e 36,8% para a semeadura em outubro e 42,2; 59,1 e 41,9% para a semeadura em novembro, na mesma situação.

Devido ao encurtamento do ciclo destas culturas seus períodos críticos (florescimento e formação da produção) confrontam-se diretamente com o período de maior demanda evaporativa da atmosfera, o que acarretará em maiores necessidades de irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Balanço Hídrico Agrícola; Demanda Hídrica de Cultivos; Efeito Estufa; milho; soja

WATER DEMAND ASSESSMENT FOR SOME CROPS SUBJECT TO CLIMATE CHANGES IN  
THE RIVER URUGUAY WATERSHED

ABSTRACT

The intensification of the greenhouse effect would cause changes in the water demand of crops cultivated for economic purposes, and would lead to conflicts in regional water resource planning.

Based on this hypothesis, a serial simulation of agro-hydrologic balance was performed, to estimate irrigation requirements according to the present scenario for maize (*Zea mays*, L.) and soybean (*Glycine max.*, (L) Merr.) crops, and what it would be if the greenhouse effect were intensified (future scenario). The main site of the study was the River Potiribu sub-basin, belonging to the River Uruguay watershed, located in the Planalto Médio (Middle Plateau) of the state of Rio Grande do Sul, Brazil.

First, three routines were compared to compute the serial water balance (BH) in soil, for a mean value of water storage capacity in soil (90 in 1000 mm soil depth), for daily intervals, in a 10-year historical series (1981 to 1990).

The input data for the models were physical and water soil parameters, daily meteorological records from 3 meteorological stations and characteristics of the crops studied, besides projections of changes in the climate variables (temperature and precipitation) influenced by the possible intensification of the greenhouse effect.

The projections of climate variations due to the intensification of the greenhouse effect, were obtained from estimates of the GLOBAL CLIMATE MODELS (GCMs).

Changes in water needs were simulated for the future scenario (water deficit) for maize and soybean crops, and they introduced, in the agrohydrologic balance models the projected changes of climate va-

riables (temperature and precipitations) and variations in crops cycles (shortened), resulting from intensified greenhouse effect, comparing them with the water requirements of the present scenario.

Six potencial evapotranspiration (ETP) estimation equations were tested, using the criteria of parallelism and agreement with the evaporation values of class A pan.

The best performance, according to these criteria was obtained using Penman's equation to estimate ETP at the site used for the water balances (BH). The Ivanov equation performs well, especially at monthly intervals and agreement criteria, and the equations of Blaney-Criddle, Hargreaves and Thornthwaite presented the worst performances at all estimation intervals analysed.

The curve number SCS method was applied to the daily precipitation values to estimate the fraction of rainfall which in fact does supply the soil, seeking to minimize the problem of underestimating water deficits using the water balance models.

The BH models chosen are essentially different from each other in the manner of modelling humidity extraction from soil. Their methods are based on the theories of Vlihmeyer & Hendrickson, Thornthwaite and Mather. or both at the same time, wich leads to significant differences in their results.

Initially, a comparison was made for the watershed, to analyse discrepancies between the models, without taking the crops into account. The results showed significant differences (F Test) among the results of estimated water deficits, both as to occurrence and to magnitudes. By accounting the days with water deficits and their magnitudes, estimated using the BH models, one may define that the period of highest water stress corresponds to the months of December and January.

For the BHs with crops (maize e soybean) two sowing periods were considered, October (10/10) and November (10/11), and the former produced a more critical water situation since there was a coincidence between critical periods of the crops and the periods with greatest evaporation demand.

By performing simulations for the future scenario (intensified ~~greenhouse~~ effect), it may be inferred, in principle, that possibly the crops will have shortened development sub-period and cycles, since

they will obtain the necessary thermal amounts in a shorter time period. Another observation was that the evaporation demand will tend to be greater (higher temperatures) and the rainfall regime will undergo changes, affecting the water conditions of these crops.

Regarding maize, 5,5; 11,2 and 6,3% increases in the whole magnitudes of water deficits (mm/cycles) were obtained for the October sowing period, and 11,0; 26,3 and 15,9% for the November sowing period, estimated based on the models used (BHT, BHM and BHB, respectively), and, for soybeans, the whole magnitude of water deficit increases (mm/cycles) were 2,4; 9,3 and 3,2% for sowing in October and 3,0, 15,7 and 3,1% for sowing in November, in the same situation. But, due to the shortened cycle of the crops, the average daily intensity of the deficits (mm/day) for regarding maize presented increases of 40,6; 48,0 e 40,9% for the October sowing period, and 51,2; 73,0 e 58,1% for the November sowing period, estimated based on the models analysed, and, for soybeans, the increases were 35,1; 44,9 and 36,8 for sowing in October and 42,2; 59,1 and 41,9% for sowing in November, in the same situation.

Due to the shortened cycle of these crops, their critical periods (flowering and yield formation) directly confront the period of highest atmospheric evaporation demand which will lead to higher irrigation requirements.

Keywords: Agricultural Water Balance, Water Demand of Crops, Greenhouse effect, maize, soybeans.

## INDICE

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Generalidades .....	1
1.2. Importância, Justificativas e aplicações .....	2
1.3. Objetivos .....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. Importância e Generalidades da aplicação do B.H. ....	5
2.2. B.H.: Definição, Conceitos e Formulações .....	6
2.3. Classificação dos Modelos de B.H. ....	7
2.4. Elementos Fundamentais do B.H. e Considerações .....	9
2.4.1. Precipitação e Precipitação Efetiva .....	10
2.4.2. Evapotranspiração .....	11
2.5. Descrição dos Modelos de B.H. ....	12
2.5.1. Balanço Hídrico de THORNTHWAITE & MATHER .....	12
2.5.2. Balanço Hídrico MODIFICADO .....	13
2.5.3. Balanço Hídrico BALHIDRO .....	14
2.6. Definição do intervalo de Tempo para Compôr os Modelos ..	15
2.7. Definição do Volume de Controle .....	16
2.8. Armazenamento de Água no Solo .....	16
2.9. Demanda Hídrica e Necessidades de Água para Irrigação ..	19
2.10. Características das Culturas .....	20
2.10.1 Cultura da Soja .....	20
2.10.2 Cultura do Milho .....	22
2.11. Fatores que Afetam o Crescimento e o Rendimento dos Cultivos .....	23
2.12. Necessidades Hídricas e Períodos Críticos Das Culturas ..	24
2.13. Ciclo Total dos Cultivos .....	25
2.14. Efeito Estufa .....	27
2.14.1. Causas e Consequências .....	27
2.14.2. Modificações Climáticas em Função do Efeito Estufa .....	28

2.14.3. Previsões dos Modelos para as Variações do Clima .....	30
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	32
3.1. Local do Estudo .....	32
3.2. Caracterização Física Hídrica da Bacia do Rio Potiribú .....	34
3.3. Obtenção Das Variáveis Meteorológicas .....	35
3.3.1. Localização e Descrição das Estações Meteorológicas .....	36
3.3.1.1. Estação Meteorológica de IJUI - RS .....	36
3.3.1.2. Estação Meteorológica de CRUZ ALTA - RS .....	37
3.3.1.3. Estação Meteorológica de PASSO FUNDO - RS .....	38
3.3.2. Preenchimento de Falhas nos Registros Diários .....	39
3.3.3. Determinação das Variáveis Meteorológicas (Médias) para Períodos Diários, Decendiais e Mensais .....	39
3.3.3.1. Médias Diárias .....	39
3.3.3.2. Valores Meteorológicos Decendiais .....	41
3.3.3.3. Valores Meteorológicos Mensais .....	42
3.3.4. Estimativas de Variáveis Meteorológicas Derivadas .....	42
3.3.4.1. Duração do Dia Solar .....	42
3.3.4.2. Radiação Solar no Topo da Atmosfera .....	43
3.3.4.3. Radiação Solar Global Incidente .....	43
3.3.4.4. Saldo de Radiação Estimado à Superfície .....	44
3.3.4.5. Tensão de Saturação do Vapor .....	44
3.3.4.6. Tensão Atual de Vapor .....	45
3.3.5. Cálculo da Evapotranspiração Potencial .....	45
3.3.5.1. Equação de PENMAN .....	46
3.3.5.2. Equação de HARGREAVES .....	47
3.3.5.3. Equação de BLANEY & CRIDDLE .....	47
3.3.5.4. Equação de JENSEN & HAISE .....	48
3.3.5.5. Equação de THORNTHWAITE .....	48
3.3.5.6. Equação de IVANOV .....	50
3.3.6. Adequação das Equações de Estimativa da ETP .....	50



3.3.6.1. Critérios de Paralelismo	50
3.3.6.2. Critérios de Concordância	50
3.3.7. Cálculo da Precipitação Efetiva	51
3.4. Cálculo e Discretização da Soma Térmica e Estádios de Desenvolvimento dos Cultivos	53
3.5. Seleção dos Coeficientes de Cultivo	53
3.6. Capacidade de Armazenamento de Água no Solo	54
3.7. Conceção dos Modelos de Balanço Hídricos	56
3.7.1. Balanço Hídrico de THORNTHWAITE-MATHER	56
3.7.2. Balanço Hídrico Modificado Segundo BRAGA	59
3.7.3. Balanço Hídrico BALHIDRO	64
3.8. Probabilidade de Ocorrência de Déficit Hídrico	67
3.9. Aplicabilidade dos Modelos	70
3.10. Estimativas das Variáveis de Entrada para os Balanços Hídricos para o cenário futuro (Efeito Estufa)	71
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
4.1. Dados Meteorológicos - Considerações Gerais	73
4.2. Estimativas da ETP - Classificação das Equações	74
4.3. Precipitação Efetiva	80
4.4. Comparação Entre Modelos de B.H. - Metodologias	83
4.5. Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica	90
4.5.1. Contabilização dos Dias com Déficit Hídrico	92
4.5.2. Definição do Período de Maior Ocorrência e Magnitude de Déficit Hídrico na Bacia Hidrogr.	95
4.5.3. Análise de Frequência da Ocorrência e Magnitude de Déficit para a Bacia Hidrográfica	95
4.5.4. Estimativas dos Valores Mínimos Esperados para as Variáveis Aleatórias	99
4.5.5. Comparação entre os Resultados dos Modelos	102
4.6. Balanço Hídrico para as Culturas do Milho e Soja	104
4.6.1. Demanda de Evapotranspiração das Culturas	107
4.6.2. Contabilização dos Dias com Déficit Hídrico Durante o Ciclo das Culturas	109
4.6.3. Definição do Período de Maior Ocorrência e Magnitude de Déficit Hídrico para as culturas	117
4.6.4. Análise de Frequência da Ocorrência e Magnitude de Déficit para as Culturas	119

4.6.5. Estimativas dos Valores Mínimos Esperados para as Variáveis Aleatórias no Ciclo das Culturas....	120
4.6.6. Comparação entre os Resultados dos Modelos ....	127
4.7. Inferências em Função da Intensificação do Efeito Estufa .....	131
4.7.1. Simulações das Variáveis Meteorológicas .....	131
4.7.2. Inferências Sobre o Ciclo das Culturas .....	132
4.7.3. Balanços Hídricos para as Culturas - Cenário Futuro .....	139
4.7.4. Considerações sobre os Cenários .....	139
4.7.5. Comparação entre Cenários - Variáveis de Entrada nos Modelos de B.H. ....	141
4.7.6. Demanda de Evapotranspiração Máxima das Culturas - ETm - Cenário Futuro .....	142
4.7.7. Comparação entre os Cenários - Demandas Hídricas .....	145
4.7.8. Contabilização dos Dias com Déficit Hídrico durante o Ciclo das Culturas Simulados para o Cenário Futuro .....	146
4.7.9. Definição do Período de Maior Ocorrência e Magnitude de Déficit Hídrico durante o Ciclo das Culturas para o Cenário Futuro .....	151
4.7.10. Comparação dos Resultados dos Modelos nos Cenários .....	153
5. CONCLUSÕES .....	160
6. RECOMENDAÇÕES .....	162
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	164
8. ANEXOS .....	175

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1. Variações de precipitação e temperatura previstas pelos modelos globais de clima para a Bacia do Rio Uruguai.	31
TABELA 3.1. Estações Meteorológicas.	35
TABELA 3.2. Variáveis Meteorológicas, Instrumentos de Medidas e Critérios de Observação.	36
TABELA 3.3. Equações de regressão para estimativa dos fatores de correção da equação de Thornthwaite.	49
TABELA 4.1. Valores dos Coeficientes das equações de regressão linear $ET = a + b.E_o$ , para diferentes intervalos de cálculo, coeficientes determinação e teste de hipótese.	75
TABELA 4.2. Valores dos Critérios de Avaliação das equações de estimativa de ETP para o intervalo diário, quinquidial, decendial e mensal.	77
TABELA 4.3. Escores parciais e totais obtidos pelas equações de estimativa da ETP nos critérios de avaliação e classificação, para os respectivos intervalos de cálculo.	78
QUADRO 4.1. Classificação final das equações de estimativas da ETP nos intervalos de tempo considerados.	79
QUADRO 4.2. Semelhanças e distinções nos Modelos de Balanço Hídrico.	91
TABELA 4.4. Análise de Variância: Modelos BHT, BHM e BHB.	102
TABELA 4.5. Análise de Variância: Modelos BHT e BHM.	103

TABELA 4.6. Análise de Variância: Modelos BHT e BHB.	103
TABELA 4.7. Análise de Variância: Modelos BHM e BHB.	103
TABELA 4.8. Valores de coeficiente de cultivo e profundidade efetiva radicular nos estádios de desenvolvimento das culturas.	104
TABELA 4.9. Análise de variância: modelo BHT, cultura do Milho.	128
TABELA 4.10. Análise de variância: modelo BHM, cultura do Milho.	128
TABELA 4.11. Análise de variância: modelo BHD, cultura do Milho.	128
TABELA 4.12. Análise de variância: modelo BHT, cultura da Soja.	129
TABELA 4.13. Análise de variância: modelo BHM, cultura da Soja.	129
TABELA 4.14. Análise de variância: modelo BHD, cultura da Soja.	129
TABELA 4.15. Somas térmicas (estimadas) acumuladas desde a semeadura até os estágios de desenvolvimento para o Milho nas semeaduras de outubro e novembro.	133
TABELA 4.16. Somas térmicas (estimadas) acumuladas desde a semeadura até os estágios de desenvolvimento para a Soja nas semeaduras de outubro e novembro.	134
TABELA 4.17. Número de dias a partir da semeadura até os estágios de desenvolvimento para o Milho com semeadura em outubro e novembro, comprimento dos estádios e ciclo total estimados para o cenário futuro.	135
TABELA 4.18. Número de dias a partir da semeadura até os estágios de desenvolvimento para a Soja com semeadura em outubro e novembro, comprimento dos estádios e ciclo total estimados para o cenário futuro.	136

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Teorias que relacionam a taxa de evapotranspiração e a umidade do solo.	18
Figura 3.1. Sub-bacia do Rio Potiribú.	32
Figura 3.2. Bacia do Rio Uruguai.	33
Figura 3.3. Localização dos Postos Meteorológicos.	40
Figura 3.4. Papel de Probabilidade (Distribuição Normal), obtenção das probabilidades lineares.	69
Figura 4.1. Transcurso decenal da Evapotranspiração Potencial (ETP equação de PENMAN) e Evaporação do Tanque Classe A (Ev) para a série histórica (1981-1990) na bacia do rio Potiribú.	81
Figura 4.2. Transcurso médio decenal da Evapotranspiração Potencial (ETP Penman) para a série histórica (1981-1990) na bacia do rio Potiribú.	82
Figura 4.3. Transcursos decenal da precipitação e da precipitação efetiva para a série histórica (1981-1990) na bacia do rio Potiribú.	84
Figura 4.4. Transcursos médios decenais da precipitação e da precipitação efetiva (estimada) para a série histórica (1981-1990) na bacia do rio Potiribú.	85
Figura 4.5. Organograma - Modelo de Balanço Hídrico THORNTHWAITE & MATHER (BHT).	87

- Figura 4.6. Organograma - Modelo de Balanço Hídrico MODIFICADO. 88
- Figura 4.7. Organograma - Modelo de Balanço Hídrico BALHIDRO. 89
- Figura 4.8. Totais de dias com déficit hídrico e Magnitudes de déficit hídrico decendiais estimados pelos modelos de B.H., médias da série histórica, na bacia hidrográfica. 96
- Figura 4.9. Totais de dias com déficit hídrico e Magnitudes de déficit hídrico anuais estimados pelos modelos de B.H., médias da série histórica, na bacia hidrográfica. 97
- Figura 4.10. Número Mínimo de dias não consecutivos com déficit hídrico e Magnitude de déficit hídrico mínima esperados em cada decêndio, aos níveis de 20%, 50% e 80% de Probabilidade Teórica, estimados pelos modelos de balanço hídrico. 101
- Figura 4.11. Variação do Coeficiente de Cultivo Kc estimados, durante o ciclo das culturas do Milho e da soja e valores obserados. 106
- Figura 4.12. Variação da profundidade efetiva do sistema radicular PSR estimados, durante o ciclo das culturas do Milho e da Soja e valores observados. 106
- Figura 4.13. Demanda de Evapotranspiração Máxima (ETm) total e média ao longo dos estádios e ciclo das culturas do Milho e Soja nas duas épocas de semeadura para o cenário atual. 108
- Figura 4.14. Totais de dias com déficit hídrico e Magnitudes de déficit hídrico decendial estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, médias das safras, para as culturas do Milho e da Soja em duas épocas de semeadura. 114

- Figura 4.15. Totais de dias com déficit hídrico e Magnitudes de déficit hídrico em cada estádios e ciclo das culturas do Milho e Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico. 116
- Figura 4.16. Percentuais de dias com déficit hídrico e Magnitudes médias de déficit hídrico em cada estádios e ciclo das culturas do Milho e Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico. 118
- Figura 4.17. Número Mínimo de dias não consecutivos com déficit hídrico esperados em cada decêndio, aos níveis de 20%, 50% e 80% de Probabilidade Teórica, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, para a cultura do Milho nas duas épocas de semeadura. 121
- Figura 4.18. Magnitude mínima de déficit hídrico esperados em cada decêndio, aos níveis de 20%, 50% e 80% de Probabilidade Teórica, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, para a cultura do Milho, nas duas épocas de semeadura. 122
- Figura 4.19. Número Mínimo de dias não consecutivos com déficit hídrico esperados em cada decêndio, aos níveis de 20%, 50% e 80% de Probabilidade Teórica, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, para a cultura da Soja nas duas épocas de semeadura. 123
- Figura 4.20. Magnitude mínima de déficit hídrico esperados em cada decêndio, aos níveis de 20%, 50% e 80% de Probabilidade Teórica, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, para a cultura da Soja, nas duas épocas de semeadura. 124
- Figura 4.21. Totais de dias com déficit hídrico e Magnitudes de déficit hídrico durante o período de cultivo das culturas do Milho e Soja estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, médias das safras, em duas épocas de semeadura. 130

- Figura 4.22. Comprimento dos estádios e ciclo das culturas do Milho e Soja para o cenário atual e cenário futuro nas duas épocas de semeadura e variações relativas. 137
- Figura 4.23. Variação do Coeficiente de Cultivo estimado, durante os ciclos simulados das culturas do Milho e Soja, com semeadura em outubro e novembro, para o cenário futuro. 140
- Figura 4.24. Variação da Profundidade Efetiva do Sistema Radicular estimada, durante os ciclos simulados das culturas do Milho e Soja, com semeadura em outubro e novembro, para o cenário futuro. 140
- Figura 4.25. Transcursos médios decenciais da Evapotranspiração Potencial, precipitação e precipitação efetiva para os cenários atuais e futuro e variações relativas 143
- Figura 4.26. Demanda de Evapotranspiração Máxima (ETm) total e média ao longo dos estádios e ciclo das culturas do Milho e Soja nas duas épocas de semeadura para o cenário futuro. 144
- Figura 4.27. Demanda de Evapotranspiração Máxima (ETm) total e média ao longo do ciclo das culturas do Milho e Soja nas duas épocas de semeadura para os cenários atual e futuro. 147
- Figura 4.28. Variações relativas das demandas de evapotranspiração máxima total e média entre os cenários para as duas épocas de semeadura (futuro/atual). 148
- Figura 4.29. Totais e Percentuais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo das culturas do Milho e Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para o cenário futuro. 150



- Figura 4.30. Magnitude total e média de déficit hídrico em cada estágio e ciclo das culturas do Milho e Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para o cenário futuro. 152
- Figura 4.31. Totais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura do Milho em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para os cenários atual e futuro e variações relativas. 156
- Figura 4.32. Totais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura da Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para os cenários atual e futuro e variações relativas. 157
- Figura 4.33. Magnitude total e média de déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura do Milho em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para os cenários atual e futuro. 158
- Figura 4.34. Magnitude total e média de déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura da Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para os cenários atual e futuro. 159

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. GENERALIDADES

A necessidade de suprir a demanda de alimentos, estimulada pela crescente explosão demográfica dos centros urbanos, tem exigido um melhor desempenho do setor agrícola com vistas ao aumento da produção.

O desordenado crescimento populacional, interagindo com a intensificação do uso indiscriminado dos recursos naturais existentes, torna cada vez mais preocupante este panorama, podendo acarretar em consequências desastrosas, no que tange à produção de alimentos.

Sabe-se que a agricultura é uma atividade econômica dependente em grande parte do meio físico, que apresenta distintas condições de solo e clima, sujeito a grandes alterações, portanto com distintas aptidões para produzir diferentes culturas ou cultivares.

Em vista disto, uma das maneiras para melhorar a previsão da produção é a intensificação de estudos agroclimáticos, capazes de fornecer subsídios para um plano racional de exploração agrícola.

Destarte, o conhecimento da duração e da distribuição de períodos úmidos e secos servirá para avaliar a disponibilidade de água para o desenvolvimento dos cultivos a serem implantados. E além disso, para um melhor desempenho dos cultivos, em termos de produtividade, necessita-se conhecer as suas exigências hídricas em cada fase fenológica, principalmente quando sujeitas a severas alterações nas variáveis climáticas, compatibilizando-as, quando possível, com as disponibilidades dos recursos naturais, ou com um suprimento planejado de irrigação.

Tendo em vista a importância da Bacia do rio Uruguai no planejamento agrícola estadual, onde estão localizadas áreas de grande importância no panorama econômico-social do estado e, considerando a importância estratégica em que se encontra a Sub-bacia do Rio Potiribú, bem como suas condições pedológicas e climáticas para o

desenvolvimento agrícola, é que se propôs a determinação das disponibilidades hídricas (e térmicas) desta região, para possibilitar um melhor planejamento das atividades agrícolas ali exploradas, bem como, avaliar possíveis efeitos na demanda hídrica de algumas culturas que poderão surgir decorrentes das possíveis mudanças climáticas pela intensificação do efeito estufa.

Há algum tempo que se alerta para possíveis mudanças climáticas provocadas pelo aumento do efeito estufa. O aumento da temperatura e alterações no regime pluviométrico, principalmente, são prognosticados por vários modelos teóricos, apesar de grandes controvérsias. Se este fato ocorrer realmente nos próximos decênios, ocorrerão grandes conflitos pelo uso da água para irrigação e até o deslocamento de cultivos tradicionais para zonas mais ao sul do nosso hemisfério serão possíveis.

A análise destes efeitos combinados na Bacia do Rio Uruguai passa a assumir um papel estratégico, pois trata-se de zona multinacional, com possíveis consequências no abastecimento de água, principalmente na previsão de taxas de irrigação, hoje já requeridas na zona, porém não implantadas por razões econômicas.

## 1.2. IMPORTANCIA, JUSTIFICATIVAS E APLICAÇÃO

A Sub-bacia do Rio Potiribú, inserida na Bacia do Rio Uruguai, tem apresentado, nos últimos anos, um grande desenvolvimento agrícola devido às suas condições topográficas, climáticas, pedológicas e, principalmente, pela facilidade de escoamento da produção.

No entanto, esta região é caracterizada por apresentar períodos de estiagens, alternados com períodos chuvosos, em alguns meses do ciclo produtivo das principais culturas ali exploradas (soja e milho), afetando, assim, suas produtividades devido às deficiências ou excessos de umidade do solo e, por conseguinte, pode apresentar interesse para um programa de planejamento dos recursos hídricos disponíveis, associado a um manejo racional destas culturas.

Assim, a soja e o milho, dentre as culturas anuais, apresentam rendimentos médios que refletem a insuficiência ou o excesso de umidade do solo. Estas devem ser, em princípio, objeto de atenção, quando se trata de implementar um programa de manejo adequado dos recursos

hídricos para fins agrícolas. Então, para a manutenção de um ótimo desenvolvimento destas culturas, devido às irregularidades das precipitações, necessita-se de um programa de irrigação suplementar que, em certas áreas, deve estar associado a um adequado programa de drenagem.

Agravando este fato, existe a possibilidade de alterações nas disponibilidades dos recursos naturais devido à mudanças do clima, resultantes do aumento do efeito estufa. Este quadro provocará alterações diretas nas demandas hídricas das culturas, principalmente, pela modificação no poder evaporativo da atmosfera, modificação das características das estiagens e alterações fisiológicas das plantas, além de outras.

### 1.3. OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo principal analisar alguns modelos de balanço hídrico do solo na bacia do rio Uruguai (sub-bacia do rio Potiribú), e fazer possíveis projeções a respeito das necessidades hídricas das culturas do milho (cultura C4) e soja (cultura C3) sob a influência da elevação de temperatura e variação no regime de precipitações, decorrentes da intensificação do efeito estufa.

Pretende-se mostrar o grau de discrepância entre os resultados obtidos com alguns modelos de Balanço Hídrico em relação ao tradicional modelo de THORNTHWAITE & MATHER, e também, realizar uma avaliação quantitativa dos recursos hídricos da bacia hidrográfica em questão, bem como, inferir variações na demanda hídrica de algumas culturas sujeitas à alterações climáticas devido ao efeito estufa.

Como objetivos específicos teremos:

1. Seleção da melhor equação de estimativa da evapotranspiração potencial (ETP) para o local de estudo.
2. Comparação entre os modelos de balanço hídrico - Metodologias.
3. Comparação dos resultados nos modelos de balanço hídricos.
4. Análise de frequência da ocorrência e magnitude de déficit hídrico.
5. Definição da magnitude e do período de ocorrência de déficit hídrico.
6. Prognósticos de alterações de demanda hídrica (e térmica) do milho e da soja devido à intensificação do "efeito-estufa".
7. Comparação das necessidades hídricas nos cenários

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Durante anos, muitos cientistas tem trabalhado no problema de como expressar o balanço hídrico diário ou sazonal de uma região ou Bacia Hidrográfica. Segundo MATHER (1974), estes estudos avançaram significativamente na década de 40 com os trabalhos de C.W. THORNTHWAITE nos EUA, que introduziu na literatura, em 1944, a metodologia do Balanço Hídrico, H.L. PENMAN na Inglaterra e M.I. BUDYKO na USSR.

As diferentes contribuições destes e, posteriormente, de outros cientistas, onde podemos citar, VAN BAVEL e WILSON (1952); MATHER (1954); DENMEAD E SHAW (1962); BAIER & ROBERTSON (1966); BAIER et alii (1972); RIJTEMA & ABOUKLALED (1974); HARGREAVES (1974 e 1977); DOORENBOS & KASSAN (1979); BRAGA (1982); HIMAT (1985); LANNA & ALMEIDA (1989); FAO (1987, 1990 e 1991) ALMEIDA (1993), e outros, resultaram em inúmeras variações nas técnicas de processamento do Balanço Hídrico, sendo que todas tem algo a contribuir e acrescentar para a compreensão das relações hídricas ambientais.

Assim, os métodos de balanço hídricos começaram a ser generalizados tão logo que o conceito de evapotranspiração potencial<sup>(1)</sup> foi introduzido na literatura, e seu uso era, principalmente, em estudos agrometeorológicos. Entre os antecedentes, pode-se mencionar os estudos coordenados e que tem sido realizados por 3 organizações internacionais (WMO<sup>(2)</sup>; UNESCO<sup>(3)</sup> e FAO<sup>(4)</sup>) desde 1953 (UNESCO/ROSTLAC, 1982).

Atualmente no Estado do Rio Grande do Sul, muitas investigações, envolvendo a técnica do balanço hídrico, tem sido conduzidas. Podemos destacar as técnicas relacionando o conteúdo hídrico do solo

---

(1) Evapotranspiração Potencial (ETP): conforme estabelecida por Thornthwaite (1944), que a definiu como "a evapotranspiração de uma cobertura vegetal densa, em plena atividade vegetativa e onde as necessidades de água são plenamente satisfeitas".

(2) WMO: Organização Meteorológica Mundial.

(3) UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

(4) FAO: Organização da Nações Unidas para Alimentação e Agricultura.

com produções de culturas (funções de produção) BERLATO (1987); AGUINSKY et alii (1988); AGUINSKY (1991); BERGAMASCHI (1990); PARFIT (1991), entre outros; as que dizem respeito ao tempo e quantidade de água para ser distribuídas em ordem que as culturas possam sobreviver durante períodos críticos (necessidades de irrigação), MOTA et alii. (1974); SILVA (1976); BELTRAME, TAYLOR & CAUDURO (1979); FIETZ et al. (1986); BELTRAME & GONDIM (1981); MOTA et alii (1985); PADILHA (1986); CAMARGO (1987 e 1990), entre outros; as recomendações de épocas de sementeiras e aptidões de culturas e cultivares em regiões (Zoneamento agro-climático), ORTOLANI et alii (1975); MOTA et alii (1974 e 1985) citados por PASCALE (1976); CAMARGO (1987); MALUF et alii (1983 e 1986); IPAGRO (1989) e outros; estudos envolvendo o cálculo de produções prováveis dependentes da quantidade de água disponível (previsão de safras) BERLATO (1987 e 1990); AGUINSKY (1991), e outros.

## 2.1. IMPORTANCIA E GENERALIDADES DA APLICAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO

A importância agrícola e econômica do conhecimento das várias situações de condições hídricas que poderão surgir no planejamento dos cultivos, pode ser quantificado e analisado, utilizando-se a metodologia do balanço hídrico, e é na base de tal conhecimento que a probabilidade de sucesso na produção agrícola pode ser determinada.

Decisões com respeito a requerimento de irrigação, técnicas culturais para conservação da umidade, estudos das aptidões agroclimáticas de uma região e previsões de safras, são um pouco dos muitos exemplos que poderão ser mencionados, para demonstrar a importância do conhecimento de variações no suprimento hídrico do solo. Tudo isto poderá ser acrescentado à importância do balanço hídrico na climatologia, introduzido na literatura por THORNTHWAITTE (1944) e usado, inicialmente, para a classificação de climas em 1948.

Sabe-se que o desenvolvimento agrícola de uma região está na dependência da utilização racional de seus recursos naturais e fatores do meio ambiente. O clima, entre outros fatores ambientais, é de extraordinária importância especialmente porque determina, em grande proporção, a aptidão agrícola da região em consequência de sua influência no crescimento das plantas.

Segundo MEDINA et alii (1991), de todos os componentes do cli-

ma, a precipitação é um dos que mais afeta a produção agrícola, face a sua grande variabilidade tanto em duração e tempo de ocorrência. Porém, para prover as disponibilidades hídricas no solo necessárias à agricultura não basta considerar somente os dados pluviométricos do período. Estes correspondem apenas ao processo de suprimento de água para uso das plantas. É necessário considerar também o processo oposto, ou seja, a perda de água do solo para a atmosfera através da evapotranspiração<sup>(1)</sup>, fazendo-se o balanço hídrico da água no solo.

O balanço hídrico agrohidrológico é, portanto, o método que contabiliza a quantidade de entrada e saída de água no reservatório-solo através do conhecimento de seus componentes em todas as fases de uma cultura.

Comenta AGUILAR et alii (1985), que os estudos de balanço hídrico são úteis para caracterizar climaticamente uma região ou área e tornam-se fundamentais na etapa de planejamento e definição de prioridades agrícolas e na formulação de projetos de pesquisa em irrigação.

Destarte, o conhecimento de todos os componentes do balanço hídrico permite acompanhar a evolução do armazenamento da água no solo e, assim, estabelecer um manejo agrícola adequado que vise a conservação do solo e da água, associado a melhores produtividades dos cultivos (COSTA et alii, 1986) e contribuirá nas tomadas de decisões para um planejamento agrícola baseado nas reais aptidões da região para as culturas agrícolas a serem exploradas.

## 2.2. BALANÇO HÍDRICO: DEFINIÇÃO, CONCEITOS E FORMULAÇÕES

O Balanço Hídrico consiste em um somatório (cotejo) das quantidades de água que entram e saem de um elemento de volume de solo, num dado intervalo de tempo, sendo que o resultado é a quantidade líquida de água que nele permanece disponível às plantas.

Alguns modelos de balanço hídrico possíveis de serem usados e que serão descritos a seguir, são fundamentados na Lei da Conservação das Massas, representados simbolicamente pela Equação Hidrológica da Continuidade (DORFMAN, 1989), apresentando simplificações e consi-

(1) Evapotranspiração (ET); o termo "evapotranspiração" significa a perda de vapor de água nas superfícies cobertas com vegetação ou seja a evaporação que ocorre no solo que circunda as plantas, agregada à transpiração que ocorre nas mesmas.

derações próprias, e não esgotam as possibilidades de estudo.

A Equação Hidrológica da Continuidade, que dá origem a várias metodologias de processamento do Balanço Hídrico, apresenta a seguinte forma:

$$\int_{t_1}^{t_2} p \, dt + \int_{t_1}^{t_2} i \, dt - \int_{t_1}^{t_2} e \, dt - \int_{t_1}^{t_2} r \, dt \pm \int_{t_1}^{t_2} q \, dt \pm \int_0^z \int_{t_1}^{t_2} \frac{\partial \theta}{\partial z} \, dz dt = 0 \quad \dots 2.1$$

E quando aplicado na zona radicular de um solo cultivado, num determinado intervalo de tempo, tem-se a seguinte configuração:

$$P + I - ET - R \pm D \pm \Delta A = 0 \quad \dots \dots \dots 2.2$$

onde, P é a precipitação; I é a irrigação; ET é a evapotranspiração; R é o escoamento superficial; D é a percolação profunda ou ascensão capilar e  $\Delta A$  é a variação do armazenamento de água no solo.

O Balanço Hídrico de uma cultura e, por conseguinte, a sua condição de suprimento de água resultam da interação que se estabelece ao longo do sistema solo-planta-atmosfera. As influências recíprocas entre estes três componentes básicos, tornam o sistema dinâmico e fortemente interligado, de tal forma que a condição hídrica da cultura dependerá, sempre, da combinação dos fatores inerentes aos três segmentos (solo-planta-atmosfera).

### 2.3. CLASSIFICAÇÃO DOS MODELOS DE BALANÇO HÍDRICO.

Segundo SILVA et alii (1986) o Balanço Hídrico da água no solo pode ser simulado através de modelos que podem ser classificados como:

- 1) Modelos "Físicos" que se baseiam na solução numérica das equações de DARCY e da Continuidade;
- 2) Modelos de "Reservatórios", nos quais o perfil do solo de interesse é subdividido numa sequência de compartimentos conexos em série e não se considera movimento de água entre compartimentos.
- 3) Modelos intermediários, que consideram o movimento de água entre compartimentos através de equações empíricas.

Neste estudo abordaremos os modelos de reservatórios, nos quais são utilizados os conceitos "estáticos" de capacidade de campo "CC" (quantidade de unidade retida no solo a uma tensão de 0,1 atm para solos arenosos e 0,3 atm para solos argilosos) e do ponto de murchamento permanente "PMP" (quantidade de unidade retida no solo a uma tensão



de 15 atm) para definir os limites superior e inferior, respectivamente, da quantidade de água que pode ser armazenada num determinado compartimento. Além disso, o processo de entrada da água no solo é simulado sequencialmente a partir do compartimento superior, isto é, quando a quantidade de água adicionada a esse primeiro compartimento atinge o valor que corresponde à respectiva capacidade de campo, o eventual excesso de água é transferido para o compartimento seguinte. Este procedimento é repetido até que toda água seja redistribuída entre os vários compartimentos, impondo sempre como limite superior para o conteúdo de água em cada compartimento a capacidade de campo. Quando todos os compartimentos tiverem atingido o nível de capacidade de campo o eventual excesso de água será contabilizado como sendo "perdido" por percolação profunda.

Uma outra classificação pode ser feita quanto à característica dos dados de entrada para o cotejo do Balanço Hídrico, como a seguir:

- 1) Balanço Hídrico Climático
- 2) Balanço Hídrico Seriado ou Sequencial

Quando são utilizados no balanço hídrico os dados termométricos e pluviométricos médios de uma série longa de anos, sejam os valores normais da região, tem-se o balanço hídrico climático. Este é essencial nos trabalhos de zoneamento agroclimático, utilizado na definição das aptidões agroclimáticas de uma região (CAMARGO, 1987).

O balanço hídrico climático é calculado com base em valores de normais climatológicas ou, quando não existe uma série histórica de observações para caracterizar uma normal climatológica (30 anos), em função de médias do período de observação meteorológica disponível.

No caso porém de balanços hídricos de anos sequências, são as condições meteorológicas de cada ano particular que estão sendo examinadas. Enquanto os balanços hídricos climáticos estão associados à definição das aptidões agroclimáticas de uma região, os balanços de anos individuais se referem ao estudo do tempo no ano considerado, que condiciona o desenvolvimento das plantas e as safras, então obtidas.

No balanço hídrico na sua forma sequencial ou seriada, em vez de se utilizar valores normais ou médias de períodos, procede-se o cálculo do balanço hídrico para toda a série histórica de observações meteorológicas disponíveis. A principal vantagem do balanço hídrico seriado é a possibilidade de aplicação de tratamento estatístico e probabilidades de ocorrência de determinados intervalos de déficit ou

excesso hídricos, que é um dos objetivos principais deste estudo.

#### 2.4. ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DO B.H. E CONSIDERAÇÕES

Segundo ROJAS (1985), denomina-se elementos do balanço hídrico aqueles constituintes que interveem ou se obtém ao estabelecer a relação de entradas e saídas de água no sistema. Elementos como a precipitação e a evapotranspiração são os componentes principais do Balanço Hídrico, a partir dos quais é possível encontrar os demais. Destes se originam portanto, os chamados "elementos derivados" ou "resultantes", que são o excesso, que promoverá o escoamento superficial e/ou a percolação profunda, e deficiência hídrica, aos que se agregam a perda circunstancial de água (evapotranspiração real - ETr) e o armazenamento de água.

O EXCESSO ocorre depois que o solo tenha alcançado a capacidade de campo. Em períodos em que a precipitação apresenta-se maior que a evapotranspiração potencial, sendo que o saldo de água no sistema solo-planta-atmosfera é de uma magnitude tal que produz a saturação do solo, trás como consequência a ocorrência do escoamento superficial e percolação profunda.

Existe DEFICIT de água quando a demanda evaporativa é superior a água disponível. A deficiência de água resulta da diferença entre a evapotranspiração potencial e a precipitação pluvial armazenada no solo. Isto ocorre quando a primeira das variáveis citadas excede o valor da segunda em todos ou alguns períodos do ano.

A EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL corresponde à perda de água de acordo com a quantidade de água que o solo possui. Além disso, a cobertura vegetal pode ser incompleta, diferente da evapotranspiração potencial quando a cobertura é total.

O ARMAZENAMENTO DE ÁGUA é a quantidade de água retida pelo solo entre os limites que correspondem a capacidade de campo e o ponto de murchamento permanente em uma determinada profundidade. Este elemento derivado pode assumir valores de zero até a um valor máximo igual a unidade em capacidade de campo (capacidade máxima de armazenamento da água no solo "CAD"). e sua variabilidade depende das inter-relações que se estabelece no dinâmico sistema água-solo-planta-atmosfera, ou seja, depende do cotejo entre as entradas e saídas de água no perfil do solo considerado.

#### 2.4.1. PRECIPITAÇÃO E PRECIPITAÇÃO EFETIVA

Precipitação é entendida em Hidrologia como toda a água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre, e no caso do balanço hídrico no solo agrícola, em forma de chuva. Este fator climático é, sem dúvida alguma, um dos que mais influenciam a agricultura, devido sua variabilidade tanto espacial como temporal, afetando diretamente a recomendação de culturas e cultivares, a época de semeadura e colheita, o manejo do solo, a produtividade das culturas, etc. A deficiência hídrica ou uma deficiente distribuição das chuvas podem ocasionar grandes frustrações de safras.

Segundo CAMARGO et alii. (1990), a disponibilidade de precipitação numa região durante o ano (ou anos) é o fator determinante para quantificar a necessidade de irrigação das culturas.

Sendo assim, a precipitação consiste na principal entrada natural de água no sistema agrohidrológico, abastecendo o reservatório-solo, para suprir as plantas. Porém, nem toda a água precipitada sobre o solo permanece efetivamente disponível para as plantas, devido a fatores relativos às características do solo, da cobertura vegetal e da própria precipitação, ou seja, do total de água que atinge a superfície terrestre, nem toda ela é incorporada no reservatório-solo, parte é perdida por escoamento superficial (RUNOFF) e percolação profunda (abaixo do sistema radicular das culturas).

Torna-se, portanto, necessário introduzir relações empíricas para estimar as frações de precipitação que se infiltra no solo, e que tornar-se-á disponível às culturas, e aquela que participa do escoamento superficial. Neste estudo, a parte da precipitação agronomicamente efetiva, será estimada, indiretamente, através do método "curve number" proposto pelo SCS (1972), como descrito por SCHWAB et al., (1981); PORTO (1986); ALMEIDA (1993). Este método relaciona o escoamento superficial com o nível de precipitação em função do tipo de solo, cobertura vegetal, declividade do terreno, práticas conservacionistas, e o nível de umidade do solo, utilizando-se de parâmetros tabelados (maiores detalhes em materiais métodos).

A percolação profunda será determinada diretamente nos modelos de balanço hídricos, quando a quantidade de água infiltrada no solo ultrapassar a capacidade máxima de armazenamento, constituindo-se um elemento derivado.

## 2.4.2. EVAPOTRANSPIRAÇÃO

GRASSI (1968) manifesta que a evapotranspiração de uma superfície com vegetação necessita de energia<sup>(4)</sup> para a mudança de estado (de líquido para vapor); em segundo lugar, requer a presença de água no solo; e finalmente, precisa de um mecanismo de transmissão da água contida no mesmo até a atmosfera.

O provedor da fonte energética é a radiação solar; o conteúdo de água no solo depende da precipitação pluvial ou da irrigação; e as diferenças de potenciais existentes nas distintas partes do sistema solo-planta-atmosfera, produz um movimento de circulação até a superfície onde ocorre a perda hídrica.

Segundo CHANG (1968); SLATYER (1967), entre outros, o fenômeno da evapotranspiração depende essencialmente de fatores climáticos tais como: Radiação Solar; Temperatura; Ventos; Umidade Atmosférica e Pluviometria; Além disto, a própria cultura influi com: Variedade; Desenvolvimento fisiológico, Densidade de cobertura; e também o solo com: textura, estrutura, capacidade de retenção de água e umidade.

Com o uso de variáveis meteorológicas diversas fórmulas foram elaboradas para calcular a evapotranspiração de uma cultura, tanto porque, comenta BERLATO et alii. (1981), medidas diretas de evapotranspiração normalmente não existem, como se faz necessário, para cada região e condição climática. Em vista disso, cita SEDIYAMA (1987), que as estimativas baseadas em princípios físicos e fisiológicos, ou mesmo as equações empíricas que utilizam parâmetros climáticos comuns, constituem-se muitas vezes, na única alternativa disponível.

Existem na literatura diversas proposições ou equações para a estimativa da evapotranspiração. De todas as que existem, é necessário coordenar as que possibilitem, além de boa precisão, um fácil manuseio, porém estas considerações muitas vezes esbarram na disponibilidade das variáveis meteorológicas no local de estudo.

Segundo BERLATO et alii (1981), as estimativas de evapotranspiração potencial mais utilizadas são as de THORNTHWAITE (1948), pela sua simplicidade e facilidade de execução, e a de PENMAN (1945), pela

---

<sup>(4)</sup> Segundo vários autores, a quantidade de energia necessária para a evaporação de um grama de água (mudança estado líquido para o estado gasoso) gira em torno de 586 calorias à temperatura de 20 C.

precisão nos resultados e versatilidade. DOORENBOS & PRUITT (1984), estabelecem que comparado com outros o método de PENMAN apresenta resultados mais satisfatórios. SEDIYAMA (1987), citando um estudo desenvolvido pela FAO, comenta que os métodos que envolvem apenas os dados de temperatura devem ser evitados, devido sua baixa precisão, ou quando não for possível, devem ser aplicados para períodos mensais.

Segundo DORFMAN (1977), a evapotranspiração é uma das mais importantes e complexas variáveis do ciclo hidrológico e sua aplicação, nos mais diversos ramos da ciência, requer acurácia e precisão diferentes, dependendo das variáveis meteorológicas utilizadas para sua avaliação e das características do solo e da planta.

Em vista do exposto acima, um estudo regional, analisando a adequação das equações e procedimentos que podem ser utilizados para a estimativa de evapotranspiração, torna-se necessário.

## 2.5. DESCRIÇÃO DOS MODELOS DE BALANÇO HÍDRICO

Entre os diversos modelos que simulam a variação da umidade do solo e a evapotranspiração real das culturas, definindo os períodos de déficit e excesso, e cuja a adequação vem sendo testada em várias bacias hidrográficas, apresenta-se neste estudo resultados obtidos com três destes modelos que serão descrito a seguir.

### 2.5.1. BALANÇO HÍDRICO DE THORNTHWAITE & MATHER (BHT)

THORNTHWAITE & MATHER (1955), elaboraram um sistema de contabilidade para obter os déficits e/ou excessos de água, a que denominaram Balanço hídrico (BELTRAME et alii, 1979). Segundo relata CUNHA (1992), esta é a metodologia de cálculo de balanço hídrico mais utilizada para fins agroclimáticos, que consiste no cotejo entre a precipitação pluvial e a evapotranspiração, considerando-se uma determinada capacidade de armazenamento de água no solo (CAD). O método é amplamente utilizado devido a exigência de dados de fácil obtenção (temperatura, precipitação, latitude local e capacidade de água disponível) (NETO et alii, 1991). Evidenciando, de forma simples e racional, o comportamento no curso do ano dos dois fatores básicos da

aptidão agroclimática: o térmico e o hídrico.

Segundo LANNA et alii (1991), a dinâmica utilizada por este modelo mensal pode ser explicada como a seguir. A chuva total precipitada é usada para suprir as necessidades hídricas das plantas. Havendo chuva excedente ela é armazenada no solo até o limite de sua capacidade de retenção. Atingida esta, ocorre o excesso hídrico que é suposto percolar para maiores profundidades ou escorrer superficialmente, para fora da área agrícola. Havendo carência de chuva, as necessidades hídricas remanescentes são supridas pela umidade do solo. Quando o solo secar, ocorre o déficit hídrico, que deverá ser suprido pela irrigação.

As rotinas propostas para efetuar a contabilidade do balanço hídrico citadas por BELTRAME et alii (1979), DOREMAN (1989), consideram as propriedades físico-hídricas (CC e PM) dos solos para a determinação da capacidade de armazenamento de água no solo, e a teoria de VIEHMEYER & HENDRICKSON (1949), na extração da água no solo. Já outros autores, como MOTA (1985), TUBELIS (1986), CUNHA et alii (1992), consideram a teoria e utilizam-se das tabelas de armazenamento de água no solo propostas por THORNTHWAITE & MATHER (1957).

#### 2.5.2. BALANÇO HÍDRICO MODIFICADO (BHM)

Este modelo consiste em um método de balanço diário seriado de água no solo, através da junção de diversos métodos, teorias e critérios existentes, segundo BRAGA (1982). O método leva em consideração não apenas a capacidade de água disponível máxima do solo (CAD), mas também a planta (cultura) e a demanda atmosférica (ETP), definida através da água disponível efetiva (ADE).

O BHM baseia-se em uma contabilização entre o que entra de água para o solo, na forma de precipitação, e o que sai na forma de evapotranspiração. A quantidade de água que porventura excede os limites da CAD, é considerada como excesso, sendo perdida por drenagem profunda ou deflúvio superficial.

Considera-se, que a evapotranspiração real (ETr) seja igual a evapotranspiração potencial (ETP) até o limite de utilização da água disponível, ou seja, da água prontamente disponível, determinado pelo fator "p". O fator "p", pode ser definido como a fração da CAD na qual

a condição de evapotranspiração real (ETr) das espécies mantém-se igual a evapotranspiração potencial (ETP) e depende de características do solo e da demanda evaporativa local. A evapotranspiração potencial (ETP) é estimada por equações da literatura em função dos dados meteorológicos disponíveis. O limite que define a água remanescente no solo, abaixo do qual ETr é menor que a ETP, é chamado de armazenamento crítico. Assim, toda a água solicitada através da demanda atmosférica, definida pela ETP, é prontamente atendida até atingir o armazenamento crítico, ou ADE ter sido consumida. Desta forma, o secamento ou diminuição da água no solo segue um modelo retilíneo, teoria de VIEHMEYER & HENDRICKSON (1949), até atingir o armazenamento crítico. Abaixo deste limite, assume-se que a diminuição da água no perfil do solo apresenta uma queda exponencial, como sugere a teoria original do modelo de THORNTHWAITE & MATHER (1955). Considera-se déficit hídrico a condição onde há uma insuficiente disponibilidade de água na zona das raízes, para promover um ótimo crescimento e desenvolvimento da planta. Dessa forma pelo BHM, toda vez que os limites de umidade do solo atingirem valores abaixo do armazenamento crítico, caracteriza-se como déficit hídrico (BRAGA, 1982).

### 2.5.3. MODELO DE BALANÇO HÍDRICO BALHIDRO (BHB)

Neste modelo o balanço hídrico é realizado no intervalo de tempo diário, considerando os intercâmbios de umidade entre a parte superior e profunda do solo (LANNA et alii, 1989). Além disso, no cotejo do balanço hídrico, é considerado o desenvolvimento do sistema radicular ao longo do ciclo do cultivo, variando o volume de controle de armazenamento da água no solo ao decorrer do tempo.

Permite, assim, uma melhor caracterização da heterogeneidade temporal das variáveis, resultando em uma melhor estimativa da efetividade das chuvas, além de permitir um adequado estudo estatístico aos resultados do balanço.

A chuva real precipitada em um dia é repartida entre uma perda inicial, uma parte que escoá superficialmente e outra que é infiltrada. Esta última parte é a que tem interesse agrícola, sendo denominada chuva efetiva.

A chuva efetiva aumenta o teor de umidade da zona superior do

solo. A este termo pode ser acrescido a lâmina de irrigação. As abstrações de água desta zona podem ser realizadas pela evapotranspiração, utilizando a teoria de VIEHMEYER & HENDRICKSON (1949), e pela percolação para a zona profunda do solo. Esta, por sua vez, é alimentada pela percolação da zona superior e perde água por percolação profunda.

Os fundamentos matemáticos deste modelo são descritos por HIMAT (1985), LANNA et alii (1989), ALMEIDA (1993) e serão melhor detalhados em materiais e métodos.

O método de repartição, para a estimativa da fracção da chuva que poderá ser efetivamente utilizada pelas culturas, é o proposto pelo Soil Conservation Service (SCS) dos Estados Unidos (SCHWAB et alii, 1981; PORTO, 1986 apud LANNA et alii, 1989; ALMEIDA, 1993), denominado de método da "curve number".

## 2.6. DEFINIÇÃO DO INTERVALO DE TEMPO PARA COMPOR OS MODELOS

Segundo BRAGA (1982) a definição do número de dias que seja ótimo para compor o período é função do objetivo do estudo. Porém a experiência tem demonstrado que, para estudos na área agrônômica, esse número varia entre três e dez dias.

Segundo vários autores, o ideal é que o balanço hídrico para determinar a necessidade de irrigação de culturas, seja feito com um intervalo de tempo, aproximadamente igual ao turno de rega (ou Frequência de irrigação, correspondendo ao intervalo, em dias, entre irrigações sucessivas numa mesma área), que geralmente, varia entre 3 a 10 dias.

SILVA (1976), salienta que como a média de valores (dados mensais e normais climatológicas), geralmente, não espelham a realidade, sobretudo na agricultura, as necessidades de irrigação ficam melhor caracterizadas através da análise de frequência (valores diários), conhecendo-se desta forma, valores das necessidades máximas que podem ser atingidas ou ultrapassadas com uma determinada frequência.

Neste estudo os balanços serão computados para intervalos diários, afim de promover a análise estatística da ocorrência de ~~estados~~ hídricos durante o ciclo das culturas, e em função de outros aspectos, como a determinação temporal dos estágios de desenvolvimento



em função da soma de unidades térmicas diárias e contagem do número de dias do calendário, para a seleção dos coeficientes de cultivo e profundidades do sistema radicular ao longo do ciclo das culturas.

## 2.7. DEFINIÇÃO DO VOLUME DE CONTROLE

O volume de solo considerado depende da cultura em estudo, pois ele deve englobar seu sistema radicular. Assim é que se considera como limite superior deste volume a superfície do solo e como limite inferior a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (LIBARDI et alii, 1984). Sendo considerado como sistema radicular efetivo aquela profundidade (solo-raízes) que contribui com 75 a 90 % de absorção da água total usada pelas plantas (REICHARDT, 1987). É esta zona de raízes que determina a profundidade do reservatório-solo, efetivamente explorada pelas raízes das culturas, e que deve ser determinada através de experimentos.

Como a profundidade do sistema radicular é uma variável temporal, que depende do estágio de crescimento da cultura considerada, o volume de controle do armazenamento de água disponível (reservatório do solo) deverá também ser variável ao longo do ciclo da cultura.

A profundidade atingida pelas raízes, em determinado dia, pode ser estimada a partir de interpolação entre determinações experimentais de comprimento das raízes nos estádios de desenvolvimento ao longo do ciclo das culturas, obtidos em trabalhos de pesquisas na literatura, pois sua determinação "in locu", por ser muito onerosa e trabalhosa, não se justifica, para o objeto deste estudo.

## 2.8. ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO

A quantidade máxima de água disponível para ser absorvida pelas culturas (CAD) depende da estrutura e da textura do solo, bem como da dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera. Dessa forma, para efeito de processamento nos modelos de balanço hídricos, a capacidade de campo (CC) e o ponto de murchamento (PM) de um solo são praticamente constantes (conceitos estáticos) para um determinado tipo de solo, mas variam grandemente de um tipo de solo para outro. Sendo assim, são

imprescindíveis os estudos das características físico-hídricas dos solos, para quantificar a disponibilidade ou necessidade de água para as culturas. Pois, a Capacidade de Campo (CC) e o Ponto de Murchamento Permanente (PM) fornecem os parâmetros (Físico-hídricos) dentro dos quais a água encontrar-se-á disponível às culturas num determinado perfil do solo.

De forma analítica, segundo descrevem REICHARDT (1987) e BRAGA (1982) entre outros, pode-se determinar a capacidade de armazenamento máxima de um solo, como a seguir:

$$CAD = \int_0^Z \int_{\theta_{PM}}^{\theta_{CC}} d\theta \cdot dz = (\theta_{CC} - \theta_{PM}) \cdot Z \quad \dots\dots\dots 2.3$$

onde, CAD é capacidade de água disponível máxima do solo;  $\theta_{CC}$  e  $\theta_{PM}$  são os teores de umidade volumétrica nos limites da capacidade de campo e no ponto de murchamento, respectivamente; Z é a profundidade da camada de solo considerada.

Porém, alguns autores comentam que nem toda essa quantidade de água armazenada (CAD) permanece prontamente disponível às plantas, apenas uma fração desta é efetivamente disponível (ADE), definindo a quantidade de umidade no solo em que a evapotranspiração é uma função da demanda evaporativa da atmosfera e abaixo do qual ela é limitada pela disponibilidade hídrica do solo. O ponto crítico que limita esta condição foi definido por DOORENBOS & KASSAN (1979), como a fração "p" de água efetivamente disponível no solo, que varia conforme a capacidade de absorção de água da cultura, com o estágio de desenvolvimento da cultura e com a demanda evaporativa da atmosfera.

Sendo assim, segundo DOORENBOS & KASSAN (1979), a quantidade de água efetivamente disponível pode ser estimada, da seguinte forma:

$$ADE = CAD \cdot p \quad \dots\dots\dots 2.4$$

onde, ADE é a água efetivamente disponível; CAD é a capacidade de água disponível máxima do solo; p é a fração de água prontamente disponível que pode ser obtido na tabela em anexos segundo DOORENBOS & KASSAN (1979), para diferentes culturas e condições de demanda evaporativa.

As teorias que enfocam os conceitos de disponibilidade de água às plantas cultivadas, abordadas neste estudo, nas quais modela-se a extração da água pelas culturas e a determinação da variação de umidade do solo nos modelos de balanço hídrico, podem ser resumidas na figura abaixo, apresentada por HAGAN (1965, apud SILVA, 1976).

A teoria de VEIHMEYER & HENDRICKSON (1965), propõe que a água do solo encontra-se igualmente disponível desde a capacidade de campo até o ponto de murchamento, sendo inaproveitada pelas culturas quando a umidade é inferior a este ponto. Neste intervalo de disponibilidade a evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) é igual a evapotranspiração potencial (ETP). A teoria de THORNTHWAITE & MATHER (1955), considera que a razão ETR/ETP decresce linearmente desde a capacidade de campo até o ponto de murchamento. Segundo TANNER (1967), vários autores, tais como, PIERCE, ROBERTSON & HOLMES (1961), consideram que a evapotranspiração real se mantém ao nível potencial desde a capacidade de campo até um determinado valor de umidade no solo decrescendo gradualmente (exponencialmente) logo após.

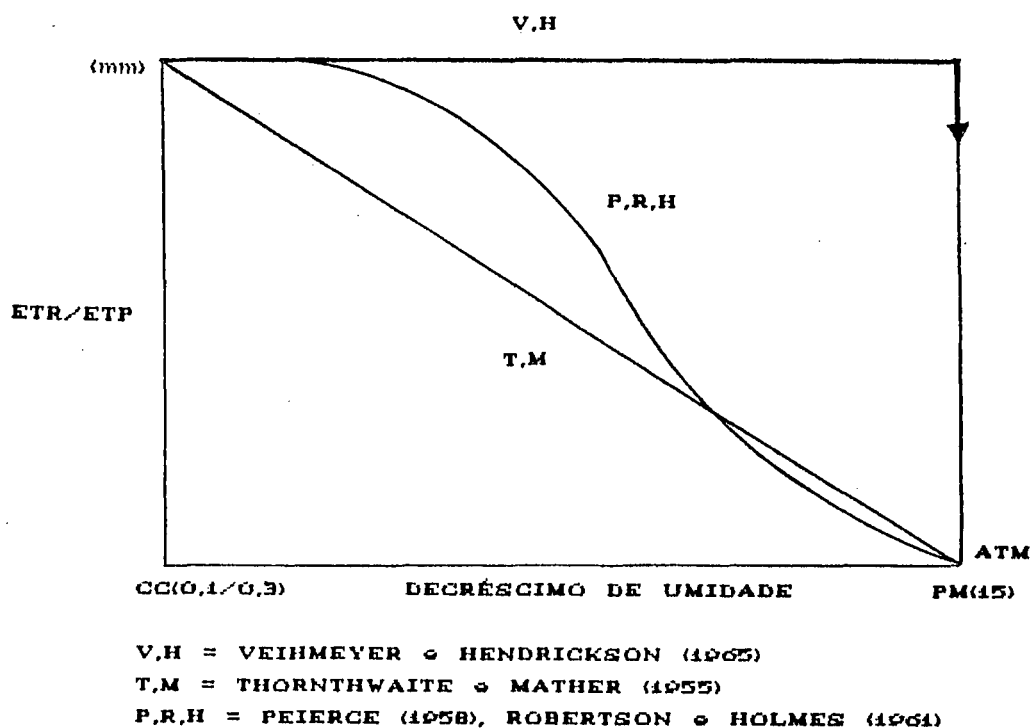


Figura 2.1. Teorias que relacionam a taxa de evapotranspiração e a umidade do solo, (HAGAN, 1965, apud SILVA, 1976).

Segundo CHANG (1968), as conclusões conflitantes obtidas por estes autores não decorrem de erros experimentais, mas sim das diferentes condições em que foram realizados os experimentos. Apesar disso, através destas teorias, obteve-se uma grande contribuição para o

equacionamento deste fenómeno nos modelos de balanço hídrico, porém, não há ainda, uma teoria universal conclusiva que permita predizer com clareza o decréscimo da umidade do solo através da evapotranspiração.

## 2.9. DEMANDA HÍDRICA E NECESSIDADES DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Segundo DORFMAN (1989), as equações do balanço hídrico detectam os problemas de demanda e nós devemos resolvê-los, estabelecendo alguns critérios:

- A demanda de água de irrigação deve necessariamente combinar chuva, evapotranspiração e reserva de água no solo.

- A demanda deve ser atendida no sentido do maior benefício económico e não da maior produtividade do cultivo.

Dai a importância dos estudos das funções de produção da água para as culturas, onde podemos citar PARFITT (1991) e AGUINSKY (1991), entre outros.

Para o cálculo da demanda hídrica utiliza-se o método denominado de balanço hídrico, que consiste em contabilizar a água no solo, num processo em que a chuva representa o abastecimento e a evapotranspiração o consumo de água, considerando-se uma determinada capacidade de armazenamento de água no solo, em condições de ser extraída pelas plantas (SILVA et alii, 1986).

Sendo assim a Evapotranspiração é o fator básico na determinação do total de água necessária durante o ciclo das culturas, que para os diferentes estádios de desenvolvimento apresentam diferentes exigências hídricas ou necessidades de água.

Um procedimento para quantificar essas necessidades hídricas, é proposto por DOORENBOS & PRUITT (1976) e consiste na determinação da Evapotranspiração Potencial (ETP) e através de um coeficiente apropriado, denominado Coeficiente de Cultivo (Kc), pode-se estimar a evapotranspiração (máxima) da cultura considerada, em seus diversos estádios de crescimento, da seguinte forma:

$$ET_m = K_c \cdot ETP \quad \dots\dots\dots 2.5$$

onde,  $ET_m$  é a Evapotranspiração máxima da cultura;  $K_c$  é o Coeficiente de Cultivo em determinado estádio de crescimento;  $ETP$  é a Evapotranspiração Potencial no período.

Estudos considerando a razão  $ET_m/ETP$  (Kc), mostraram ser esta relação constante para uma mesma cultura numa mesma fase de seu ciclo (SEDIYAMA et alii, 1992). Assim em 1968, JENSEN definiu esta razão como "Coeficiente de Cultivo" (JENSEN, 1973).

De acordo com DOORENBOS & PRUITT (1977), o valor do coeficiente de cultivo é afetado principalmente pelas características da cultura, tais como: estágio de crescimento, comprimento do seu ciclo e condições climatológicas; e particularmente no início da estação de crescimento, a frequência das chuvas ou irrigação é importante. Segundo SEDIYAMA et alii (1992), a época de plantio afeta o coeficiente de cultivo de maneira indireta, pois tem influência no ciclo da cultura e na sua taxa de crescimento.

## 2.10. CARACTERÍSTICAS DAS CULTURAS

### 2.10.1. CULTURA DA SOJA (*Glycine max*, (L.) Merrill)

Soja (*Glycine max*, (L.) Merrill), a mais importante cultura oleaginosa do mundo, é uma leguminosa  $C_3^{(1)}$ , anual, herbácea, porte ereto, originária da Ásia.

O sistema radicular consta de raiz pivotante<sup>(2)</sup>, com ramificações ricas em nódulos (REICHARDT, 1987).

A extensão do sistema radicular, embora possa atingir até 2.5 m em condições de lavoura, na maioria das vezes localiza-se nos primeiros 30 cm de solo e a sua maioria concentra-se nos primeiros 10 a 15 cm (VERNETTI et alii, 1979, apud PARFITT, 1991). As raízes mais profundas apesar de em quantidade menor, parecem ter uma atividade importante. Perfis de umidade de solo indicam que até 50 cm de profundidade a extração de água da soja é muito grande, cerca de 80 a 90 % da evapotranspiração real da cultura vem desta camada (REICHARDT, 1987).

É uma cultura que cresce em condições de clima quente (tropi-

---

(1) Culturas  $C_3$ : São espécies de plantas que fixam o  $CO_2$  em compostos de 3 carbonos, através do ciclo " $C_3$ " de Calvin, sendo menos eficiente do que as plantas " $C_4$ ", no uso da água para produção de matéria seca.

(2) Sistema radicular pivotante: apresenta um eixo principal do qual partem ramificações secundárias, terciárias, etc., que normalmente não ultrapassam em comprimento o eixo inicial.

cal), subtropical e temperado. A soja é relativamente resistente à temperaturas baixas e muito altas, porém as taxas de crescimento diminuem acima de 35°C e abaixo de 18°C. O crescimento vegetativo total é de 100 a 150 dias ou mais (DOORENBOS & KASSAN, 1979). O ciclo da cultura é dividido, segundo FEHR et alii (1977, apud PARFITT, 1991), em dois períodos: vegetativo (V) e reprodutivo (R), que por sua vez, são subdivididas em subperíodos. A cultura pode desenvolver-se em uma ampla variedade de solos, exceto nos muito argilosos.

Um nível freático superficial, especialmente durante o período vegetativo inicial pode afetar negativamente os rendimentos. A planta é sensível ao encharcamento, porém é moderadamente tolerante à salinidade do solo (DOORENBOS & KASSAN, 1979).

A necessidade hídrica desta planta para se obter uma produtividade alta é de 450 a 850 mm por ciclo, dependendo do clima e da duração do período de crescimento (REICHARDT, 1987; DOORENBOS & KASSAN, 1979). Segundo BERLATO & BERGAMASCHI (1987), foi observado um consumo médio para essa cultura de 840 mm, com uma variação de 805 a 873 mm nas safras estudadas. O consumo médio durante o ciclo foi de 5,8 mm/dia, podendo atingir, em média, uma evapotranspiração de 7,4 mm/dia nos subperíodos reprodutivos.

Os coeficientes de cultivo para a cultura da soja podem ser encontrados em DOORENBOS & KASSAN (1979), REICHARDT (1987), SEDIYAMA et alii (1992), bem como, valores locais em BERLATO, BERGAMASCHI & MATZENAUER (1987), em anexos.

As épocas mais sensíveis à deficiência ou ao excesso de água são o florescimento e a formação da produção, principalmente no final do florescimento e início da formação dos grãos. Também o excesso ou a falta de água no período vegetativo prejudica o crescimento da planta (BERGAMASCHI, 1992).

Quando irrigada adequadamente, a soja pode chegar a produzir de 2,0 a 3,5 ton de grãos/ha. Com uma equivalência de um metro cúbico de água por 0,4 a 0,7 quilos de grãos (REICHARDT, 1987).

A época de semeadura da soja recomendada para o Rio Grande do Sul vai de setembro a dezembro (IPAGRO, 1989; BERGAMASCHI et alii, 1977). Sendo que, para a Bacia em estudo, localizada na região agroclimática I do Zoneamento Agroclimático (IPAGRO, 1989), a época ideal recomendada para a semeadura corresponde o período de 15 de setembro a 30 de outubro para as variedades precoces e de 01 de setembro a 15 de novembro para variedades tardias.

2.10.2. CULTURA DO MILHO (*Zea mays*, L.)

O milho (*Zea mays*, L.) é uma gramínea C<sub>4</sub><sup>(1)</sup>, anual, monóica, de origem americana. É o terceiro maior cultivo do mundo. É uma cultura com possibilidades de cultivo em uma faixa climática bastante variável, sendo, entretanto, bastante exigente à umidade, principalmente no tocante à distribuição das precipitações durante seu ciclo, como também, quanto à temperaturas baixas ou muito elevadas (BRUNINI, 1987).

A precipitação pluvial é uma das variáveis meteorológicas de maior importância para o desenvolvimento da cultura do milho. Para minimizar riscos na produção torna-se necessário ajustar a melhor época de plantio ao regime pluvial da região (SILVA, 1991).

A planta se desenvolve bem na maioria dos solos, sendo pior nos argilosos, muito densos e pesados, e nos muito arenosos. O solo deve ser bem drenado e arejado, pois a cultura é sensível a condições de saturação de água, mesmo por alguns dias apenas (DOORENBOS & KASSAN, 1979).

O sistema radicular é fasciculado<sup>(2)</sup> e, de maneira geral, pode-se dizer que cerca de 60 % do sistema se encontra na camada superficial de 0 a 30 cm e que a profundidade média máxima é de 1.0 metro, podendo, as vezes, atingir 1.5 metros (REICHARDT, 1987).

A cultura é tida como exigente em água. Apesar disso, ela é uma das culturas mais eficiente no uso da água, isto é, produz um grande acúmulo de matéria seca por unidade de água absorvida. Segundo DOORENBOS & KASSAN (1979), para produções ótimas, variedades de ciclo médio (90 a 110 dias) exigem de 500 a 800 mm por ciclo, dependendo das condições climáticas. O período de máxima exigência é na fase do embonecamento ou um pouco depois dele; por isso, déficits de água que ocorrem nesse período são os que provocam maiores reduções na produtividade. Déficit de água anterior ao embonecamento reduz a

---

(1) Culturas C<sub>4</sub>: São espécies de plantas capazes de fixar o CO<sub>2</sub> em compostos de 4 carbonos, como o malato e aspartato, além do que é feito pelo ciclo "C<sub>3</sub>" de Calvin; estas plantas se caracterizam pela alta taxa de fotossíntese, baixa perda de CO<sub>2</sub> na luz (fotorrespiração), anatomia foliar característica e baixo consumo de água por unidade de matéria seca produzida.

(2) Sistema radicular fasciculado: apresenta várias raízes secundárias, terciárias, etc., que ultrapassam em crescimento a raiz inicial formando um emaranhado sem eixo principal.

produtividade. A extensão do período de déficit também é importante.

Ótimas produtividades de milho variam de 6 a 9 t/ha. Em condições de chuva natural, a produtividade oscila entre 2 a 4 t/ha, dependendo do híbrido (variedade) e das condições solo-clima (REICHARDT, 1987).

O coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), que relaciona as necessidades de água ( $ET_m$ ) com a evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) nas distintas etapas de desenvolvimento do cultivo do milho, são encontradas em DOORENBOS & KASSAN (1979), REICHARDT (1987), e outros, bem como, valores locais para o Rio Grande do Sul em MATZENAUER et alii (1989), MATZENAUER (1980, 1984 e 1992), em anexos.

A época de semeadura no Rio Grande do Sul, vai de setembro até dezembro (IPAGRO, 1989). Sendo que, o período recomendado pelo Zoneamento Agroclimático, para a região em estudo, corresponde o período de 15 de setembro a 30 de novembro (15/10 a 15/11 a época preferencial) para as variedades precoces e de 15 de setembro a 15 de dezembro (15/10 a 30/11 a época preferencial) para variedades tardias.

## 2.11 FATORES QUE AFETAM O CRESCIMENTO E O RENDIMENTO DOS CULTIVOS

As maiores respostas de uma cultura em rendimento ocorrem em regiões com boa distribuição de precipitações e sem limitações térmicas durante seu ciclo. Segundo MALUF et alii (1980 e 1983), entre os fatores climáticos limitantes na produção da maioria das culturas estivais, no Rio Grande do Sul, encontramos as disponibilidades térmicas e hídricas.

Em particular, no Rio Grande do Sul, sabe-se que o rendimento do milho é sensível à temperatura (soma térmica) e Precipitação (BERLATO et al, 1974; SUTILI, 1977). AGUINSKY (1991), trabalhando com dados de precipitações brutas e rendimentos de milho de estações experimentais, desenvolveu várias equações que descrevem, pelo uso da soma térmica, a produtividade da cultura em função da água disponível em 4 períodos do ciclo da cultura.

O desempenho produtivo da soja está intimamente relacionado com sua adaptação em termos de comportamento fenológico, o qual está condicionado, principalmente, aos regimes hídrico, térmico e fotoperiódico (FINARDI, 1979). PARFIT (1991), através de funções de produção



(modelos água-rendimento), estudou o rendimento da soja, para algumas regiões do Rio Grande do Sul.

A quase totalidade das culturas de ciclo estival tem sua produtividade afetada pelas deficiências ou excessos de umidade do solo (EMBRAPA, 1987) e, por conseguinte, podem apresentar interesse para um programa de irrigação e drenagem.

Assim, a soja e o milho, dentre as culturas anuais, apresentam rendimentos médios, bem abaixo de seus potenciais produtivos, ocasionados na maioria das vezes pela insuficiência ou o excesso de umidade do solo.

Além disso, com as possíveis alterações previstas em função da intensificação do Efeito Estufa provavelmente ocorrerá modificações na demanda hídrica destas e outras culturas, conjuntamente com a variação das disponibilidades dos recursos hídricos e térmicos, cujos quais, são os principais elementos bioclimáticos responsáveis pelo desenvolvimento das culturas.

Segundo GALBIATTI (1978), as condições hídricas do solo são afetadas diretamente pelas variações climáticas e indiretamente pelo modo que essas variáveis possam afetar o crescimento da planta, tanto individualmente quanto devido suas interações.

Destarte, um conhecimento das relações ambientais entre água-solo-planta torna-se necessário para que se possa determinar o balanço agrohidrológico, fatores importantes na produção vegetal e, em consequência, para o estabelecimento de projetos de irrigação e de aproveitamento racional da água na agricultura.

## 2.12. NECESSIDADES HÍDRICAS E PERÍODOS CRÍTICOS DAS CULTURAS

As culturas diferem em termos de exigências hídricas ou na tolerância ao estresse hídricos e, portanto, na tolerância à depleção da umidade do solo. Os requerimentos hídricos e a resposta das culturas à precipitação e/ou irrigação variam não somente com o tipo de cultivo, mas também com o estágio fenológico, condições ambientais e com aspectos associados ao gerenciamento da água (AGUINSKY et alii, 1988).

Nem sempre a água proveniente de precipitações é suficiente para reconhecer a umidade necessária a ser armazenada no solo, para atender as necessidades das culturas, principalmente nas épocas de

altas demandas evaporativas e nos períodos de altas exigências hídricas, para se conseguir a melhor produtividade destas.

Como já mencionado, a capacidade de campo e o ponto de murchamento fornecem os parâmetros dentro dos quais a água está disponível à planta num determinado solo, sendo que a evapotranspiração potencial, juntamente com o coeficiente de cultivo, fornecem as exigências hídricas durante os estádios de crescimento no ciclo dos cultivos.

Existem períodos, dentro do ciclo vegetal, no qual a planta ressenha-se mais com as deficiências de água. A esses períodos dá-se o nome de pontos críticos. De um modo geral os pontos críticos situam-se no período da germinação e da floração. Uma seca neste último, pode resultar numa perda de 40 a 45 % da colheita (FAO, 1990).

Experimentos demonstram que com o nível adequado de água nos pontos críticos, além de assegurar a produção, encurta o ciclo vegetativo e aumenta a produção por hectare (DOORENBOS & KASSAN, 1979).

Segundo SEDIYAMA (1987), a necessidade de água diária da planta varia com a posição geográfica, condições climáticas (demanda evaporativa) e estágio fenológico.

O complexo e dinâmico sistema Solo-Água-Planta-Atmosfera tem tornado difícil o trabalho de especialistas ligados ao planejamento e alocação de recursos hídricos na obtenção de informações úteis a seus propósitos. Esta situação obriga a um desenvolvimento de pesquisas neste tópico para que os resultados experimentais possam prontamente serem utilizados.

### 2.13. CICLO TOTAL DOS CULTIVOS

FINARDI (1979), disserta que fatores do ambiente podem retardar ou acelerar o desenvolvimento das culturas, tais como: fotoperíodo, temperatura, chuvas, ventos e outros, e por outro lado, o homem, através de práticas de manejo como época de semeadura, controle de pragas, fertilidade do solo e outras, pode igualmente contribuir alterando o ciclo dos cultivos.

Uma mesma cultivar sofre alterações no ciclo com a mudança de ambiente especialmente a época de semeadura e latitude. Para que as culturas usufruam ao máximo das condições térmicas e hídricas durante o seu ciclo de desenvolvimento, elas devem ser semeadas numa época que

minimize os déficits hídricos, ou seja, deve-se evitar com que os pontos críticos coincidam com os períodos de escassez de umidade no solo ou de alta demanda evaporativa.

A temperatura e o fotoperíodo, ao ativarem ou inibirem, através de mecanismos fisiológicos, as fases de desenvolvimento, tem sido considerados os principais fatores na adaptação de uma dada cultivar de soja e conseqüente determinação do seu ciclo total de desenvolvimento (HANWAY, 1975 apud FINARDI, 1979).

HARTWIG (1975), afirma que variações de ano para ano nas datas de florescimento e maturação de uma cultivar semeada numa mesma data são devidas principalmente, às diferenças de temperatura ocorridas na estação de crescimento.

Os estudos climatológicos tem procurado informações sobre os parâmetros a serem estudados para contribuir na solução dos problemas agrícolas, principalmente no tocante ao comportamento fenológico das culturas.

Segundo a FAO (1987 e 1990), o comprimento dos estágios de crescimento dependerá principalmente da cultura e das condições de crescimento, em particular a temperatura.

A influência da temperatura do ar sobre o desenvolvimento do milho é tão importante que se desenvolveram métodos de determinar as exigências térmicas do milho para determinadas fases bem como o ciclo total, através da soma térmica onde se considera uma temperatura base de 10°C e uma temperatura máxima de 30°C (SUTILI et alii, 1977). Para a cultura da soja, MAJOR et alii (1975), também sugere estes mesmos valores para a temperatura base (10°C) e temperatura máxima (30°C).

Por sua vez, a soma de temperatura tem sido um método adequado para prever o desenvolvimento fenológico das culturas, tanto em ambientes controlados como à campo, apresentando melhor precisão do que a simples contagem de "dias do calendário" (PASCALE, 1969; BROWN & CHAPMAN, 1961; MAJOR et alii, 1975).

Um estudo de GILMORE e ROGERS (1958, apud AGUINSKY, 1991) chega à conclusão que a soma térmica necessária para alcançar a maturação do milho é relativamente constante, apesar de terem observado que o número de dias pode variar desde a germinação até a maturação fisiológica.

NEWMAN (1976); SCHAAL & NEWMAN (1976) apud FINARDI (1979), relatam que o sistema de caracterização de cultivares (comportamento fe-

nológico), baseado no número de "dias do calendário", que separam estádios de desenvolvimento, torna-se demorado, oneroso e suscetível a grandes erros devido à exigência de um grande número de repetições no espaço e no tempo, podendo ocorrer em um destes pontos de observação uma variação de tempo que mascare os resultados.

BROWN, (1960); BROWN & CHAPMAN (1961), trabalhando com soja, caracterizaram uma série de cultivares usando equações relacionando desenvolvimento e temperatura. OLIVEIRA & GOEDERT (1971, apud SILVA, 1984), definem época de semeadura e colheita para alguns cultivares, justificando que estes apresentam uma soma constante de graus-dia para completar seu ciclo.

Destarte, pode-se inferir que, com a intensificação do efeito estufa (aumento das temperaturas), as somas térmicas necessárias para as culturas completar seus ciclos de desenvolvimento, podem ser alcançadas em um período mais curto.

## 2.14. EFEITO ESTUFA

O efeito estufa, como descreve MOLION (1991), é a propriedade que a atmosfera terrestre tem de permitir que a maior parte da radiação solar (ondas curtas) chegue à superfície da terra e impedir que a radiação térmica (ondas longas), emitida por esta, escape totalmente para o espaço exterior, aumentando sua temperatura.

Segundo pesquisas (SMITH & TIRPAK, 1989), se não existisse o efeito estufa a temperatura média da superfície terrestre seria de 18° C abaixo de zero, porém esta temperatura gira em torno dos 15° C, sendo assim o efeito estufa é responsável por um aumento de temperatura de 33° C

### 2.14.1. CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

Os gases do efeito estufa são o vapor d'água (H<sub>2</sub>O), gás carbônico (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), os clorofluorcarbonos (CFCs), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e o ozônio (O<sub>3</sub>).

A hipótese da intensificação do efeito estufa baseia-se no fato de que, aumentando as concentrações dos gases absorvedores de radiação térmica, mais calor fica aprisionado no sistema Terra-

atmosfera e a temperatura do planeta aumenta e, conseqüentemente, ocorrerá modificações em outras variáveis climáticas.

Segundo registros a concentração de  $\text{CO}_2$  passou de 280 ppm na metade do século passado, para os 350 ppm, atualmente, correspondendo a um aumento de 25% em 150 anos, sendo que, 50% desta variação ocorreu apenas nos últimos 30 anos (MOLIOM, 1991).

Estima-se que a concentração de  $\text{CO}_2$  dobre por volta da metade do próximo século, intensificando o aquecimento global (KIMBAL, 1983).

#### 2.14.2. MODIFICAÇÕES CLIMÁTICAS EM FUNÇÃO DO EFEITO ESTUFA

Há algum tempo que a comunidade científica ligada às áreas das ciências atmosféricas vem alertando sobre prováveis mudanças climáticas provocadas pelo aumento da emissão de gases que provocam o efeito-estufa, tais como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido de dinitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}$ ), clorofluorcarbono (CFC) e outros (HANSEN et alii, 1988, apud TUCCI et alii, 1990).

Há preocupações que atividades humanas possam ser inadvertidamente modificantes do clima do globo, através do aumento do efeito estufa, pelas emissões passadas e contínuas de  $\text{CO}_2$  e outros gases que poderão causar aumento da temperatura da superfície da terra (HOUGHTON et alii, 1990), e possíveis modificações em outras variáveis climáticas, tais como precipitações e umidade atmosférica e outras (ROSE, 1989).

Apesar de haver uma grande polêmica a respeito, existe a possibilidade muito concreta do aumento do efeito estufa. O principal indício do aumento do efeito estufa é a grande correlação identificada entre  $\text{CO}_2$  na atmosfera e a temperatura média do globo (TUCCI et alii, 1991). É indiscutível que houve um aumento das taxas de  $\text{CO}_2$  na atmosfera, segundo KEELING et alii (1976, apud KIMBALL, 1983), a concentração de  $\text{CO}_2$  da atmosfera sofreu um grande incremento nos últimos 50 anos. Existem registros que indicam que a concentração de  $\text{CO}_2$  passou de 315 ppm para 342 ppm de 1958 até 1983 (TUCCI et alii, 1991) e poderá dobrar no ano 2025 (GRIBBIN, 1981, apud KIMBALL, 1983). Adicionalmente, existem registros da temperatura média do globo a partir do século passado, onde se observa um aumento sistemático, principalmente nos últimos 10 anos (TUCCI et alii, 1990).

Vários modelos teóricos tem prognosticado que a temperatura média global do ar aumentará 3 a 4°C com a duplicação da concentração de CO<sub>2</sub> (MANABE et alii, 1967; RA MANATHAN, 1981 apud KIMBALL, 1983). Segundo TUCCI et alii (1991), as estimativas dos modelos globais de clima (GCM) prevem, porém apresentando ainda grandes limitações quanto a qualidade dos resultados, o acréscimo da temperatura média da superfície do globo (2,8 a 5,2°C) e variação da precipitação média (7,1 a 15 %), bem como modificações na umidade atmosférica (ROSE, 1989).

A possibilidade de mudanças climáticas é de fundamental importância para a agricultura dada a estreita correlação existente entre clima e produção. Se isto ocorrer, consequentes mudanças poderão causar um significativo impacto na agricultura (HOUGHTON et alii, 1990). O impacto destas modificações na utilização dos recursos hídricos pelo setor agrícola em bacias hidrográficas necessita ser avaliado. Espera-se que os previstos aumentos globais de CO<sub>2</sub> atmosférico venham influenciar direta e indiretamente o metabolismo, crescimento e desenvolvimento das plantas e em consequência a necessidade hídrica. Concentrações elevadas de CO<sub>2</sub> afetarão diretamente os processos das plantas. Espera-se, também, que o nível de CO<sub>2</sub> venha influenciar indiretamente as plantas, devido ao previsto aumento na temperatura e modificações em outras variáveis climáticas, tais como precipitações e umidade atmosférica (ROSE, 1989).

O aumento da temperatura do ar, prevista pelos modelos globais de clima (GCM), poderá interagir com os efeitos diretos do aumento da concentração de CO<sub>2</sub>, podendo influenciar no comportamento de plantas, porém, as respostas das plantas, ainda, não são previsíveis com certeza. As respostas de cada espécie ao CO<sub>2</sub> são peculiares a sua fenologia, hábito de crescimento e adaptação (ROSE, et alii, 1989).

Entretanto, o incremento de temperatura global previsto pode resultar no aumento do déficit de pressão de vapor e portanto, a demanda para transpiração aumentará (IDSO & ALLEN, 1988 apud ROSE, 1989).

A partir dos estudos e observações realizados com os modelos GCMs alguns pesquisadores (KIMBALL, 1983; ROSE, 1989) verificaram que quando o CO<sub>2</sub> é duplicado há um incremento das precipitações. Quando as temperaturas aumentam, geralmente a evapotranspiração tende a aumentar. Conclui-se desta forma que o estado de umidade do solo não ~~.....~~ aumentará com a precipitação na mesma proporção, alterando as necessidades de irrigação das culturas.

## 2.14.3. PREVISÕES DOS MODELOS PARA AS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS

Os modelos (GCMs) usados na simulação das modificações climáticas, decorrentes da intensificação do efeito estufa, são sofisticados e complexos programas computacionais, que envolvem as equações que descrevem e quantificam os processos climáticos na atmosfera, utilizando-se para tanto dois cenários distintos, relacionados com a concentração de CO<sub>2</sub> (cenário atual 1x[CO<sub>2</sub>] e cenário futuro 2x[CO<sub>2</sub>]).

Segundo JENNE et alii (1989, apud DAMIANI, 1991), alguns dos principais modelos utilizados são:

- \* GISS - Goddard Institute for Space Studies, New York;
- \* GFDL - Geophysical Fluid Dynamic Laboratory of NOAA, at Princeton;
- \* CCM - Community Climate Model of NCAR, National Center of Atmospheric Research;
- \* OSU - Oregon State University, Corvallis
- \* UKMO - United Kingdom Meteorological Office;

DAMIANI (1991), apresenta uma descrição mais detalhada a respeito destes modelos citados e apresenta uma análise dos resultados de alguns destes, disponíveis para a bacia do Rio Uruguai, avaliando sua representatividade sobre a região. Este, comenta que os modelos estudados apresentam várias limitações de discretização e formulação do comportamento do globo, o que leva muitos pesquisadores a contestarem seus prognósticos.

Segundo comenta MOLIOM (1991), é bem provável que os atuais modelos matemáticos (climáticos) não sejam adequados para tais previsões, embora eles sejam, no presente, as únicas ferramentas disponíveis para esse tipo de estudo.

Estes modelos preveem um aumento na temperatura média da superfície da terra em torno de 1,5 a 5 °C e variações no comportamento das precipitações. Os resultados obtidos para a Bacia do Rio Uruguai são apresentados na tabela 2.1.

Segundo DAMIANI (1991), as variáveis mais confiáveis previstas pelos modelos GCMs são a temperatura e a precipitação (nesta ordem), e para a Bacia em estudo o modelo GISS foi o que apresentou melhor comportamento, comparado aos demais modelos estudados.

TABELA 2.1 Variações de precipitação e temperatura previstas pelos modelos globais de clima para a Bacia do Rio Uruguai

mês	Temperatura (acréscimos °C)				Precipitação % (1xCO <sub>2</sub> /2xCO <sub>2</sub> )			
	GISS	GFDL	UKMO <sub>1</sub>	UKMO <sub>2</sub>	GISS	GFDL	UKMO <sub>1</sub>	UKMO <sub>2</sub>
janeiro	4,8	4,5	6,0	6,5	0,92	1,28	0,98	1,69
fevereiro	4,4	3,9	6,1	5,6	1,30	0,89	1,22	1,18
março	4,9	2,1	6,0	5,5	1,37	1,31	1,06	1,38
abril	4,5	3,1	3,7	5,5	0,97	1,09	1,28	1,80
maio	4,2	3,7	4,0	5,2	0,73	0,75	0,83	1,49
junho	3,5	2,9	5,4	6,6	0,76	0,99	0,73	1,03
julho	4,6	3,6	5,0	5,8	1,08	0,91	1,19	1,14
agosto	3,9	4,0	5,0	6,1	0,82	1,48	1,03	1,21
setembro	4,2	3,7	5,7	5,6	1,02	1,48	0,96	0,97
outubro	4,7	4,1	6,0	5,4	0,91	2,54	1,39	1,06
novembro	5,1	1,7	7,2	7,1	0,88	1,09	1,05	0,61
dezembro	5,1	5,2	7,0	7,5	1,03	0,54	0,79	0,68
	4,5	3,5	5,6	6,0	0,98	1,20	1,04	1,19

FONTE: DAMIANI (1991)



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. LOCAL DO ESTUDO

A região de enclave deste estudo, tem como ponto central a Sub-bacia do Rio Potiribú, indicada na figura 3.1, com área aproximadamente de 600 km<sup>2</sup>, localizada na região do Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 28°15' a 28°38' de latitude sul e 52°24' a 53°55' de longitude oeste aproximadamente, fazendo parte da bacia do Rio Uruguai.

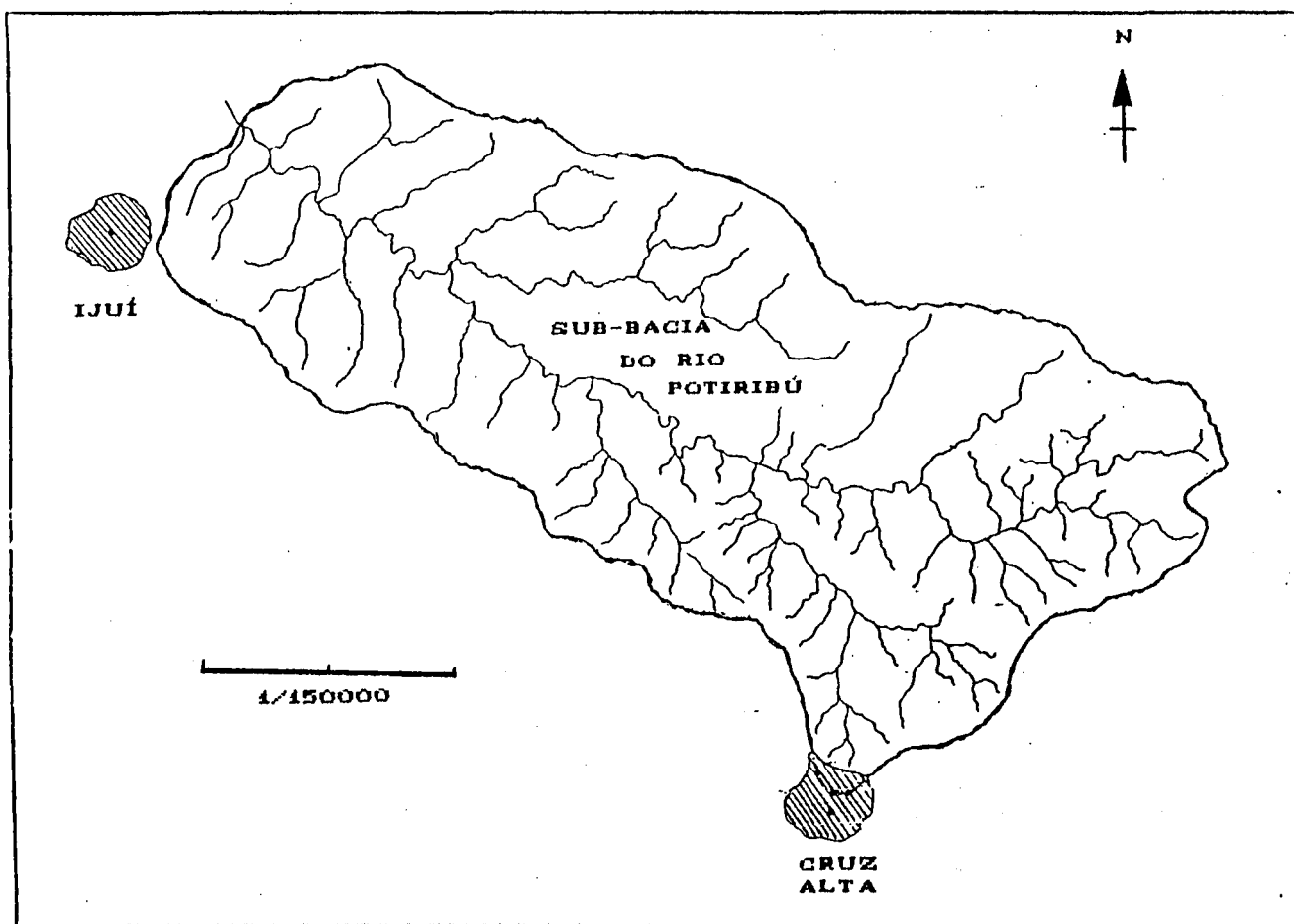


Figura 3.1. Sub-bacia do Rio Potiribú



tribui para facilitar a ação das massas de ar.

Os fatores geográficos e climáticos associam-se para estabelecer uma distribuição pluviométrica quase homogênea e uniforme. Os valores médios de totais precipitados situam-se entre 1500 e 2000 mm anuais.

A temperatura apresenta uma média variando entre 16 e 20° C. O mês mais frio é julho, podendo ocorrer valores negativos. Os verões são quentes e a temperatura média ultrapassa os 26° C.

Em síntese, o clima é temperado com mudanças bruscas devido as frequentes invasões de massas polares. Segundo a classificação de KOEPPEN, a classe predominante é a Cf, que corresponde ao clima temperado quente; em que a temperatura do mês mais frio está entre 18 e -3° C (mesotérmico). Constantemente úmido. Ocorre falta ou ausência de estação seca; isto é, chuva em todos os meses; a precipitação média do mês mais seco é superior a 60 mm (CNEC, 1979).

A vegetação é, de modo geral, densa, recoberta com formações florestais e campestres. A cobertura vegetal original já foi praticamente devastada em muitos locais pelo processo de ocupação e desenvolvimento de atividades econômicas extrativas e agropecuárias.

As culturas principais da bacia, soja e milho, dependem das condições pluviométricas para atendimento de suas demandas hídricas. Isto acarreta com certa frequência perdas de produtividade (CNEC, 1979).

### 3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HÍDRICA DA BACIA DO RIO POTIRIBÚ

A bacia do Rio Potiribú apresenta um relevo predominantemente entre suavemente ondulado (declividade de 2 a 8 %) a ondulado (declividade de 8 a 16 %), e caracteriza-se por apresentar elevações arredondadas (BRASIL, 1973).

Os solos são na sua maioria profundos, bem drenados, e não apresentam restrições ao uso de máquinas e implementos agrícolas; correspondem a áreas onde se praticam as grandes culturas intensivas, como soja, trigo e milho. São, em geral, terras aptas para uma agricultura intensiva, porém com algumas limitações, devido à topografia e do ponto de vista químico.

Embora as médias mensais não apresentem grandes diferenças, a distribuição das chuvas não é regular, sendo frequente a ocorrência de

períodos secos alternados com períodos chuvosos. A duração, época e frequência desses fenômenos não são bem definidas; em geral os meses de maio, junho e setembro são os mais chuvosos, enquanto que em novembro, dezembro e fevereiro se registram as precipitações mais baixas (BRASIL, 1973).

Apresenta uma insolação anual em torno de 2450 horas. Nos meses de dezembro a janeiro, a insolação efetiva é maior, em junho e julho reduz-se, face à ocorrência de nevoeiros e nebulosidade.

### 3.3. OBTENÇÃO DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

As informações meteorológicas básicas utilizadas neste estudo foram provenientes dos arquivos de registros diários das redes de estações meteorológicas do 8º Distrito de Meteorologia (INMET) do Ministério da Agricultura, obtidas junto ao Centro Regional de Meteorologia e Climatologia de Porto Alegre e da Fundação de Pesquisas Agropecuárias (FEPAGRO) da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul, tabela 3.1.

TABELA 3.1. Estações Meteorológicas

LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	PERÍODO	INSTITUIÇÃO
Passo Fundo	28°15'39"S	52°24'33"W	678	1981-1990	INMET
Cruz Alta	28°38'21"S	53°36'34"W	473	1981-1990	INMET
Ijuí	28°23'17"S	53°54'50"W	448	1981-1990	FEPAGRO

Foram coletados, para cada uma das estações meteorológicas, os dados de registros diários, sequencialmente, de uma série histórica de 10 anos consecutivos, correspondentes ao período de 1981 a 1990, inclusive.

As variáveis meteorológicas básicas utilizadas, instrumentos de medição e critérios de observação estão referidos na tabela 3.2.

TABELA 3.2. Variáveis Meteorológicas, Instrumentos de Medição e Critérios de Observação.

VARIÁVEL	INSTRUMENTAL	CRITÉRIO
RADIAÇÃO SOLAR	Actinógrafo (Bimetalico-FUESS)	1,50 m S.N.S*
PRESSÃO ATMOSF.	Barômetro (Aneróide)	1,50 m S.N.S
INSOLAÇÃO	Heliógrafo (CAMPBELL-STOKES)	1,50 m S.N.S
PRECIPITAÇÃO	Pluviógrafo (HELMANN-FUESS)	1,50 m S.N.S
TEMP.MAX.DO AR	Termômetro de máx.de Hg (0,2°C)	ABRIGO METEOR.PADRÃO
TEMP.MIN.DO AR	Termômetro mín.de Alcool (0,2°C)	ABRIGO METEOR.PADRÃO
TEMP. DO AR	Termômetro de Hg (0,1° C)	ABRIGO METEOR.PADRÃO
TEMP.BULBO ÚMIDO	Termôm.de bulbo úmido	ABRIGO METEOR.PADRÃO
UMIDADE RELATIVA	Psicrômetro n/ventilado	ABRIGO METEOR.PADRÃO
EVAPORAÇÃO	Evaporim. de Piche/tanque cl.A	ABR.MET.PADRÃO/SOLO
VELOC. DO VENTO	Anemômetro	2,00 m S.N.S

\* s.n.s.= sobre o nível do solo

FONTE: IPAGRO (1989)

Os anos que apresentaram observações incompletas ou interrompidas, tiveram seus valores preenchidos ou estimados utilizando-se metodologia, que será descrita adiante.

A partir dos dados diários básicos foram calculadas as médias diárias, decendiais e mensais e posteriormente foram estimadas as demais variáveis necessárias aos modelos utilizados.

### 3.3.1. LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS

#### 3.3.1.1. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE IJUÍ - RS

Coordenadas geográficas:

Latitude: 28° 23' 17" S

Longitude: 53° 54' 50" W

Altitude: 448 metros

Instituição: FEPAGRO/COTRIJUI

### Características Gerais do Solo (UNIDADE S. ANGELO)

Predominam solos profundos (> 200 cm), podendo atingir 400 cm, são geralmente bem drenados, friáveis e de coloração vermelha escura, com baixa fertilidade natural. Apresentam relevo ondulado com substrato basáltico (BRASIL, 1973).

Densidade do solo: 1.4 g.cm<sup>-3</sup>

Porosidade: 50 %

Capac.de armazenamento: 40,5 mm, 0 - 50 cm, 0,1 - 3,0 atm

#### Classificação do Solo

- a) Latossolo roxo distrófico textura argilosa
- b) Haplorthox
- c) Rhodic Ferralsols

Classificação do clima segundo KOEPPEN: Cfa

Clima subtropical (ou virginiano), úmido, com chuvas todos os meses, onde a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio oscila entre -3 e 18°C. A isoterma anual é inferior a 18°C (BRASIL, 1973).

### 3.3.1.2. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE CRUZ ALTA - RS

#### Coordenadas geográficas:

Latitude: 28° 38' 21" S

Longitude: 53° 36' 34" W

Altitude: 473 metros

Instituição: INMET

#### Características gerais do solo (UNIDADE CRUZ ALTA)

Predominam os solos profundos (mais de 250 cm), bem drenados, porosos, de coloração vermelha escura e textura média (menos de 35 %

de argila), apresentando o desenvolvimento de horizonte B latossólico, com fertilidade natural pobre e sem reservas de nutrientes (BRASIL, 1973).

Densidade do solo: 1,25 g. cm<sup>-3</sup>

Porosidade: 51 %

Capac. de armazenamento: 45 mm, 0 - 50 cm prof., 0,1 - 2 atm.

Classificação do Solo

- a) Latossolo vermelho escuro distrófico (textura média)
- b) Haplorthox
- c) Rhodic Ferralsols

Classificação do clima segundo KOEPPEN: Cfa

Clima subtropical (ou virginiano), úmido, com chuvas todos os meses, em que a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio oscila entre -3 e 18°C. A isoterma anual é inferior a 18°C (BRASIL, 1973).

### 3.3.1.3. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE PASSO FUNDO - RS

Coordenadas geográficas:

Latitude: 28° 15' 39" S

Longitude: 52° 24' 33" W

Altitude: 678 metros

Instituição: INMET

Características gerais do solo (UNIDADE P. FUNDO)

Predominam nesta unidade solos profundos (mais de 250 cm), argilosos bem drenados, de coloração avermelhada e muito friáveis. Normalmente há o desenvolvimento de um horizonte B latossólico, podendo ocorrer ligeira podzolização. Fertilidade natural fraca (BRASIL, 1973).

Densidade do solo: 1,28 g. cm<sup>-3</sup>

Porosidade: 52 %

Capac. de armazenamento: 42,5 mm, 0 - 50 cm prof., 0,1 - 3 atm

Classificação do solo

- a) Latossolo vermelho escuro distrófico (textura argilosa)
- b) Haplorthox
- c) Rhodic Ferralsols

Classificação do clima segundo KOEPPEN: Cfa

Clima subtropical (ou virginiano), úmido, com chuvas todos os meses, em que temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio oscila entre -3 e 18°C. A isoterma anual é inferior a 18°C (BRASIL, 1973).

A figura a seguir ilustra a localização dos postos meteorológicos e a bacia hidrográfica do rio Potiribú, ponto central do estudo.

### 3.3.2. PREENCHIMENTO DE FALHAS NOS REGISTROS DIÁRIOS

Os dados que faltavam, ou que apresentavam erros grosseiros, nas séries utilizadas, foram preenchidos através de correlações, valores médios e dados de outras estações existentes próximas ao local do estudo.

### 3.3.3. DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (MÉDIAS E TOTAIS) PARA PERÍODOS DIÁRIOS, DECENDIAIS E MENSASIS.

#### 3.3.3.1. MÉDIAS DIÁRIAS

A temperatura média do ar diária foi calculada pelo método adotado pelo INMET (1986), denominado de média compensada, onde utiliza-se a seguinte expressão:

$$T = \frac{T_p + 2 \cdot T_{21} + T_{max} + T_{min}}{5} \quad \dots\dots\dots 3.1$$

onde, T = temperatura média diária do ar (°C); T<sub>p</sub> = temperatura do ar



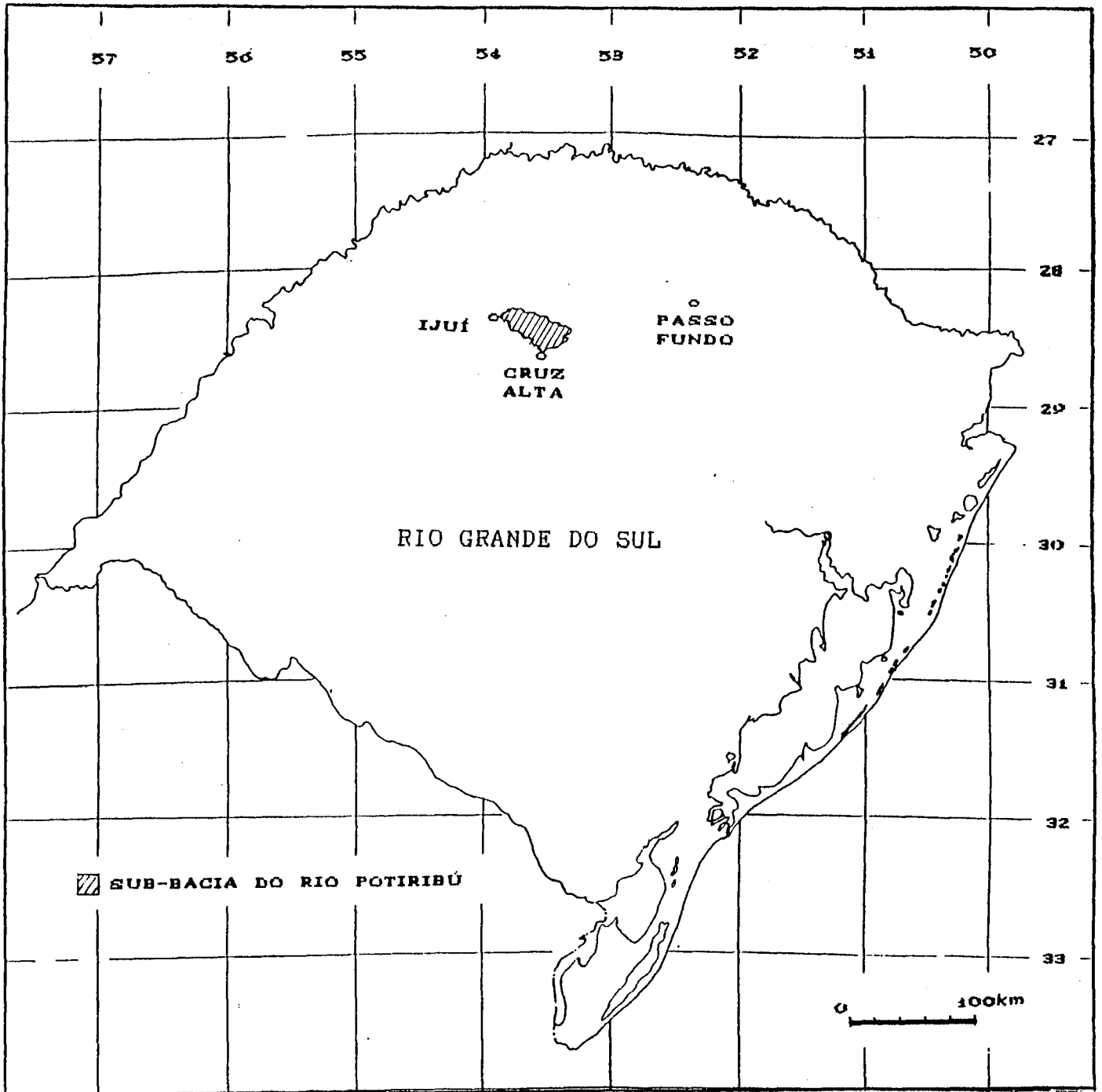


Figura 3.3. Localização dos Postos Meteorológicos

às 9 horas ( $^{\circ}\text{C}$ );  $t_{21}$  = temperatura do ar às 21 horas ( $^{\circ}\text{C}$ );  $t_{\text{máx}}$  = temperatura máxima do ar ( $^{\circ}\text{C}$ );  $t_{\text{mín}}$  = temperatura mínima do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ).

A média diária da umidade relativa do ar foi calculada utilizando-se o método proposto pelo INMET (1986), dado pela seguinte expressão:

$$Ur = \frac{Ur_9 + Ur_{15} + 2 \cdot Ur_{21}}{4} \quad \dots\dots\dots 3.2$$

onde,  $Ur$  = umidade relativa do ar média diária (%);  $Ur_9$  = umidade relativa do ar às 9 horas (%);  $Ur_{15}$  = umidade relativa do ar às 15 horas (%);  $Ur_{21}$  = umidade relativa do ar às 21 horas (%);

As médias das demais variáveis meteorológicas (pressão atmosférica, velocidade do vento, nebulosidade), as quais apresentavam mais de um horário de leitura diária, foram calculadas pela expressão da média aritmética dos três horários de leituras (9 hs, 15 hs e 21 hs), ou seja:

$$V = \frac{V_9 + V_{15} + V_{21}}{3} \quad \dots\dots\dots 3.3$$

onde,  $V$  = variável meteorológica média diária;  $V_9$  = valor da variável meteorológica observada às 9 horas;  $V_{15}$  = valor da variável meteorológica observada às 15 horas;  $V_{21}$  = valor da variável meteorológica observada às 21 horas;

### 3.3.3.2. VALORES METEOROLÓGICOS DECENDIAIS

A partir das informações meteorológicas diárias foram calculados os elementos meteorológicos decendiais (período de 10 dias).

Para a divisão dos decêndios foram adotados os seguintes critérios:

\* Nos meses com 31 dias o 3º decêndio é formado por um período de 11 dias (do 21º ao 31º dia, inclusive).

\* Em fevereiro o 3º decêndio é formado por um período de 8 dias ou 9 dias quando o ano for bissexto.

\* Desta forma cada ano contém 36 decêndios.

\* Os valores correspondem a média ou a um dia médio do decêndio.

## 3.3.3.3. VALORES METEOROLÓGICOS MENSAIS

Os elementos meteorológicos mensais foram calculados a partir da informação meteorológica diária, e correspondem a média do mês, ou seja, representam um dia médio do mês.

## 3.3.4. ESTIMATIVAS DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS DERIVADAS

Denominou-se, como variáveis derivadas, aquelas que são estimadas através de equações (empíricas ou físicas) a partir dos parâmetros locais ou outras variáveis observadas e que são utilizadas, principalmente, no cálculo da evapotranspiração potencial, segundo alguns autores que serão descritos posteriormente.

## 3.3.4.1. DURAÇÃO DO DIA SOLAR

A duração do dia solar e o número máximo possível de brilho solar (N) pode ser determinada pelas seguintes expressões, citada por HERRERA (1988):

$$N = \frac{2 \cdot W_s}{15} \cdot \left(\frac{180}{\pi}\right) \dots\dots\dots 3.4$$

$$ch = -\text{tg}\phi \cdot \text{tg}\delta \dots\dots\dots 3.5$$

$$W_s = \arctg\left(\frac{(1 - ch^2)^{1/2}}{ch}\right) \quad \text{para } ch > 0 \dots\dots\dots 3.6$$

$$W_s = 1,5708 \quad \text{para } ch = 0 \dots\dots\dots 3.7$$

$$W_s = \pi + \arctg\left(\frac{(1 - ch^2)^{1/2}}{ch}\right) \quad \text{para } ch < 0 \dots\dots\dots 3.8$$

onde, N é o número máximo possível de brilho solar (hs); em que  $W_s$  é a duração do dia solar estimada (rad);  $\phi$  é a latitude do local (rad) e  $\delta$  é a declinação solar (rad);

Segundo SPENCER (1971 apud VIANELLO & ALVES, 1991), uma forma para estimar a declinação solar é a seguinte:

$$\delta = 0,006918 - 0,399912 \cdot \cos(AD) + 0,070257 \cdot \text{sen}(AD) - 0,006758 \cdot \cos(2D) + 0,000907 \cdot \text{sen}(2AD) - 0,002697 \cdot \cos(3AD) + 0,00148 \cdot \text{sen}(3AD) \dots\dots 3.9$$

$AD = 2.\pi.(Dj - 1)/nda$  (rad) .....3.10  
 em que,  $\delta$  é a declinação solar estimada (rad); Dj é o dia do calendário juliano e nda o número de dias do ano (365 ou 366 em anos bissextos).

### 3.3.4.2. RADIAÇÃO SOLAR NO TOPO DA ATMOSFERA ( $R_o$ )

A radiação solar incidente no topo da atmosfera terrestre varia basicamente com a latitude e o tempo, sendo que, sua estimativa pode ser feita mediante o emprego das seguintes equações descritas por VIANELLO & ALVES (1991):

$$R_o = \frac{(0,0864)}{\pi} . S . E_o . (W_s . \sin\bar{\varphi} . \sin\delta + \cos\bar{\varphi} . \cos\delta . \sin W_s) \quad \dots 3.11$$

$$R_o(\text{cal. cm}^{-2} . \text{dia}^{-1}) = 23,892 . R_o(\text{Mj. m}^{-2} . \text{dia}^{-1})$$

$$E_o = 1,00011 + 0,034221 . \cos(AD) + 0,00128 . \sin(AD) + 0,000719 . \cos(2AD) + 0,000077 . \sin(2AD) \quad \dots 3.12$$

em que,  $R_o$  é a radiação solar no topo da atmosfera ( $\text{Mj. m}^{-2} . \text{dia}^{-1}$ );  $S$  é a constante solar média ( $S = 1367 \text{ W. m}^{-2}$ );  $E_o$  é o fator de correção da excentricidade da órbita terrestre;  $W_s$  é a duração do dia solar (rad);  $\delta$  é a declinação solar (rad);  $\bar{\varphi}$  é a latitude do local (rad)

### 3.3.4.3. RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL INSIDENTE ( $R_s$ )

A radiação solar global pode ser estimada segundo a equação de ANGSTRON & PRESCOTT (1924), descrita por VIANELLO & ALVES (1991), como a seguir:

$$R_s = R_o . (a + b . w) \quad \dots 3.13$$

$$w = n/N \quad \dots 3.14$$

onde,  $R_s$  é a radiação solar global ( $\text{cal. cm}^{-2}$ );  $R_o$  é a radiação solar no topo da atmosfera ( $\text{cal. cm}^{-2}$ );  $w$  é a razão de insolação (-);  $n$  é o número de horas de brilho solar observado (hs) e  $N$  é o número máximo

possível de brilho solar (hs), estimado pela expressão 3.4.

"a" e "b" são os coeficientes empíricos de Angstron (0,25 e 0,54, respectivamente).

DOORENBOS & PRUITT (1976), citam 0,25 e 0,50 como valores médios para o hemisfério sul; BERLATO (1981), sugere 0,23 e 0,48 como valores médios ideais para o Rio Grande do Sul, os quais foram adotados neste estudo.

#### 3.3.4.4. SALDO DE RADIAÇÃO ESTIMADO À SUPERFÍCIE ( $R_n$ )

Segundo citado por OMETTO (1981), o saldo de radiação efetiva na superfície evaporante pode ser estimada através das equações listadas a seguir:

$$R_n = R_s \cdot (1 - \alpha) - Bol \quad \dots\dots\dots 3.15$$

Sendo o balanço de radiação de ondas longas (Bol), estimado pela equação de Brunt, como a seguir:

$$Bol = 4,8989 \cdot 10^{-9} \cdot T^4 \cdot (0,09\sqrt{e_a} - 0,56) \cdot (0,1 + 0,9 \cdot n/N) \quad \dots 3.16$$

$$Bol \text{ (cal.cm}^{-2}\text{)} = 23,892 \cdot Bol \text{ (Mj.m}^{-2}\text{)}$$

em que,  $R_n$  é o saldo de radiação à superfície do solo (cal.cm<sup>-2</sup>);  $R_s$  a radiação solar global sobre a superfície do solo (cal.cm<sup>-2</sup>);  $\alpha$  é o albedo da superfície evaporante (-); Bol é o balanço de radiação de ondas longas (cal.cm<sup>-2</sup>)

O albedo é definido como o coeficiente de reflexão da superfície para a radiação solar de ondas curtas; recomenda-se um albedo médio de 0,23 (23 %) para superfícies cobertas completamente com vegetação em crescimento ativo, valor este adotado no presente trabalho.

#### 3.3.4.5. TENSÃO DE SATURAÇÃO DO VAPOR ( $e_s$ )

Existem, na literatura, várias expressões para o cálculo da tensão de saturação ( $e_s$ ), neste estudo, adota-se as equações de Tetens ~~propostas~~ por VIANELLO & ALVES (1991), em função da temperatura ( $t^\circ\text{C}$ ), como a seguir:

$$e_s = 6,1078 \cdot 10^{\left(\frac{7,5 \cdot t}{237,9 + t}\right)} \quad \text{para } t \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \dots\dots\dots 3.17$$

$$e_s = 6,1078 \cdot 10^{\left(\frac{9,5 \cdot t}{265,5 + t}\right)} \quad \text{para } t < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \dots\dots\dots 3.18$$

$$e_s(\text{mmHg}) = 0,75 \cdot e_s(\text{mb})$$

onde,  $e_s$  é a tensão de saturação à temperatura média do ar (mb);  $t$  é a temperatura média do ar ( $^\circ\text{C}$ ).

### 3.3.4.6. TENSÃO ATUAL DE VAPOR (e)

Pode-se determinar a tensão atual de vapor (mmHg) por meio da seguinte equação psicrométrica:

$$e = e_{su} - \gamma \cdot P \cdot (t - t_u) \quad \dots\dots\dots 3.19$$

$$e(\text{mmHg}) = 0,75 \cdot e(\text{mb})$$

onde  $e_{su}$  é a pressão de saturação do vapor (mb) à temperatura do bulbo úmido ( $^\circ\text{C}$ );  $P$  é a pressão atmosférica local (mb);  $(t - t_u)$  é a depressão psicrométrica ( $^\circ\text{C}$ ) a partir da temperatura do ar ( $^\circ\text{C}$ ) e temperatura do bulbo úmido ( $^\circ\text{C}$ ).  $\gamma$  é a constante psicrométrica ( $^\circ\text{C}^{-1}$ ); Sendo que vários autores adotam como valores médios 0,00067 e 0,0008 para psicrômetros ventilados e não ventilados, respectivamente; sendo o último adotado neste estudo.

### 3.3.5. CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL

Medidas diretas de evapotranspiração normalmente não existem, comenta BERLATO et alii (1981), como se faz necessário, para cada região e condição climática. Em vista disso, as equações empíricas que utilizam parâmetros climáticos comuns, constituem-se muitas vezes, na única alternativa disponível.

A literatura é muito rica em métodos ou equações para a estimativa da evapotranspiração. Porém, estas equações ou fórmulas que equacionam o problema da evapotranspiração potencial foram aferidas, na sua maioria, para gramíneas e geralmente em regiões de clima temperado. Quando aplicadas em outros locais, que possuem características peculiares, necessitam de ajustes e verificações.

Os valores de evapotranspiração foram calculados utilizando-se de fórmulas e correlações empíricas<sup>(2)</sup>, tais como: PENMAN, IVANOV,

BLANEY-CRIDDLE, HARGREAVES e THORNTWHAITE, entre outros.

Algumas das equações descritas neste item, são usadas especificamente, para a estimativa da evapotranspiração de referência, porém aqui, os seus resultados serão considerados como sendo a Evapotranspiração potencial (ETP).

Para a escolha das equações de estimativa da evapotranspiração, neste estudo, que serão descritas a seguir, levou-se em consideração o fato de que as mesmas apresentam a temperatura como uma das suas principais variáveis constituintes, e por ser a temperatura uma das variáveis climáticas prognosticadas pelos modelos de clima, possíveis de alteração. Sendo assim, pode-se ter uma melhor estimativa da variação da demanda hídrica dos cultivos em estudo.

### 3.3.5.1. EQUAÇÃO DE PENMAN (1948)

A fórmula de PENMAN, descrita por VIANELLO e ALVES (1991), é baseada no balanço de energia, e sua equação básica é a seguinte:

$$ETP = \frac{(\Delta/\gamma) \cdot R_n/59 + E_a}{(\Delta/\gamma + 1)} \quad \dots\dots\dots 3.20$$

onde, ETP é a evapotranspiração potencial (mm.dia<sup>-1</sup>);  $\Delta$  = declividade da curva de pressão de saturação de vapor x temperatura (de/dt), determinada à temperatura média do ar (mb.°C<sup>-1</sup>), que pode ser estimada segundo descrito por SEDIYAMA (1987), pela seguinte equação:

$$\Delta = 33,8639 \cdot (0,05904 \cdot (0,00738 \cdot T + 0,8072))^2 - 0,0000342 \quad \dots 3.21$$

em que, T é a temperatura média do ar (°C<sup>-1</sup>);  $\gamma$  é a constante psicrométrica (mb.°C<sup>-1</sup>), estimada por:

$$\gamma = cp \cdot P / (0,622 \cdot L) \quad \dots\dots\dots 3.22$$

$$cp = 0,24 + \frac{(0,2016 \cdot 0,622 \cdot e_a)}{P - 0,378 \cdot e_a} \quad \dots\dots\dots 3.23$$

$$L = 595,9 - 0,549 \cdot T \quad \dots\dots\dots 3.24$$

sendo, cp o calor específico do ar à pressão constante (cal.g<sup>-1</sup>.°C<sup>-1</sup>); P a pressão atmosférica local (mb); ea é a tensão atual de vapor (mb) e L o calor latente de vaporização (cal.g<sup>-1</sup>).

Rn é o balanço de radiação (cal.cm<sup>-2</sup>), estimado pela equação

3.15;  $E_a$  é o termo aerodinâmico ( $\text{mm.dia}^{-1}$ ) estimado da seguinte forma como sugere DORFMAN (1977):

$$E_a = 0,35.(0,5 + 0,01 . 53,69795.U_z).(e_s - e_a) \quad \dots\dots\dots 3.25$$

onde,  $U_z$  é a velocidade média do vento tomada a 2 metros de altura ( $\text{milhas.dia}^{-1}$ );  $e_s$  = tensão de saturação de vapor para temperatura média diária (mb), utilizando-se da equação 3.17;  $e_a$  é a pressão atual de vapor (mb), que pode ser estimada em função da umidade relativa do ar ( $UR = \%$ ) através da seguinte equação:

$$e_a = \frac{e_s . UR}{100} \quad \dots\dots\dots 3.26$$

sendo que,  $e_a$  é a pressão atual de vapor (mb);  $e_s$  = tensão de saturação de vapor para temperatura média diária (mb);  $UR$  é a umidade relativa do ar (%).

### 3.3.5.2. EQUAÇÃO DE HARGREAVES (1968)

A equação de HARGREAVES descrita por SEDIYAMA (1987), tem como variáveis principais a temperatura e a radiação solar global à superfície, apresentando a seguinte notação:

$$ETP = 0,0075.(1,8.T+32).R_s \quad \dots\dots\dots 3.27$$

onde,  $ETP$  é a evapotranspiração de referência para grama irrigada ( $\text{mm.dia}^{-1}$ );  $T$  é a temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ );  $R_s$  é a radiação solar global à superfície ( $\text{mm.dia}^{-1}$ )

### 3.3.5.3. EQUAÇÃO DE BLANEY-CRIDDLE (1950)

A equação de BLANEY-CRIDDLE, descrita por PERA (1971 apud DORFMAN, 1977), baseia-se, principalmente, na temperatura do ar e porcentagem de insolação, apresenta a seguinte forma:

$$ETP = K . (0,457 . T + 8,13) . p \quad \dots\dots\dots 3.28$$

$$p = \frac{N}{nda.Nm} \quad \dots\dots\dots 3.29$$

onde,  $ETP$  é a evapotranspiração potencial ( $\text{mm.dia}^{-1}$ );  $T$  é a temperatura média diária ( $^{\circ}\text{C}$ );  $p$  é a porcentagem diária de horas de luz (-);  $N$  é o número máximo diário possível de brilho solar (hs);  $nda$  é o número



de dias do ano; Nm é o número máximo possível de brilho solar médio (hs); K um coeficiente função de (kc, kt); kc função(ciclo vegetativo) e kt função(temperatura média mensal) sendo  $kt = 0,24 + 0,0312.T$ ; Kc = 0,75 para grama (valor médio), sendo assim teremos:

$$ETP = 0,75.(0,24 + 0,0312.T).(0,457.T + 8,13).p \quad \dots\dots\dots 3.30$$

#### 3.3.5.4. EQUAÇÃO JENSEN-HAISE (1963)

A equação de JENSEN-HAISE, descrita por SEDIYAMA (1987), derivada por análise de regressão apresenta a seguinte formulação:

$$ETo = ct.(T - Tx).Rs \cdot (10/L) \quad \dots\dots\dots 3.31$$

onde, ETo é a evapotranspiração da cultura (alfafa) de referência ( $\text{cal. cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ); ct é um coeficiente que depende da temperatura; T é a temperatura do ar ( $^{\circ}\text{F}$ ); Tx é o intercepto da temperatura no eixo da ordenada ( $^{\circ}\text{F}$ ); Rs é a radiação solar global ( $\text{Cal. cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ); L é o calor latente de vaporização ( $\text{cal. cm}^{-2}$ ).

Os coeficientes da equação pode ser calculados como segue:

$$ct = \frac{1}{(38 - 2 \cdot \frac{\text{alt}}{305}) + 7,6 \cdot (\frac{50}{e_2 - e_1})} \quad \dots\dots\dots 3.32$$

$$Tx = -2,5 - 0,14.(e_2 - e_1) - \text{alt} / 550 \quad \dots\dots\dots 3.33$$

em que, alt é a altitude do local (m);  $e_2$  e  $e_1$  são os valores da pressão de saturação de vapor d'água no ar (mb) avaliados para as temperaturas médias das máximas e das mínimas, respectivamente, para o mês mais quente do ano, que pode ser calculada como a seguir:

$$e_s = 1,3329.\exp [ 21,07 - 5336,0/(T + 273,1) ] \quad \dots\dots\dots 3.34$$

onde,  $e_s$  é a pressão de saturação de vapor d'água à temperatura T (mb); T é a Temperatura média do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ).

#### 3.3.5.5. EQUAÇÃO DE THORNTHWAITE (1948)

A equação de THORNTHWAITE, citada por KIJNI (1974, apud DORFMAN, 1977), estima a Evapotranspiração potencial (ETP) mensal, levando em consideração apenas valores termométricos locais, neces-

sitando de correção em função da latitude do local e mês do ano:

$$ETP = 16 \cdot \left(\frac{10 \cdot T}{I}\right)^a \cdot fc \quad \dots\dots\dots 3.35$$

$$I = \sum i \quad \dots\dots\dots 3.36$$

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514} \quad \dots\dots\dots 3.37$$

$$I = \sum \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514} \quad \dots\dots\dots 3.38$$

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 1,792 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,49239 \quad \dots 3.39$$

em que, ETP é a evapotranspiração potencial mensal (mm); T é a temperatura média mensal (°C), calculada das médias diárias; I é o índice térmico anual, resultado do somatório dos índices de calor mensais (i); fc é o fator de correção em função da latitude e do mês.

Os fatores de correção mensais da Equação de Thornthwaite para o cálculo da evapotranspiração potencial (mensal) obtidos por regressão a partir dos valores da tabela 8. (em anexos), em função da latitude e meses do ano são listados a seguir:

TABELA 3.3. Equações de regressão para estimativa dos fatores de correção da equação de Thornthwaite.

mês	equações de regressão	coef. correlação
Janeiro	$fc = 0.00558 * lat + 1.03289$	$r^2 = 0.998$
Fevereiro	$fc = 0.00300 * lat + 0.93500$	$r^2 = 1.000$
Março	$fc = 0.00050 * lat + 1.04125$	$r^2 = 1.000$
Abril	$fc = 0.00200 * lat + 1.01000$	$r^2 = 1.000$
Mai	$fc = 0.00400 * lat + 1.04000$	$r^2 = 1.000$
Junho	$fc = 0.00577 * lat + 1.02304$	$r^2 = 0.999$
Julho	$fc = 0.00495 * lat + 1.04643$	$r^2 = 0.998$
Agosto	$fc = 0.00298 * lat + 1.04571$	$r^2 = 0.980$
Setembro	$fc = 0.00000 * lat + 1.00000$	$r^2 = 1.000$
Outubro	$fc = 0.00274 * lat + 1.04125$	$r^2 = 0.986$
Novembro	$fc = 0.00481 * lat + 0.99929$	$r^2 = 0.989$
Dezembro	$fc = 0.00600 * lat + 1.03000$	$r^2 = 0.999$

### 3.3.5.6. EQUAÇÃO IVANOV (1954)

A equação de IVANOV descrito por JENSEN (1973), utiliza como variáveis de entrada, além da temperatura, a umidade relativa do ar, como a seguir:

$$ETP = 0,0018 \cdot (25 + T)^2 \cdot (100 - URA) \quad \dots\dots\dots 3.40$$

onde, ETP é a evapotranspiração potencial mensal (mm.mês<sup>-1</sup>); T é a temperatura média mensal (°C); URA a umidade relativa média mensal (%)

### 3.3.6. ADEQUAÇÃO DAS EQUAÇÕES PARA ESTIMATIVAS DA ETP

Com o intuito de verificar a adequabilidade destas equações de estimativa da evapotranspiração, para o local de estudo, estabeleceu-se uma análise estatística, tendo como base os valores de Evaporação de Tanque Classe A, e utilizando-se de critérios de paralelismo e de concordância, propostos por JENSEN (1973) e DOREFMAN (1977).

#### 3.3.6.1. CRITÉRIOS DE PARALELISMO

Busca obter a equação de regressão -  $ETP = f(E_0)$ , o coeficiente de correlação "R", o coeficiente de determinação "R<sup>2</sup>", o teste F para  $\alpha = 0,95$  e  $\alpha = 0,99$  e o cálculo de variância residual "S<sup>2</sup>", entre ET observada e ETP estimada. Através destes critérios pode-se observar se as variações das estimativas se comportam de forma paralela às variações dos valores observados de evaporação do Tanque Classe A.

#### 3.3.6.2. CRITÉRIOS DE CONCORDANCIA

Busca selecionar alguns indicadores para avaliar o grau de concordância entre os valores observados de Evaporação do Tanque Classe A (E<sub>0</sub>) e os valores de evapotranspiração (ET) obtidos das equações empíricas. Os indicadores selecionados foram, o coeficiente angular da regressão linear (b), o erro padrão (RMS), o teste de variabilidade (CV) a diferença proporcional total (K), o erro relativo (C<sub>2</sub>) e as

diferenças percentuais (DP).

Maiores detalhes sobre a interpretação destes critérios podem ser encontrados em DORFMAN (1977). Alguns destes critérios também serão usados para analisar as variações da evapotranspiração (demanda evaporativa) em função da intensificação do efeito estufa.

Para a definição da melhor fórmula de estimativa da evapotranspiração para o local do estudo, através dos critérios anteriormente listados, atribui-se pesos crescentes em função da sua posição de ordem de classificação em cada critério, e seus escores parciais somados obtendo-se o escore total. A classificação final será feita de 1 a n, sendo a melhor fórmula a que apresentar o menor escore total.

### 3.3.7. CALCULO DA PRECIPITAÇÃO EFETIVA

Na determinação da precipitação efetiva, que abastece o reservatório-solo, para eventos isolados (valores diários) adotou-se a metodologia proposta pelo Soil Conservation Service (SCS, 1972), denominada método Curve Number (CN), que foi desenvolvida para estimar o escoamento superficial de pequenas bacias rurais, como descrito por SCHWAB et alii (1981); PORTO (1986); ALMEIDA (1994), a qual foi modificada neste estudo, para inferir a fração da chuva que efetivamente abastece o reservatório-solo e cujas equações são apresentadas a seguir.

Nesta metodologia a chuva total precipitada é repartida em perdas iniciais, infiltração e escoamento superficial.

As perdas iniciais compreendem a parte da chuva total que é interceptada pela cobertura vegetal e a parte retida nas depressões do terreno, sendo estimada pela equação abaixo:

$$P_{i(j)} = \frac{5080}{NC} - 50,8 \quad \dots\dots\dots 3.41$$

onde,  $P_{i(j)}$  é a perda inicial durante o dia "j" (mm); NC é o número da curva (0 - 100), função das características de solo e cultivo (tabela 8.1 em anexos). Sendo o valor médio CN = 80, adotado neste estudo.

A equação que quantifica o escoamento superficial é a seguinte:

$$P_{x(j)} = \frac{(P(j) - P_{i(j)})^2}{(P(j) + 4.P_{i(j)})} \quad \dots\dots\dots 3.42$$

onde,  $P_{x(j)}$  é a chuva excedente durante o dia "j", que escorre

superficialmente (mm);  $P(j)$  é a chuva total precipitada durante o dia "j" (mm);  $P_i(j)$  é a perda inicial durante o dia "j" (mm).

A equação 3.42 é válida quando a chuva total acumulada, no intervalo de tempo considerado, for superior às perdas iniciais.

Segundo o SCS (1972), supõe-se que 75% das perdas iniciais infiltram no solo. Logo, a chuva efetiva para suprimento agrícola, considerada como a entrada de água no cômputo dos modelos de balanço hídricos, será:

$$P_e(j) = P(j) - 0,25 \cdot P_i(j) - P_x(j) \quad \dots\dots\dots 3.43$$

onde,  $P_e(j)$  é a chuva infiltrada ou efetiva durante o dia "j" (mm);  $P(j)$  é a chuva total precipitada durante o dia "j" (mm);  $P_i(j)$  é a perda inicial durante o dia "j" (mm);  $P_x(j)$  é a chuva excedente durante o dia "j", que escorre superficialmente (mm).

O valor do coeficiente de escoamento "NC" varia de acordo com o grau de umidade do solo. Esta variação é feita levando em conta o total de água que entra no sistema nos cinco dias anteriores ao dia analisado, e a existência ou não de cultivo neste período. Então os valores de CN tabelados (tabela 7 do anexo 4) correspondem à uma condição média de umidade no solo que deve ser corrigido para levar em consideração a umidade atual do solo e o período do ciclo vegetativo, segundo as seguintes equações propostas por ALMEIDA (1993):

Para passar da condição II para a condição I:

$$CN(II) < 30 \quad CN(I) = 0,33 \cdot CN(II)^{1,12} \quad \dots\dots\dots 3.44$$

$$30 \leq CN(II) \leq 50 \quad CN(I) = \exp(0,0364 \cdot CN(II) + 1,621) \quad \dots\dots\dots 3.45$$

$$CN(II) > 50 \quad CN(I) = \exp(0,023 \cdot CN(II) + 2,3052) \quad \dots\dots\dots 3.46$$

Para passar da condição II para a condição III:

$$CN(II) \geq 40 \quad CN(III) = 43,9 \cdot \ln CN(II) \quad \dots\dots\dots 3.47$$

$$CN(II) < 40 \quad CN(III) = 4,11 \cdot CN(II)^{0,79} \quad \dots\dots\dots 3.48$$

### 3.4. CÁLCULO E DISCRETIZAÇÃO DA SOMA TÉRMICA E ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DOS CULTIVOS.

Através de resultados de pesquisas, citados na literatura especializada (BERLATO, et alii, 1974; MALUF et alii, 1980; SILVA, 1984), foram extraídos as características fenológicas e o número de dias para as culturas atingir algumas fases, e a partir destas foram calculadas as somas térmicas, que delimitam os estádios associados aos valores de coeficiente de cultivo e profundidade radicular adotados.

Sendo assim, através dos dados de comprimento de cada estágio de desenvolvimento das culturas, calculou-se as unidades térmicas de desenvolvimento (UTD) para a série de dados disponível, relacionando com a temperatura do ar, através do método das médias corrigidas (GILMORE & ROGERS, 1958), descrito por MALUF et alii (1980), como a seguir:

$$UTD = \frac{(10 + \Delta_1) + (TM - \Delta_2)}{2} - T_b \quad \dots\dots\dots 3.49$$

em que:  $\Delta_1 = T_m - 10$  quando  $T_m > 10^\circ\text{C}$

$\Delta_1 = 0$  quando  $T_m \leq 10^\circ\text{C}$

$\Delta_2 = TM - 30$  quando  $TM > 30^\circ\text{C}$

$\Delta_2 = 0$  quando  $TM \leq 30^\circ\text{C}$

onde, UTD são as unidades térmicas de desenvolvimento ( $^\circ\text{C}$ ); TM é a temperatura máxima ( $^\circ\text{C}$ );  $T_m$  é a temperatura mínima ( $^\circ\text{C}$ );  $T_b$  é a temperatura base inferior ( $^\circ\text{C}$ ).

Conhecidos os valores médios de somas térmicas (UTA - unidades térmicas acumuladas) por estágio do ciclo das culturas, foi possível, então, extrapolar a duração destes estádios em função da alteração da temperatura devido à intensificação do efeito estufa.

### 3.5. SELEÇÃO DOS COEFICIENTES DE CULTIVO

Apesar de existirem fórmulas e gráficos para a obtenção dos valores de coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), a melhor maneira de determiná-los é, ainda, experimentalmente. Em vista disto, a seleção dos coeficientes de cultivo  $K_c$ , recaiu sobre resultados experimentais de estudos realizados no estado do Rio Grande do Sul e FAO (valores globais) (BERLATO et alii, 1987; MATZENAUER, 1984, 1989, 1992 e FAO, 1991).

A partir dos valores médios selecionados na literatura (coeficientes de cultivos nos estádios de desenvolvimento e intervalos de dias entre estágios), com o intuito de facilitar o processamento dos modelos de balanço, foram ajustadas funções matemáticas (curvas  $Kc=f(\text{ciclo})$ ), que definem a variação diária destes coeficientes.

A mesma metodologia descrita acima, foi aplicada para inferir as variações diárias da profundidade efetiva do sistema radicular das culturas, a partir de resultados experimentais.

A profundidade das raízes no estágio inicial, normalmente toma-se como 10 a 20 cm, representando a profundidade efetiva do solo na qual a semente absorve água, sendo que a profundidade máxima no final do estágio de desenvolvimento varia geralmente entre 50 a 100 cm para as culturas anuais (FAO, 1991).

Os coeficientes de cultivo e as profundidades efetiva do sistema radicular selecionados em função dos estádios de desenvolvimento das culturas encontram-se em anexos (tabelas 3 e 4).

### 3.6. CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO

Para a determinação da capacidade de armazenamento de água no solo obteve-se, na literatura (BELTRAME et alii, 1979), as curvas de retenção de água no solo (em anexos), para as unidades de solos predominantes na região (Unidades de mapeamento: Santo Angelo, Cruz Alta e Passo Fundo).

A partir das curvas de retenção foram obtidos os valores de unidade volumétrica em Capacidade de Campo e Ponto de Murchamento Permanente, e a capacidade de armazenamento de água no solo para ser absorvida pelas culturas, em função destes dois parâmetros físico-hídricos e da profundidade do solo considerada, foi calculada através da equação 2.3 (item 2.8).

Então a partir das propriedades físico-hídricas dos solos que apresentam maior abrangência na região de estudo (unidades de mapeamento Santo Angelo, Cruz Alta e Passo Fundo) listados no anexo 6, obteve-se um valor médio representativo de capacidade máxima de armazenamento de água no solo (CAD), para a bacia hidrográfica (do Rio Foz de Iguaçu), equi-valente a 90 mm de água em 1000 mm de profundidade de perfil do solo, ou seja, um valor de reserva útil volumétrica de água

no solo igual a  $0,09 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$  ( $\theta_{cc} - \theta_{pm}$ ).

Procurou-se não ser por demais rigoroso na utilização dos valores individuais de umidade volumétrica, determinados em laboratório, para a obtenção da capacidade de armazenamento para os três solos principais da região, devido ao fato de que, a capacidade de armazenamento máxima dos solos (CAD) ser variável com uma gama de fatores, tais como a textura, estrutura, teor de matéria orgânica e tipo de argila constituinte de cada solo e camada e, por outro lado, variável em termos espaciais. Sendo assim, achou-se melhor a utilização do valor médio da capacidade máxima de armazenamento (CAD) para compor os balanços hídricos (parâmetro de entrada).

Para a obtenção da água prontamente disponível "ADE" (ou armazenamento crítico), considerada no balanço hídrico modificado (BHM), basta multiplicar a capacidade de armazenamento "CAD" (valor médio) pelo fator de disponibilidade "p" proposto por DOORENBOS & KASSAN (1979), como descrito na equação 2.4 (item 2.8).

O fator de disponibilidade "p" ou fração de água prontamente disponível no solo, como já discutido anteriormente, varia conforme a capacidade de absorção de água da cultura, com o estágio de desenvolvimento da cultura e com a demanda evaporativa da atmosfera.

Desenvolveu-se, a partir dos valores da tabela 2 do anexo 1, equações exponenciais ( $y = a \cdot e^{bx}$ ) para exprimir o fator "p" em função da ETm, conforme valores dos grupos de culturas, com a finalidade de facilitar a contabilização do balanço hídrico, realizada em computador, ficando assim expressas:

GRUPO 1	$p = 0,6024 \cdot \exp(-0,1366 \cdot ETm)$ $r^2 = 0,965$	.....3.50
GRUPO 2	$p = 0,8394 \cdot \exp(-0,1311 \cdot ETm)$ $r^2 = 0,987$	.....3.51
GRUPO 3	$p = 0,9696 \cdot \exp(-0,1184 \cdot ETm)$ $r^2 = 0,984$	.....3.52
GRUPO 4	$p = 1,0454 \cdot \exp(-0,1016 \cdot ETm)$ $r^2 = 0,984$	.....3.53

Portanto, através da CAD, definida para cada solo e do fator "p" caracteriza-se a ADE, a qual tem papel destacado no cálculo do balanço hídrico modificado (BHM), como veremos adiante.



### 3.7. CONCEPÇÃO DOS MODELOS DE BALANÇO HÍDRICOS

Os procedimentos adotados para o cômputo do balanço hídrico com os modelos selecionados serão descritos a seguir.

#### 3.7.1. BALANÇO HÍDRICO DE THORNTHWAITTE-MATHER ADAPTADO (BHT)

O método original de balanço hídrico de THORNTHWAITTE-MATHER (1955) tem como entrada, valores de totais precipitados (precipitações brutas) para o intervalo considerado. Neste trabalho, aos valores de precipitações aplicou-se a metodologia de repartição proposta pelo SCS (1972), denominada método da "number curve", desconsiderando a fração correspondente ao escoamento superficial das chuvas. Aos valores resultantes desta metodologia deu-se o nome de precipitação efetiva ( $P_e$ ), constituindo-se na principal entrada de água no reservatório-solo.

Os valores de evapotranspiração, que comandam o processo de extração de água no reservatório solo, podem ser estimadas através de equações empíricas tais como: Penman e Thornthwaite entre outras.

No caso de se considerar uma cultura específica, os valores de evapotranspiração potencial (ETP) devem ser substituídos pelos de evapotranspiração máxima (ETm), determinados através do produto da evapotranspiração potencial pelo coeficiente de cultivo da cultura em questão, através da equação 2.5 (item 2.9)

O balanço inicia-se, inferindo-se que no final de um período sequencial em que a precipitação efetiva ( $P_e$ ) supera a evapotranspiração máxima ou potencial (ETm ou ETP), que seja de uma magnitude tal que se aproxime ou mesmo supere a capacidade de armazenamento, o solo encontra-se com seu armazenamento máximo (CAD), isto é, na capacidade de campo (CC).

Faz-se então o cotejo entre a precipitação efetiva e evapotranspiração potencial ou máxima, para o intervalo de tempo adotado, conforme a expressão abaixo:

$$Pet_{(t)} = P_{e(t)} - ET_{(t)} \quad \dots\dots\dots 3.54$$

onde,  $Pet$  é a diferença entre precipitação e evapotranspiração (mm);  $P_e$  é a precipitação efetiva (mm);  $ET$  é a evapotranspiração potencial

ou máxima da cultura (mm); "i" é o índice correspondente ao período considerado.

É imprescindível que os valores de "Pet" mantenham o sinal algébrico determinado pelo emprego da equação acima.

Quando "Pet" apresenta valores negativos, são considerados como "negativo acumulado", ou seja, representa a perda potencial de água que pode ocorrer em virtude da precipitação não atender à demanda imposta pela evapotranspiração. Seus valores servem como auxiliar para o cálculo do balanço hídrico, sendo a variável de entrada nas tabelas de armazenamento ou nas equações derivadas para estimar o armazenamento, como será descrito adiante.

Os valores de negativo acumulado são obtidos, em um primeiro instante, através do somatório algébrico dos valores negativos sequenciais, quando a evapotranspiração supera a precipitação efetiva, através da equação abaixo:

$$NEG_{(i)} = NEG_{(i-1)} + Pet_{(i)} \quad \text{quando } Pet_{(i)} < 0 \quad \dots\dots\dots 3.55$$

onde, NEG é o negativo acumulado (mm); Pet é a diferença entre precipitação efetiva e evapotranspiração (mm); "i" é o índice correspondente ao período considerado.

A obtenção dos valores de negativo acumulado quando a precipitação efetiva supera os valores de ET, será descrito a seguir.

O armazenamento de água no solo pode então ser estimado em função do negativo acumulado, da CAD e um coeficiente de ajuste "b", através da equação abaixo:

$$ARM_{(i)} = CAD_{(i)} \cdot \exp(b \cdot NEG_{(i)}) \quad \dots\dots\dots 3.56$$

onde, ARM é o armazenamento de água no solo (mm); CAD é a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (mm); NEG é o negativo acumulado (mm); b é o coeficiente angular, valor negativo, função da CAD; "i" é o índice correspondente ao período considerado.

O valor da capacidade de armazenamento de água disponível no solo pode ser determinada através da equação 3.56, a partir das características físico-hídricas do solo e da profundidade efetiva do sistema radicular.

O valor do coeficiente angular "b" deduzido por THORNTHWAITE e MATHER (1955) varia em função da CAD considerada. Através da análise e estudo estatístico (análise de regressão) dos valores tabelados dos diversos CADs por THORNTHWAITE e MATHER, BRAGA (1982) apresenta os

valores de "b" e CADs correspondentes (tabela 9 do anexo 5)

Neste trabalho, utiliza-se da equação abaixo, obtida através dos dados da tabela elaborada por BRAGA (1982):

$$b_{(i)} = 4,895 \cdot 10^{-5} + 7,149 \cdot 10^{-7} \cdot CAD_{(i)} - 1,025/CAD_{(i)} \quad .3.57$$

onde, b é o coeficiente angular em função da CAD (valor negativo); CAD é a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (mm) e "i" é o índice correspondente ao período considerado.

No caso em que a sequência de valores negativos de Pet (Pef-ETP ou ETm) for interrompida, o armazenamento é obtido da seguinte forma:

$$ARM_{(i)} = ARM_{(i-1)} + Pet_{(i)} \quad \dots\dots\dots 3.58$$

onde, ARM é o armazenamento de água no solo (mm); Pet é a diferença entre precipitação efetiva e evapotranspiração (mm); "i" é o índice correspondente ao período considerado.

Este ponto merece atenção, pois sempre que o solo se encontra com armazenamento inferior à capacidade de campo "CC" há ocorrência de negativo acumulado, porém neste caso, em virtude de (Pef - ETm) > 0 o valor do negativo acumulado é obtido utilizando-se a equação abaixo que é derivada da equação 3.56 isolando o valor de NEG, ou seja em função do armazenamento obtido na equação 3.58, encontra-se o valor do negativo acumulado correspondente.

$$NEG_{(i)} = \frac{\ln(ARM_{(i)}/CAD_{(i)})}{b_{(i)}} \quad \dots\dots\dots 3.59$$

onde, NEG é o valor do negativo acumulado (mm); ARM é o armazenamento de água no solo (mm); CAD é a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (mm); b é o coeficiente angular em função da CAD e "i" é o índice correspondente ao período considerado.

Cabe destacar que o armazenamento máximo é limitado pela CAD, sendo que a diferença, quando este valor é superado, deve ser computada como excesso hídrico (EXC), ou seja, perda como percolação profunda, podendo ser estimado como a seguir:

$$EXC_{(i)} = [ARM_{(i-1)} + Pet_{(i)}] - CAD_{(i)} \quad \dots\dots\dots 3.60$$

onde, EXC é o excesso hídrico de água no solo ou percolação profunda (mm); ARM é o armazenamento de água no solo (mm); Pet é a diferença entre precipitação e evapotranspiração (mm); CAD é a capacidade de

armazenamento de água disponível no solo (mm) e "i" é o índice correspondente ao período considerado.

Quando o armazenamento de água no solo é igual à capacidade de armazenamento de água disponível no solo o valor do negativo acumulado é nulo (NEG = 0), ou seja:

$$\text{Se } \text{ARM}_{(i)} = \text{CAD}_{(i)} \quad \text{então} \quad \text{NEG}_{(i)} = 0 \quad \dots\dots\dots 3.61$$

Uma vez calculado o valor do armazenamento de água no solo para o período considerado, pode-se obter a alteração de armazenamento em relação ao período anterior, através da seguinte expressão:

$$\text{ALT}_{(i)} = \text{ARM}_{(i)} - \text{ARM}_{(i-1)} \quad \dots\dots\dots 3.62$$

onde, ALT é a alteração ou variação do armazenamento da água no solo (mm); ARM é o armazenamento de água no solo (mm); "i" é o índice correspondente ao período considerado.

Conhecidas as quantidades de água no solo disponíveis às plantas, através dos valores de armazenamento, pode-se determinar a quantidade de evapotranspiração possível de ser verificado no sistema, denominada de evapotranspiração real (ETr), que depende da condição hídrica do solo, sendo estimada da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Quando } \text{Pe}_{(i)} > \text{ETm}_{(i)}, \quad \text{tem-se:} \\ \text{ETr}_{(i)} = \text{ETm}_{(i)} \quad \dots\dots\dots 3.63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quando } \text{Pe}_{(i)} < \text{ETm}_{(i)}, \quad \text{tem-se:} \\ \text{ETr}_{(i)} = \text{Pe}_{(i)} - \text{ALT}_{(i)} \quad \dots\dots\dots 3.64 \end{aligned}$$

onde, ETr é a evapotranspiração real (mm).

A diferença entre a ETm e ETr no período é considerada como déficit hídrico (DEF), calculado como a seguir:

$$\text{DEF}_{(i)} = \text{ETm}_{(i)} - \text{ETr}_{(i)} \quad \dots\dots\dots 3.65$$

onde, DEF é o déficit hídrico (mm) no período "i" considerado.

### 3.7.2. BALANÇO HÍDRICO MODIFICADO (BHM)

Este modelo de balanço hídrico, à semelhança daquele utilizado por THORNTHWAITE e MATHER (1955), baseia-se em uma contabilização

entre a água que entra para o solo, na forma de precipitação e o que sai na forma de evapotranspiração. Da mesma forma que no modelo anterior, nas entradas de precipitação separou-se a fração que gera escoamento superficial, através do método "Curve Number" (SCS), sendo considerada apenas a fração da precipitação que abastece o reservatório-solo.

Desta fração de água que abastece o reservatório-solo, a quantidade que porventura excede a capacidade de armazenamento máxima de água no solo (CAD), considera-se como perda por drenagem ou percolação profunda.

Considera-se que a evapotranspiração real seja igual à evapotranspiração potencial (fora do ciclo da cultura) ou evapotranspiração máxima (dentro do ciclo da cultura) até os limites de utilização da água prontamente disponível no solo (ADE), definida pela expressão 2.4 (item 2.8).

O limite que define a água remanescente no solo, abaixo do qual a evapotranspiração real torna-se menor do que a evapotranspiração potencial (ou máxima) foi chamado por BRAGA (1982) de armazenamento crítico e definido matematicamente pela seguinte expressão:

$$ARMC_{(i)} = (1 - p) \cdot CAD_{(i)} \quad \dots\dots\dots 3.66$$

onde, ARMC é o armazenamento crítico de água no solo (mm), p é a fração de água disponível (-), CAD é a capacidade máxima de água no solo (mm) e i é o índice do intervalo de tempo considerado.

Assim, toda a água solicitada através da demanda atmosférica, definida pela ETP (ou ETm), é prontamente atendida até atingir o armazenamento crítico, ou toda a água efetivamente disponível ter sido consumida. Dessa forma, o secamento ou diminuição de água no solo segue um modelo retilíneo até atingir o armazenamento crítico (ARMC).

Abaixo deste limite, assume-se que a diminuição da água no perfil do solo apresenta uma queda exponencial, igual a proposta por THORNTHWAITE e MATHER (1955) em seu modelo original.

No modelo original de THORNTHWAITE e MATHER (1955), a relação entre a demanda atmosférica, definida pela coluna negativo acumulado, ou seja, somatório de (Pe - ETP) sequencialmente negativo e o armazenamento, apresentado através de tabelas para diversas CAD, é dada pela expressão 3.66. Neste modelo, vê-se que o esgotamento da água segue uma curva exponencial negativa, desde o valor inicial da demanda (ne-

gativo acumulado).

No modelo BHM, proposto por BRAGA (1982), assume-se que o decaimento ou diminuição do armazenamento seja linear até um valor de negativo acumulado, correspondente ao armazenamento crítico, ou seja, depois da água prontamente disponível ter sido consumida e, abaixo do qual, o processo torna-se exponencial, como o modelo original de THORNTHWAITE e MATHER (1955).

Portanto, nesse modelo de balanço hídrico modificado existem duas expressões gerais que definem o valor do armazenamento de água no solo, definidas pelas equações abaixo, sendo seus limites de abrangência definidos pelos valores de ETP média diária (ou ETm), CAD e fator "p".

$$ARM1_{(t)} = CAD_{(t)} - NEG_{(t)} \quad \dots\dots\dots 3.67$$

quando,  $ARM \geq ARMC = (1 - p) \cdot CAD$  ou  $NEG \leq p \cdot CAD$

e  $ARM2_{(t)} = CAD_{(t)} \cdot \exp(b_{(t)} \cdot NEG_{(t)}) \quad \dots\dots\dots 3.68$

quando,  $ARM < ARMC = (1 - p) \cdot CAD$  ou  $NEG > p \cdot CAD$

onde NEG<sub>T</sub> é o negativo acumulado e utilizado na equação original exponencial.

O cálculo do balanço inicia-se, inferindo-se que no final de um período sequencial em que a precipitação efetiva (P<sub>ef</sub>) supera a evapotranspiração máxima ou potencial (ETm ou ETP), que seja de uma magnitude tal que se aproxime ou mesmo supere a capacidade de armazenamento, o solo encontra-se com seu armazenamento máximo (CAD), isto é, na capacidade de campo (CC).

Faz-se então o cotejo entre a precipitação efetiva e evapotranspiração máxima, para o intervalo de tempo adotado, conforme a expressão 3.54 (item 3.7.1).

É imprescindível que os valores de "Pet" mantenham o sinal algébrico determinado pelo emprego desta equação.

Quando "Pet" apresenta valores negativos, são considerados como negativo acumulado, ou seja, representa a perda potencial de água que pode ocorrer em virtude da precipitação não atender à demanda imposta pela evapotranspiração. Seus valores servem como auxiliar para o cálculo do balanço hídrico, sendo a variável de entrada nas tabelas de armazenamento ou nas equações derivadas para estimar o armazenamento, como será descrito adiante.

Os valores de negativo acumulado são obtidos, em um primeiro instante, através do somatório algébrico dos valores negativos sequenciais, quando a evapotranspiração supera a precipitação efetiva, através da equação 3.55 (item 3.7.1).

A obtenção dos valores de negativo acumulado quando a precipitação efetiva supera os valores de ETm, será descrito a seguir.

Os valores do armazenamento são definidos pelas equações 3.67 e 3.68. A utilização de uma ou outra das equações depende do valor do negativo acumulado (NEG).

Quando o negativo acumulado (NEG) for menor ou igual à água disponível efetiva (ADE), utiliza-se a equação 3.67; correspondendo à parte retilínea da equação do modelo BHM. Caso contrário, isto é, quando o negativo acumulado for maior do que a ADE, aplica-se a equação 3.68, correspondendo à parte curvilínea (exponencial) da equação do modelo.

Quando a precipitação efetiva supera os valores de ETP ou ETm, interrompendo a sequência dos valores negativos, então o valor do armazenamento é encontrado através da adição do armazenamento do dia anterior e do valor positivo do cotejo entre a precipitação efetiva e evapotranspiração ( $P_e - ET$ ) do dia, através da equação 3.58.

Neste caso, o valor correspondente à coluna negativo acumulado (NEG) é definido pelas equações abaixo:

$$NEG_{(i)} = CAD_{(i)} - ARM_{(i)} \quad \dots\dots\dots 3.69$$

$$NEG_{(i)} = \frac{\ln (ARM_{(i)} / CAD_{(i)}) - \ln(1 - p_{(i)}) + b_{(i)} \cdot p_{(i)} \cdot CAD_{(i)}}{b_{(i)}} \quad \dots\dots\dots 3.70$$

onde, NEG é o negativo acumulado (mm); CAD é a capacidade máxima de armazenamento de água no solo (mm); ARM é a armazenamento de água no solo (mm); p é o fator de água disponível efetiva (-); b é o coeficiente angular, valor negativo, função da CAD e NEG.

A escolha de uma ou outra expressão, dependerá do valor do armazenamento. Quando for maior ou igual ao armazenamento crítico, aplica-se a equação 3.69, caso contrário a equação 3.70.

Este ponto merece atenção, pois sempre que o solo se encontra com armazenamento inferior à capacidade de campo "CC" há ocorrência de negativo acumulado, porém neste caso, em virtude de  $(P_e - ET_m) > 0$  o valor do negativo acumulado é obtido utilizando-se das equações acima

enumeradas, ou seja, em função do armazenamento, encontra-se o valor do negativo acumulado correspondente.

Cabe destacar que o armazenamento máximo é limitado pela CAD, sendo que a diferença, quando este valor é superado, deve ser computada como excesso hídrico (EXC), ou seja, perdida como percolação profunda, podendo ser estimado como a seguir:

$$EXC_{(i)} = [ARM_{(i-1)} + Pet_{(i)}] - CAD_{(i)} \quad \dots\dots\dots 3.71$$

onde, EXC é o excesso hídrico de água no solo ou percolação profunda (mm); ARM é o Armazenamento de Água no solo (mm); Pet é a diferença entre Precipitação e evapotranspiração (mm); CAD é a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (mm) e "i" é o índice correspondente ao período considerado.

Quando o armazenamento de água no solo é igual à capacidade de armazenamento de água disponível no solo o valor do negativo acumulado é nulo (NEG = 0), ou seja:

$$\text{Se } ARM_{(i)} = CAD_{(i)} \quad \text{então } NEG_{(i)} = 0 \quad \dots\dots\dots 3.72$$

Uma vez calculado o valor do armazenamento de água no solo para o período considerado, pode-se obter a alteração de armazenamento em relação ao período anterior, ou seja, a diferença entre o armazenamento do dia anterior em relação ao do dia considerado, através da seguinte expressão:

$$ALT_{(i)} = ARM_{(i)} - ARM_{(i-1)} \quad \dots\dots\dots 3.73$$

onde, ALT é a alteração ou variação do armazenamento da água no solo (mm); ARM é o armazenamento de água no solo (mm); "i" é o índice correspondente ao período considerado.

Os valores positivos indicam em quanto foi o aumento de água armazenada no solo e os negativos a diminuição no dia em questão.

Conhecidas as quantidades de água no solo disponíveis às plantas, através dos valores de armazenamento, pode-se determinar a quantidade de evapotranspiração possível de ser verificado no sistema, denominada de evapotranspiração real (ETr), que depende da condição hídrica do solo, sendo estimada da seguinte forma:

Quando o valor da alteração do armazenamento for nula ou positiva, a evapotranspiração real é igual a evapotranspiração potencial ou máxima, ou seja:



$$ALT_{(t)} \geq 0 \quad ETr_{(t)} = ETP_{(t)} \quad \dots\dots\dots 3.74$$

Quando os valores da alteração do armazenamento forem negativos, a evapotranspiração real é calculada pela somatória do módulo da alteração mais a precipitação.

$$ALT_{(t)} < 0 \quad ETr_{(t)} = |ALT_{(t)}| + Pe_{(t)} \quad \dots\dots\dots 3.75$$

Quando  $Pe_{(t)} > ETm_{(t)}$ , tem-se:

$$ETr_{(t)} = ETm_{(t)} \quad \dots\dots\dots 3.76$$

Quando  $Pe_{(t)} < ETm_{(t)}$ , tem-se:

$$ETr_{(t)} = Pe_{(t)} - ALT_{(t)} \quad \dots\dots\dots 3.77$$

onde, ETr é a evapotranspiração real (mm).

A diferença entre a ETm e ETr no período é considerada como déficit hídrico (DEF), calculado como a seguir:

$$DEF_{(t)} = ETm_{(t)} - ETr_{(t)} \quad \dots\dots\dots 3.78$$

onde, DEF é o déficit hídrico (mm) no período

### 3.7.3. BALANÇO HÍDRICO BALHIDRO SIMPLIFICADO (BHB)

O modelo original de balanço hídrico diário sequencial, BALHIDRO, foi desenvolvido pela Divisão de Hidrologia do Instituto Colombiano de Hidrologia, Meteorologia e Adequação de Tierras, HIMAT (1985 apud ALMEIDA, 1993), e simplificado para atender as necessidades deste estudo (denominado BALHIDRO SIMPLIFICADO ou BHB), como será descrito a seguir.

Neste modelo de balanço hídrico o reservatório-solo (volume de controle) é sub-dividido em dois compartimentos, ou seja, considera-se para o cotejo, duas camadas distintas do perfil do solo, a camada superficial e a camada profunda. A camada superficial varia desde a superfície do solo até a profundidade efetiva da raiz no dia considerado. A camada profunda varia desde o limite inferior da camada superficial, até a máxima profundidade radicular efetiva, que a cultura em estudo pode alcançar, dependendo, portanto, do tipo de cultura e da profundidade efetiva do solo.

A umidade da camada superior do solo é calculada obedecendo a seguinte expressão geral:

$$H_{(i)} \cdot R_{(i)} = H_{(i-1)} \cdot R_{(i-1)} + Hp_{(i-1)} \cdot [R_{(i)} - R_{(i-1)}] + Pet_{(i)} + Ad_{(i)} - Ap_{(i)} \quad \dots\dots\dots 3.79$$

onde,  $H_{(i)}$  é a umidade da zona superior do solo ao final do dia considerado, em fração ( $cm^3 \cdot cm^{-3}$ ), limitada a reserva útil volumétrica (RUV); RUV específica a lâmina de água armazenada no solo quando este se acha na capacidade de campo, em percentual da profundidade do solo;  $PR_{(i)}$  é a profundidade das raízes ao final do dia considerado, em mm;  $H_{(i-1)}$  é a umidade da zona superior do dia anterior, em fração ( $cm^3 \cdot cm^{-3}$ );  $PR_{(i-1)}$  é a profundidade das raízes do dia anterior (mm);  $Hp_{(i-1)}$  é a umidade da zona inferior do dia anterior, em fração ( $cm^3 \cdot cm^{-3}$ );  $Pet_{(i)}$  é o excesso ou déficit hídrico agrícola durante o dia considerado (mm), dado pela diferença entre a chuva efetiva e a evapotranspiração;  $Ad$  é a lâmina de irrigação aplicada no dia considerado (mm);  $Ap_{(i)}$  é a percolação de água da camada superior para a camada inferior no dia considerado (mm).

Caso o teor de umidade desta camada superar a reserva útil volumétrica (RUV), ocorre a percolação para a zona inferior do perfil do solo, da quantidade excedida entre a umidade da camada superior e a Reserva útil do solo ( $H_{(i)} - RUV$ ).

Na eventualidade da camada superior apresentar umidade inferior a zero (valor negativo), seu valor final será computado como nulo ( $H_{(i)} = 0$ ) e a evapotranspiração real será menor que a evapotranspiração potencial (ou máxima no caso de uma cultura específica), diferença dada pelo valor negativo original da umidade da camada superior,  $H_{(i)}$ .

Sequencialmente é feito o balanço hídrico na zona inferior do solo, regido pela expressão abaixo:

$$Hp_{(i)} \cdot [Rm - PR_{(i)}] = Hp_{(i-1)} \cdot [Rm - PR_{(i-1)}] + H_{(i-1)} \cdot [PR_{(i-1)} - PR_{(i)}] + Ap_{(i)} - Perc_{(i)} \quad \dots\dots\dots 3.80$$

onde,  $Hp_{(i)}$  é a umidade da zona inferior do solo no dia considerado, em fração ( $cm^3 \cdot cm^{-3}$ );  $Rm$  é a profundidade total da zona inferior (mm);  $Hp_{(i-1)}$  é a umidade da zona inferior do solo no dia considerado, em fração ( $cm^3 \cdot cm^{-3}$ );  $Ap_{(i)}$  é a percolação advinda da zona superior no dia considerado (mm);  $Perc_{(i)}$  é a percolação profunda no dia considerado (mm).

O primeiro termo da equação acima é a lâmina de água desta zona ao final do dia anterior. A esta lâmina soma-se ou subtrai-se, dependendo se ocorre aumento ou retração (morte ou perda da capacidade de extração de água) das raízes, a lâmina que no intervalo de tempo pertencera à zona superior e, por conseguinte, pertence agora à inferior, ou vice-versa. Por sua vez, é somado ao resultado a percolação da zona superior e subtraída a percolação profunda.

O valor da percolação será usualmente nulo a não ser quando a umidade resultante em uma das zonas superar a reserva útil volumétrica quando então haverá percolação do excesso. Quando a percolação ocorrer na zona superior ela alimentará a zona inferior. Quando ocorrer nesta, atingirá camadas mais profundas do solo (percolação profunda).

A irrigação neste estudo será desprezada, já que o objetivo deste é a determinação do período e magnitude da ocorrência de déficit hídrico no solo.

Diariamente é feito o balanço hídrico para estas duas camadas do perfil, de maneira sequencial, através da análise da série de dados meteorológicos disponível. A umidade de ambas as camadas é calculada diariamente, limitadas pela capacidade de armazenamento de água no solo, designada por reserva útil volumétrica "RUV". Isto significa que as umidades calculadas pelo BALHIDRO SIMPLIFICADO tem como limite inferior a umidade no ponto de murcha e como limite superior a umidade na capacidade de campo. A equação do balanço hídrico diário que sempre se verifica no perfil do solo é a seguinte:

$$(H_{(i)} \cdot PR_{(i)}) + [HP_{(i)} \cdot (R_m - PR_{(i)})] = (H_{(i-1)} \cdot PR_{(i-1)}) + [HP_{(i-1)} \cdot (R_m - PR_{(i-1)})] + Pet_{(i)} + Perc_{(i)} \quad \dots \dots \dots 3.81$$

onde,  $H_{(i)}$  é a umidade da camada superficial do dia ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ );  $PR_{(i)}$  é a profundidade efetiva das raízes do dia (mm);  $HP_{(i)}$  é a umidade da camada profunda do dia ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ );  $R_m$  é a profundidade efetiva máxima das raízes (mm);  $H_{(i-1)}$  é a umidade da camada superficial do dia anterior ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ );  $PR_{(i-1)}$  é a profundidade das raízes do dia anterior ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ );  $HP_{(i-1)}$  é a umidade da camada profunda do dia anterior ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ );  $Pet_{(i)}$  é a umidade (+ ou -) do dia da camada superficial (mm);  $Perc_{(i)}$  é a lâmina de percolação do dia abaixo de  $R_m$  (mm).

No modelo BALHIDRO SIMPLIFICADO a umidade da camada superficial é retirada do solo através da evapotranspiração e da percolação. A evapotranspiração será máxima se houver umidade disponível no solo.

Caso contrário será igual a umidade do solo, ou seja,  $0 \leq ETr \leq ETm$ . A percolação só acontece quando a entrada de água no sistema for maior que a capacidade de armazenamento de todo o perfil de solo considerado ( $R_m$ ).

No BALHIDRO SIMPLIFICADO a umidade positiva,  $Pet(+)$ , é definida como sendo o excedente da água infiltrada no solo sobre a evapotranspiração. Isto significa que quando ocorre uma entrada de água no sistema através da infiltração (precipitação - escoamento superficial), a  $ETr$  do dia é descontada e o excedente irá aumentar a umidade da camada superficial. A umidade negativa,  $Pet(-)$ , acontece quando a demanda de água necessária para suprir a  $ETr$  do dia é retirada da umidade existente no solo. A computação do déficit hídrico é feita pela diferença entre a evapotranspiração real e máxima.

$$Def_{(d)} = ETr_{(d)} - ETm_{(d)} \quad \dots\dots\dots 3.82$$

onde,  $Def_{(d)}$  é o déficit hídrico diário (mm);  $ETr_{(d)}$  é a evapotranspiração real estimada pelo modelo (mm);  $ETm_{(d)}$  é a evapotranspiração máxima diária,  $ETP_{(d)} \cdot Kc_{(d)}$  (mm).

### 3.8. PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE "DEFICIT HÍDRICO"

Pela análise dos resultados obtidos através dos modelos de balanço hídricos (BHT, BHM e BHB), obteve-se as frequências relativas e frequências acumuladas complementares ou probabilidade empírica dos déficit hídrico (intensidade e ocorrência), como sugere SCARDUA (1979, apud BRAGA 1982), para a bacia hidrográfica (sem cultura específica) e para as culturas do milho e soja, por períodos decendiais. Desta forma, foram obtidas tabelas relacionando o número total de dias com déficit hídrico para o período decendial, nos 10 anos de estudo, bem como suas intensidades de déficit acumuladas durante o período decendial.

Os dias com déficit hídrico foram computados em totais (nº consecutivos), como forma de melhor se estudar sua ocorrência. Os dias com déficit hídrico não consecutivos ou totais foram agrupados em classes e obtidas suas frequências acumuladas complementares ou probabilidades empíricas. Para o estudo decendial foram utilizadas 6 classes, sendo: zero, 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-11. Portanto, para cada perío-

do decendial de cada mês do calendário, foram determinadas as frequências e as probabilidades empíricas de ocorrência de cada classe e do número mínimo de déficit hídrico dado pelo limite inferior de cada classe, resultantes dos diferentes modelos de balanço hídrico no solo.

As magnitudes dos déficits hídricos foram computados a partir do somatório dos valores diários dos dias deficitários (não consecutivos) nos decêndios, como forma de melhor se estudar sua severidade. As magnitudes dos déficit hídrico de dias não consecutivos ou totais foram agrupados em classes e obtidas suas frequências acumuladas complementares ou probabilidades empíricas. Para o estudo das magnitudes foram utilizadas 11 classes, sendo: zero, >0-10, >10-20, >20-30, >30-40, >40-50, >50-60, >60-70, >70-80, >80-90, >90-100. Portanto, para cada período decendial de cada mês do calendário, foram determinadas as frequências e as probabilidades empíricas da magnitude de cada classe e do valor mínimo de déficit hídrico dado pelo limite inferior de cada classe, resultantes dos diferentes modelos de balanço hídrico no solo.

Procedeu-se, também, a verificação do ajustamento da distribuição de probabilidades empíricas das variáveis aleatórias: Número mínimo de dias não consecutivos ou total decendial com déficit hídrico, magnitude total decendial de déficit hídrico, à curva normal, conforme procedimentos anteriormente adotados por SCARDUA (1979, apud BRAGA, 1982).

Estes autores obtiveram um bom ajustamento das sequências de dias e dias não consecutivos com déficit à curva normal, podendo-se traçar em papel de probabilidade para cada período decendial os gráficos das retas que relacionam o número mínimo de dias deficitários não consecutivos e as probabilidades teóricas de sua ocorrência.

Através dessas retas obtem-se os dados necessários para o traçado de gráficos que relacionam os números mínimos de dias secos consecutivos esperados, aos níveis de probabilidade teóricas de, 20%, 50% e 80% em cada decêndio.

Segundo SCARDUA (1979, apud BRAGA 1982) um teste para verificar se a distribuição da variável analisada ajusta-se à curva normal, baseia-se no fato em que, a curva normal se transforma numa reta quando traçada em papel de probabilidade. Assim quanto mais perfeito o ajustamento da distribuição da probabilidade empírica de uma variável na curva normal, melhor se ajusta, segundo o alinhamento de uma reta,

o conjunto dos pontos marcados em papel de probabilidade.

Destarte este teste descrito por BRAGA (1982), consiste no seguinte procedimento:

a) Por intermédio da utilização do papel de probabilidade e uma régua milimetrada, junto e paralela ao eixo das ordenadas do papel (probabilidades), fazendo coincidir a medida de 50 mm com o valor de 50% de probabilidade, como indica a figura 3.4, foram obtidas, na escala linear da régua, os valores equivalentes às probabilidades de

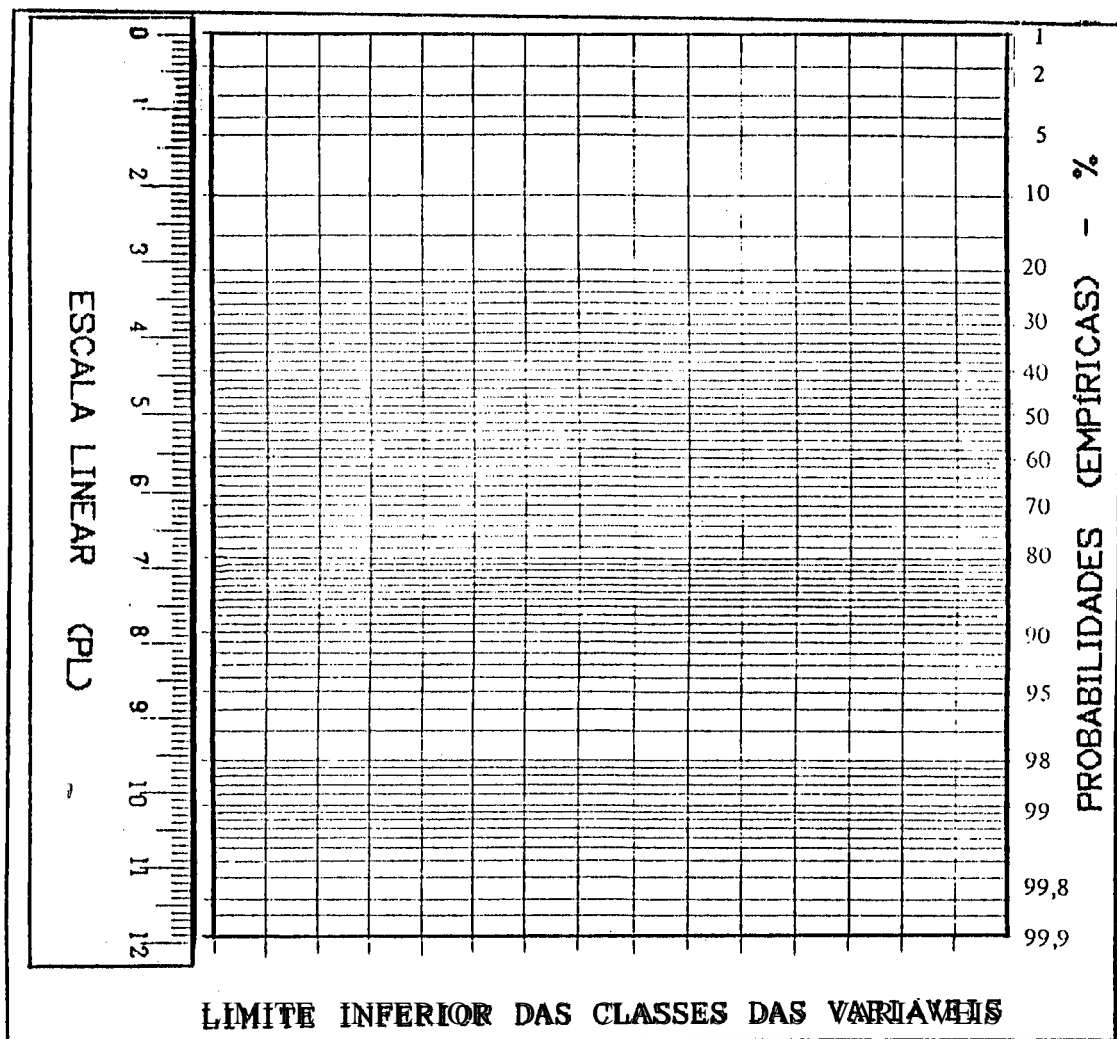


Figura 3.4. Papel de Probabilidade (DISTRIBUIÇÃO NORMAL); Abscissas = Limite inferior das classes das variáveis aleatórias; Ordenada esquerda - escala linear = Probabilidades lineares, correspondentes às probabilidades empíricas - Ordenadas à direita.

ocorrência das variáveis aleatórias estudadas, número mínimo de dias não consecutivos (totais) decêndiais e magnitude mínima total decêndial de déficit hídrico, dado pelo limite inferior de cada classe. Esses valores assim obtidos, denominados de "probabilidade linear" ( $P_l$ ) e mais os números mínimos de cada classes das variáveis analisadas correspondentes, formarão um novo conjunto de pares de valores.

b) Se os valores de Probabilidade linear ( $P_l$ ) e os valores das variáveis aleatórias se correlacionam segundo a equação de uma reta, as probabilidades empíricas dos números mínimos de cada classe das variáveis aleatórias ( $L_i$ ) se ajustam à curva normal e seu coeficiente de determinação ( $r^2$ ) pode ser tomado como uma medida de ajustamento das probabilidades empíricas dos números mínimos das variáveis estudadas à curva normal. Então através de regressão linear pelo método dos mínimos quadrados obtém-se as equações de retas ( $P_l = a + b.L_i$ ) e seus respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para cada decêndio do ano. Utilizando-se estas equações, através de dois valores dos números mínimos das variáveis estudadas, obtém-se os valores de probabilidade linear ( $P_l$ ), respectivamente. Aplicando o processo inverso do indicado no item "a", utilizando-se da figura 3.4, encontra-se os valores das probabilidades teóricas ( $P_t$ ) correspondentes aos valores de probabilidades linear ( $P_l$ ) estimadas pelas equações de reta. Através desses dois pontos de coordenadas ( $P_t; L_i$ ) é traçada a reta que melhor se ajusta aos pontos de probabilidade empírica marcada em papel de probabilidade para cada decêndio.

Através destas equações pode-se, também, obter (de forma inversa) os gráficos que relacionam o número mínimo das variáveis aleatórias que se espera ocorrer, aos níveis de probabilidade teórica de 20%, 50% e 80%. Para isso, basta isolar na equação de reta a variável aleatória, calculando seu valor em função da probabilidade linear correspondente à probabilidade teórica fixada (20%, 50%, 80%).

### 3.9. APLICABILIDADE DOS MODELOS

A quantificação do "impacto" das modificações climáticas na demanda hídrica das culturas, envolve dois tipos de modelos:

Os Modelos Globais do Clima (GCMs), que procuram simular os

processos que afetam o clima e suas interações; e

Os Modelos Agro-hidrológicos de Balanço Hídrico no solo, que nos fornecem as oscilações entre déficits e excessos de umidade no solo agricultável e assim a disponibilidade de água para as culturas.

Destarte, através deste estudo, procura-se introduzir nos modelos de balanço hídricos, anteriormente citados, as variações climáticas (precipitação e temperatura) previstas pelos Modelos Globais do Clima (GCMs), para inferir possíveis modificações na demanda hídrica das culturas do milho e soja na bacia do Rio Potiribú.

### 3.10. ESTIMATIVAS DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA PARA O B.H. EM FUNÇÃO DO EFEITO ESTUFA

As variações de temperatura e precipitação, previstas pelo modelo GCM-GISS, serão introduzidas nos modelos de balanço hídricos com o intuito de inferir as mudanças na demanda hídrica, para as culturas em questão (soja e milho), na bacia em estudo.

A seleção dos valores do modelo GISS decorre do fato de ser este, segundo descrito por DAMIANI (1991), o que melhor resposta apresentou para a região de estudo.

Como os resultados derivados do modelo GISS são apresentados em intervalos mensais, e nos modelos de balanço hídricos a computação será feita neste estudo, em intervalos diários, há a necessidade da adoção de processos de simulações de distribuição diárias (desagregação) para as variáveis previstas. Para tais simulações utilizou-se a metodologia descrita por LANNA & CHAVES (1993), que será detalhada a seguir.

As simulações das alterações nas variáveis climáticas previstas pelos modelos GCMs podem ser efetuadas através das alternativas abaixo descritas:

Os percentuais de variação das variáveis gerados pelo modelo GISS foram adotados para a obtenção dos valores diários das variáveis a serem introduzidas nos modelos de balanço hídrico agrohidrológicos. A distribuição destas variações mensais ao longo dos dias foi realizada com adoção do modelo geral apresentado na equação abaixo:

$$V_t = V_o + \alpha \cdot V_o^{(\beta + 1)}$$

.....3.83



onde,  $V_t$  variável diária futura;  $V_0$  variável diária atual;  $\alpha$  e  $\beta$  são parâmetros.

O parâmetro  $\beta$  assume valores reais que determinarão o tipo de desagregação.

O parâmetro  $\alpha$  terá seu valor calculado de forma que o total mensal da variável analisada seja igual ao previsto pelo modelo GCM-GISS.

Neste sentido, tem-se três alternativas que podem ser adotadas para a desagregação:

a) Distribuição linearmente proporcional à variável atual: obtida com  $\beta = 0$  e com  $\alpha$  calculado pela equação abaixo, sendo  $\theta$  o aumento total mensal previsto no modelo GCM, em fração.

$$\alpha = \theta$$

b) Distribuição quadraticamente proporcional à variável atual: obtida com  $\beta = 1$  e com  $\alpha$  calculado pela equação abaixo. Esta opção supõe que o aumento ou diminuição da variável ocorre mais acentuadamente nos valores mais intensos.

$$\alpha = \frac{\theta \cdot \sum V_0^2}{\sum V_0} \quad \dots\dots\dots 3.84$$

c) Distribuição igual para todos os dias: obtida com  $\beta = -1$  e com  $\alpha$  calculado pela equação abaixo. Esta opção supõe que o aumento ou diminuição da variável se distribuirão identicamente ao longo dos dias do mês.

$$\alpha = \frac{\theta \cdot \sum V_0}{N} \quad \dots\dots\dots 3.85$$

Os somatórios nas equações anteriores variam de 1 a N, sendo que, N é o número de dias do mês.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. DADOS METEOROLÓGICOS - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Considerou-se, como representativo da área estudada, o Posto Meteorológico de Ijuí, pelo fato de que seus registros (diários) de variáveis meteorológicas apresentam o menor número de falhas do que os demais postos (Cruz Alta e Passo Fundo), bem como a sua localização em relação à área de abrangência deste estudo. Além disto, verificou-se, através de análise de variância, que o mesmo não difere significativamente, ao nível de 5 %, em termos de precipitação pluviométrica e temperatura do ar, com os Postos de Cruz Alta e Passo Fundo, quando comparados os valores médios mensais da série histórica disponível (1981-1990). Sendo assim, acredita-se que o Posto de Ijuí pode ser usado como representativo da região de estudo, em termos de ocorrências meteorológicas.

Destarte, os valores diários dos Postos Meteorológicos de Cruz Alta e Passo Fundo foram usados, e muito úteis, apenas para o preenchimento das falhas nos registros diários do Posto de Ijuí, para que a série histórica de 10 anos não se interrompesse, já que o processamento dos modelos de balanço hídrico realiza-se na forma seriada e no intervalo diário, para posterior tratamento estatístico (frequência de ocorrência e magnitude de déficit hídrico).

Preenchidas as falhas nos registros do Posto de Ijuí, calculou-se as médias diárias das variáveis meteorológicas e a partir destas, as variáveis derivadas e então, utilizando-se de 6 equações empíricas, estimou-se os valores de ETP, bem como, através do método "Curve Number - SCS", a precipitação efetiva (fração da chuva que abastece o reservatório-solo), que serão apresentadas posteriormente (valores diários totalizados decendialmente), constituindo-se nas principais entradas nos modelos de balanço hídrico selecionados. Estes modelos de balanço hídrico apresentam simplificações e considerações peculiares que serão descritas e comparadas posteriormente.

#### 4.2. ESTIMATIVAS DA ETP - CLASSIFICAÇÃO DAS EQUAÇÕES

Para avaliar as equações de estimativa de ETP selecionadas, usou-se como testemunha ou padrão os valores de evaporação do tanque classe A, pois estes são governados pelos mesmos fatores meteorológicos, existindo em consequência, uma forte correlação entre os mesmos (relação linear). Segundo PRUITT citado por DORFMAN (1977), o uso de tanques evaporimétricos para avaliar a evapotranspiração mostraram-se de grande valia, sendo que este obteve uma relação entre  $ET/E_o$  igual a 0,70 a 0,85 para a grama. Porém, quando da utilização de tanque classe A ou evaporímetros, para a avaliação da evapotranspiração potencial, deve-se levar em conta, que a evaporação de uma superfície livre de água, em geral, é maior que a evapotranspiração de uma superfície vegetada. Comentam LANNA et alii (1989), que para minimizar o "efeito tanque", a literatura especializada recomenda que os valores observados de evaporação do tanque sejam multiplicados por um coeficiente ( $K_p$ ), geralmente entre 0,75 a 0,85. Desta forma, neste estudo, os valores de evaporação do tanque classe A foram corrigidos por um coeficiente ( $K_p = 0,8$ ), sendo denominados de  $E_o$ , e então usados nos critérios de avaliação descritos em materiais e métodos (item 3.3.6).

A seguir serão apresentados os coeficientes obtidos (tabela 4.1) para as equações de regressão linear ( $ET = a + b.E_o$ ), seus coeficientes de correlação, teste de hipóteses (validade das equações) e os resultados dos critérios de avaliação adotados (tabela 4.2), mediante os quais as equações de ETP foram submetidos, com o intuito de verificar sua adequabilidade na estimativa da ETP para o local de estudo, em intervalos de cálculo diário, quinidial, decendial e mensal.

Embora seja do conhecimento, que algumas destas equações sejam recomendadas para o intervalo de tempo mensal ou superior, neste estudo, realizou-se seus cálculos também para intervalos inferiores (dia, quinquídio, decêndio), a partir das médias de suas variáveis de entrada, nestes respectivos intervalos, mantendo os mesmos coeficientes das equações originais, com o intuito de avaliar o comportamento de suas estimativas com a redução do intervalo de tempo considerado e sua adequabilidade na região do estudo.

Analisando os coeficientes de correlação para intervalos diários, nota-se que os mesmos apresentam valores relativamente baixos, principalmente as equações de Blaney-Criddle e Thornthwaite, porém es-

tes valores aumentaram à medida que aumentou o intervalo de tempo considerado, diário para mensal. Assim, para avaliações diárias o coeficiente de correlação será menor do que para as correlações mensais, pois ambas as variáveis correlacionadas (ET e Eo) crescem com o tempo.

Para verificar a validade das equações obtidas, seus coeficientes de correlação foram submetidos a dois testes de hipóteses:

- teste 1 com as hipóteses,  $H_0: r = 0$  e  $H_1: r \neq 0$  (teste t)
- teste 2 com as hipóteses,  $H_0: r = 0,7$  e  $H_1: r < 0,7$  (teste z)

Tabela 4.1. Valores dos coeficientes das equações de regressão linear  $ET = a + b.Eo$ , (onde ET= estimativas de ETP e Eo = Evaporação do Tanque Classe A, corrigida  $K_p=0.8$ ), para diferentes intervalos de cálculo, coeficientes de correlação e teste de hipóteses (validade das equações de regressão)

intervalo de tempo	método	COEICIENTES			teste hipotese	
		a	b	r	tc	zc
dia	PENMAN	1,04066	0,80017	0,7548	69.52	
	BLANEY-CRID.	2,09799	0,42846	0,6092	46.41	-9.64
	HARGREAVES	1,93243	0,86520	0,7181	62.34	
	IVANOV	0,67964	0,77963	0,7538	69.31	
	JENSEN-HAISE	0,59693	0,58447	0,7292	64.38	
	THORNTWHAITE	1,50644	0,28948	0,5292	37.68	-16.81
quinquidlo	PENMAN	0,22877	1,03272	0,8841	50.70	
	BLANEY-CRID.	1,29921	0,70068	0,7697	32.31	
	HARGREAVES	1,14935	1,12654	0,8674	46.71	
	IVANOV	0,13297	0,97027	0,8593	45.02	
	JENSEN-HAISE	0,00187	0,78202	0,8710	47.51	
	THORNTWHAITE	0,68611	0,59598	0,7441	29.85	
decêndio	PENMAN	0,00846	1,10858	0,9099	41.50	
	BLANEY-CRID.	1,04078	0,78108	0,8205	27.16	
	HARGREAVES	0,94621	1,19329	0,8965	38.29	
	IVANOV	0,08040	1,00271	0,8871	36.36	
	JENSEN-HAISE	-0,16051	0,83471	0,9007	39.23	
	THORNTWHAITE	0,47491	0,65838	0,7985	25.10	
mes	PENMAN	-0,30272	1,20551	0,9388	29.61	
	BLANEY-CRID.	0,77489	0,85154	0,8795	20.08	
	HARGREAVES	0,64949	1,29272	0,9279	27.04	
	IVANOV	0,11144	0,96068	0,9173	25.02	
	JENSEN-HAISE	-0,37987	0,90761	0,9286	27.18	
	THORNTWHAITE	0,25501	0,71362	0,8646	18.71	

ET = ETP (mm/periodo) estimada pelo método

Eo = Evaporação (mm/periodo) do Tanque Classe A (corrigida  $K_p=0.8$ )

Bacia do Potiribú (1981-1990)

No primeiro teste realiza-se a prova de significância dos coeficientes de correlação (teste t). Neste, rejeita-se a hipótese da nulidade ( $H_0: r=0$ ) para todas as equações obtidas, pois os valores de "t calculados" mostraram-se superiores aos valores tabelados (FONSECA et alii, 1985). Assim sendo, podemos dizer que existe relação linear entre as variáveis correlacionadas, em qualquer intervalo de estimativa.

O segundo teste recaiu apenas sobre as equações, cujos coeficientes de correlação apresentaram valores inferiores a 0,7 (Blaney-Criddle e Thornthwaite para o intervalo diário). Neste, rejeitou-se a hipótese da nulidade ( $H_0: r = 0,7$ ) em ambas as situações, demonstrando que a relação linear existente, entre os valores diários de evaporação de tanque classe A e as estimativas de Blaney-Criddle e Thornthwaite, é relativamente fraca, e a utilização das equações de regressão, nestes casos, podem resultar em erros grosseiros. Mesmo assim, estas equações foram utilizadas para dar continuidade aos testes de classificação das estimativas de ETP que segue.

Na tabela 4.2, apresenta-se os resultados obtidos pelas equações de estimativa da ETP submetidas aos critérios de paralelismo e concordância selecionados, bem como a classificação geral obtida (performance) na tabela 4.3. Para esta classificação usou-se inicialmente dois critérios de paralelismo (coeficiente de determinação " $r^2$ " e o teste F " $F_c$ ") e três critérios de concordância (coeficiente angular da equação de regressão, erro padrão "RMS" e erro relativo "CV"), sendo os demais critérios auxiliares, usados em caso de empate.

Analisando-se os valores do Teste F ( $F_c$ ) verifica-se que o teste foi altamente significativo ao nível  $F(n_1, n_2, \alpha=0,99)$  para todas as equações de estimativa testadas, assim procedeu-se a classificação de acordo com o estabelecido em materiais e métodos (item 3.3.6).

Os critérios coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e teste F ( $F_c$ ) apresentaram uma mesma tendência, não tendo sido observado nenhuma discrepância no ordenamento das estimativas.

Os coeficientes angulares (b) da equação de regressão apresentaram valores crescentes a medida que aumentou-se o intervalo de estimativa das equações. Observa-se que as equações de Penman e Hargreaves passam a apresentar valores superiores a unidade afastando-se da mesma, nos intervalos de estimativa quinquidial, decendial e mensal. Para as demais equações os coeficientes angulares da equação de regressão

TABELA 4.2. Valores dos critérios de avaliação (paralelismo e concordância) das equações de estimativa de ETP para o intervalo diário, quinquidial, decêndial e mensal (Bacia Potiribú).

inter- valo	CRITÉRIO	Equações					
		PENMAN	BLANEY	HARGREAV	IVANOV	JENSEN	THORNTH
diário	$r^2$	0.5697	0.3711	0.5156	0.5682	0.5317	0.2801
	Fc	45.5999	36.0720	43.3817	45.5412	44.0541	31.9721
	$S^2$	1.8181	1.1694	2.6436	1.7363	1.1310	0.8098
	RMS	1.4652	1.5833	2.2381	1.3850	1.5006	1.7837
	CV	-0.5389	-0.1906	-1.0000	-0.2267	0.4031	1.0000
	K			1.4906			0.7770
	C2	0.3409	0.4007	0.5803	0.3206	0.3553	0.4432
	DP	0.1370	0.1074		-0.0004	-0.2223	
quinqui.	$r^2$	0.7817	0.5924	0.7524	0.7383	0.7588	0.5537
	Fc	23.6904	20.6252	23.2428	23.0245	23.3406	19.9379
	$S^2$	0.6634	0.7520	0.9299	0.7430	0.4330	0.6377
	RMS	0.8793	1.0463	1.8246	0.8635	0.9916	1.1432
	CV	-0.5222	-0.3555	-1.0000	-0.3111	0.5028	1.0000
	K			1.5009			0.8195
	C2	0.2174	0.2591	0.5172	0.2044	0.2543	0.2904
	DP	0.1072	0.1239		0.0136	-0.2174	
decêndial	$r^2$	0.8279	0.6732	0.8038	0.7869	0.8111	0.6376
	Fc	17.2159	15.5251	16.9631	16.7846	17.0404	15.1080
	$S^2$	0.4923	0.5706	0.6699	0.5246	0.3127	0.4748
	RMS	0.7869	0.8927	1.7637	0.7287	0.9003	1.0140
	CV	-0.5111	-0.3889	-1.0000	-0.3944	0.5889	1.0000
	K			1.5014			0.8128
	C2	0.1955	0.2220	0.5100	0.1766	0.2430	0.2585
	DP	0.1058	0.1201		0.0289	-0.2176	
mensal	$r^2$	0.8813	0.7736	0.8610	0.8414	0.8622	0.7479
	Fc	10.1975	9.5542	10.0798	9.9642	10.0869	9.3944
	$S^2$	0.3143	0.3408	0.4330	0.2793	0.2113	0.2756
	RMS	0.6978	0.6890	1.7216	0.5287	0.8146	0.8910
	CV	-0.4833	-0.4333	-1.0000	-0.4033	0.7500	1.0000
	K			1.5044			0.7966
	C2	0.1706	0.1757	0.5064	0.1347	0.2299	0.2318
	DP	0.1069	0.1038		0.0030	-0.2161	

TABELA 4.3. Escores parciais e totais obtidos pelas equações de estimativa da ETP nos critérios de avaliação e classificação, para os respectivos intervalos de cálculo.

intervalo	Equações						
	CRITÉRIO	PENMAN	BLANEY	HARGREAV	IVANOV	JENSEN	THORNTN
diário	R	1	5	4	2	3	6
	Fc	1	5	4	2	3	6
	b	2	5	1	3	4	6
	RMS	2	4	6	1	3	5
	C2	2	4	6	1	3	5
	Total	8	23	21	9	16	28
	Classif.	1º	5º	4º	2º	3º	6º
quinquidial	R	1	5	3	4	2	6
	Fc	1	5	3	4	2	6
	b	2	5	3	1	4	6
	RMS	2	4	6	1	3	5
	C2	2	4	6	1	3	5
	Total	8	23	21	11	14	28
	Classif.	1º	5º	4º	2º	3º	6º
decêndial	R	1	5	3	4	2	6
	Fc	1	5	3	4	2	6
	b	2	5	4	1	3	6
	RMS	2	3	6	1	4	5
	C2	2	3	6	1	4	5
	Total	8	23	24	11	15	28
	Classif.	1º	4º	5º	2º	3º	6º
mensal	R	1	5	3	4	2	6
	Fc	1	5	3	4	2	6
	b	4	3	5	1	2	6
	RMS	3	2	6	1	4	5
	C2	2	3	6	1	4	5
	Total	11	18	23	11	14	28
	Classif.	2º	4º	5º	1º	3º	6º

tendem a se aproximar da unidade quando aumenta o intervalo de estimativa. Sendo assim, a ordenação das equações perante este critério apresentou um comportamento bastante variado, alternado o

posicionamento das equações, nos diferentes intervalos de estimativa, o que tem grande influência na classificação final.

Já o erro padrão (RMS) e o erro relativo ( $C^2$ ) apresentaram discrepância apenas nas estimativas mensais, para as equações de Penman e Blaney-Criddle, alterando seus posicionamentos nestes critérios.

Analisando-se os valores e escores da tabela 4.3, observa-se que apenas para o intervalo mensal a equação de Penman não obteve o melhor desempenho, totalizando o mesmo número de pontos que a equação de Ivanov, sendo que, com o auxílio dos critérios auxiliares para o desempate, esta última demonstrou uma melhor performance, classificando-se em primeiro lugar. Nos demais intervalos de tempo a equação de Penman, como se era de esperar, apresentou um desempenho superior as demais, e a equação de Thornthwaite o pior desempenho. Cabe aqui ressaltar o bom desempenho da equação de Ivanov, principalmente mediante os critérios de concordância, obtendo resultados superiores à equação de Penman (que é consagrada pela sua precisão).

A Classificação final obtida mediante os critérios analisados é apresentada no Quadro 4.1, a seguir.

QUADRO 4.1. Classificação final das equações de estimativas da ETP nos intervalos de tempo considerados (Bacia do Potiribú).

intervalo de cálculo	diário	quinquídio	decêndio	mês
Classificação		equações		
1	Penman	Penman	Penman	Ivanov
2	Ivanov	Ivanov	Ivanov	Penman
3	Jensen-Haise	Jensen-Haise	Jensen-Haise	Jensen-Haise
4	Hargreaves	Hargreaves	Blaney-Criddle	Blaney-Criddle
5	Blaney-Criddle	Blaney-Criddle	Hargreaves	Hargreaves
6	Thornthwaite	Thornthwaite	Thornthwaite	Thornthwaite

Os resultados obtidos veem ao encontro com as conclusões de alguns autores, que afirmam que o método de Penman não parece dar bons resultados para estimativas diárias, sendo recomendado para períodos de 5 dias ou mais (o que pode ser evidenciado nos critérios de concordância). Entretanto, TANNER e PELTON (1960 apud BRAGA, 1982) em



análises exaustiva de comparação concluíram que o método de Penman é válido para estimar a evapotranspiração potencial para períodos curtos, como um dia. Já os métodos que utilizam a média da temperatura na estimativa de evapotranspiração potencial (Blaney-Criddle, Hargreaves e Thornthwaite) perdem consideravelmente em precisão quando utilizados em períodos inferiores a um mês. Segundo comenta BRAGA (1982), as principais fontes de erro destes métodos são a defasagem entre a radiação e temperatura e a advecção.

A equação de estimativa de Ivanov, recomendada para o período mensal, apresentou resultados superiores à equação de Penman neste intervalo de estimativa, devido ao seu melhor desempenho mediante aos critérios de concordância, o que pode ser notado também nos demais intervalos. Porém, isto pode ser justificado pelo emprego do valor constante de 0,8 para a correção dos valores de evaporação do tanque classe A, proporcionando uma maior aproximação destes aos valores estimados pela equação de Ivanov.

Destarte, devido ao melhor desempenho global da equação de Penman seus valores (diários) serão utilizados posteriormente nos modelos de balanço hídricos selecionados e que serão analisados neste estudo. Na Tabela 12 (anexo 7) encontram-se os totais decendiais da Evapotranspiração Potencial obtidos pelo somatório dos valores diários estimados pela equação de Penman. A figura 4.1 mostra o transcurso decendial da ETP pelo método de PENMAN e EV tanque classe A (observados) para a série histórica (1981-1990) e o transcurso médio da evapotranspiração potencial (ETP-Penman) pode ser observado na figura 4.2.

#### 4.3. PRECIPITAÇÃO EFETIVA

Como já mencionado anteriormente, nem toda a água proveniente da precipitação pluviométrica contribui para o abastecimento do reservatório-solo, parte desta é perdida, principalmente por escoamento superficial e percolação profunda. Porém, nos modelos de THORNTHWAITE & MATHER e MODIFICADO de BRAGA em suas formas originais os autores propõem, como entrada principal, os valores de precipitação total, o que, de certa forma, resulta em uma subestimativa da ocorrência e magnitude dos déficit hídricos, principalmente quando a chuva não excede a capacidade de armazenamento do solo, no período de tempo

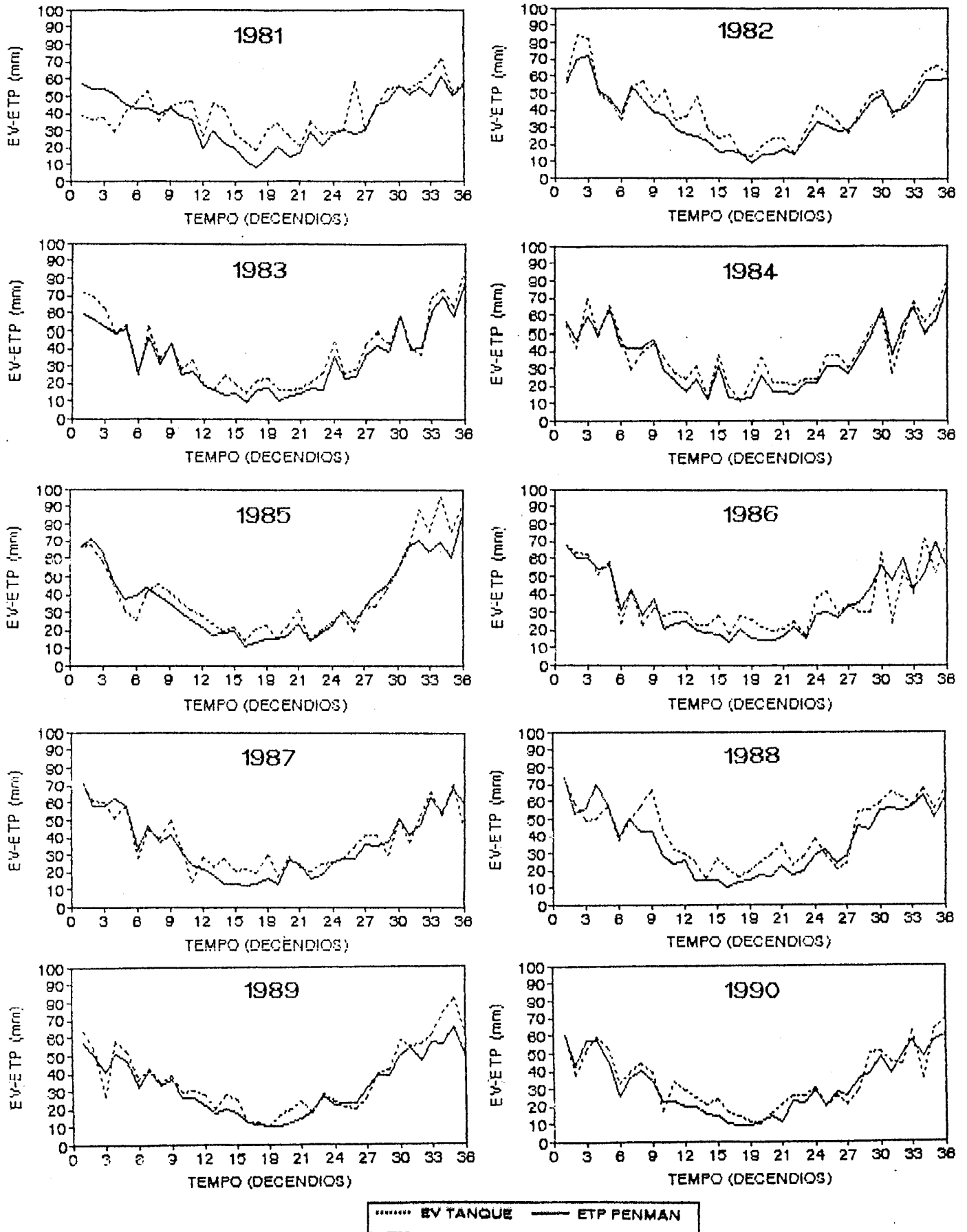


Figura 4.1. Transcurso decendial da Evapotranspiração Potencial (ETP equação de PENMAN) e Evaporação do Tanque Classe A (EV) para a série histórica (1981-1990) na Bacia do Rio Potiribú.

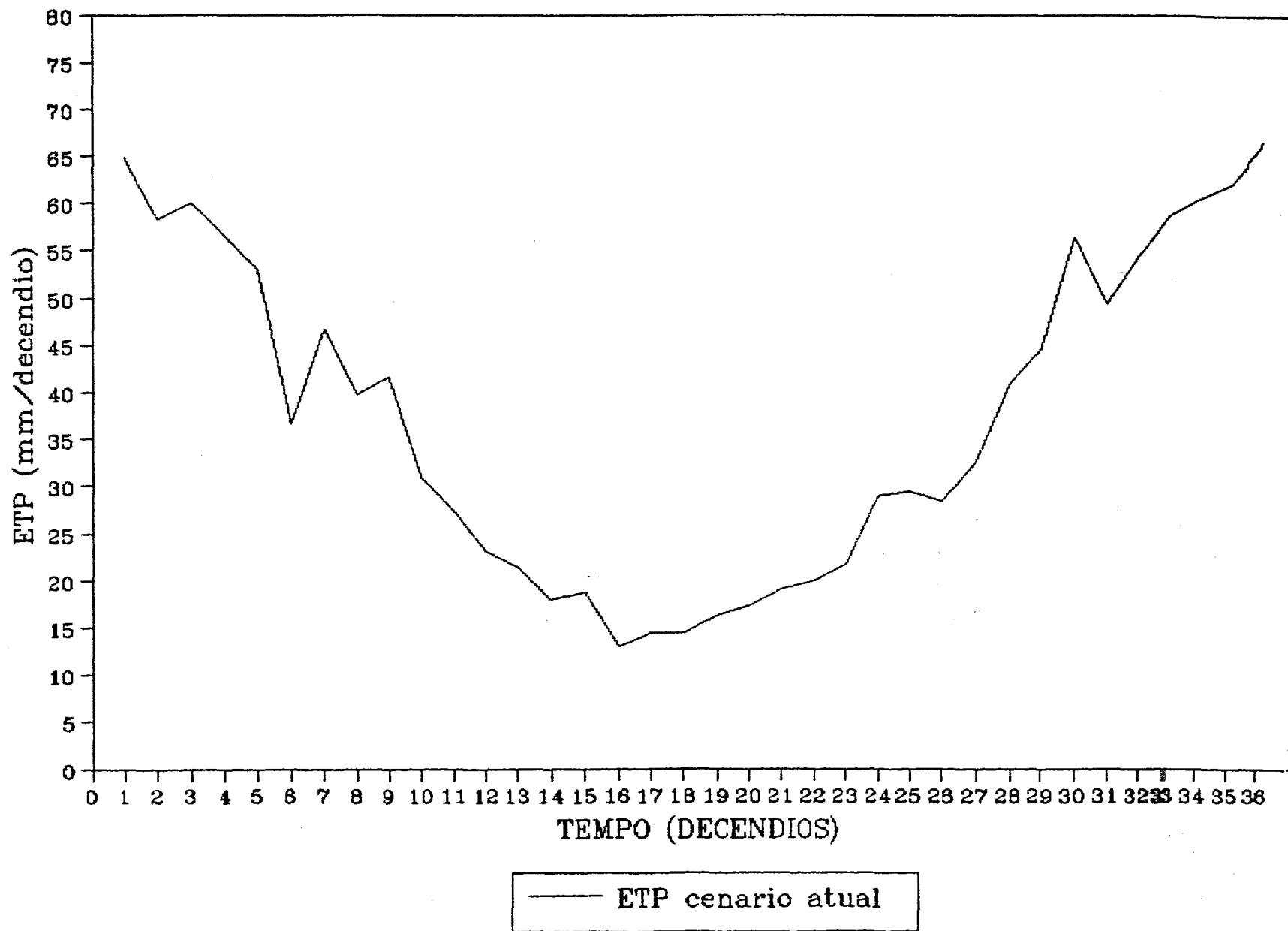


Figura 4.2. Transcurso médio decencial da evapotranspiração potencial (ETP Peaman) para a série histórica (1981-1990) na bacia do rio Potiribú

considerado. Sendo assim, neste estudo, para minimizar este problema, utilizou-se, também nestes modelos, os valores resultantes do método "curve number", que desagrega a fração que gera o escoamento superficial e uma outra pequena fração das perdas iniciais, para eventos diários isolados (precipitações diárias) como descrito em materiais e métodos (item 3.3.7). A estes valores resultantes desta metodologia, que infiltram no solo, deu-se a denominação de precipitação efetiva, que constitui-se na fração da precipitação que efetivamente contribui para o abastecimento do reservatório-solo. Cabe aqui frisar, que ainda uma fração desta, promoverá a percolação profunda para fora do sistema radicular das culturas, quando o solo supera a sua capacidade de armazenamento e que será determinada diretamente nos modelos de balanço hídrico. Os transcurso decendiais da precipitação bruta (valores observados - tabela 13 do anexo 7) e efetiva (valores estimados - tabela 14 do anexo 7) podem ser observados na figura 4.3 e os transcurso médios na figura 4.4.

Analisando os transcurso da precipitação ao longo da série histórica, observa-se, que na maioria dos decêndios ocorre a incidência de chuvas, porém, nem sempre, estas são suficiente para abastecer adequadamente o reservatório-solo, para suprir a demanda hídrica das plantas, como será demonstrado nos balanços hídricos posteriormente.

Embora os cálculos tenham sido realizados no intervalo diário, achou-se mais conveniente a apresentação dos resultados na forma de totais decendiais (a partir do somatório dos valores diários), evitando tabelas muito extensas e uma melhor resolução dos gráficos, sendo que os dados diários permanecerão arquivados e a disposição de quem os forem de interesse.

#### 4.4. COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS DE BALANÇO HÍDRICO - METODOLOGIAS

Para um melhor entendimento entre as semelhanças e distinções encontradas entre os modelos selecionados, bem como as modificações adotadas neste estudo comparativo, elaborou-se três organogramas (figuras 4.5, 4.6 e 4.7) que descrevem a metodologia de cálculo que utilizou-se no processamento dos respectivos modelos de balanço hídrico.

A principal distinção entre os modelos analisados, refere-se à modelagem de extração de água do reservatório-solo, que baseiam-se

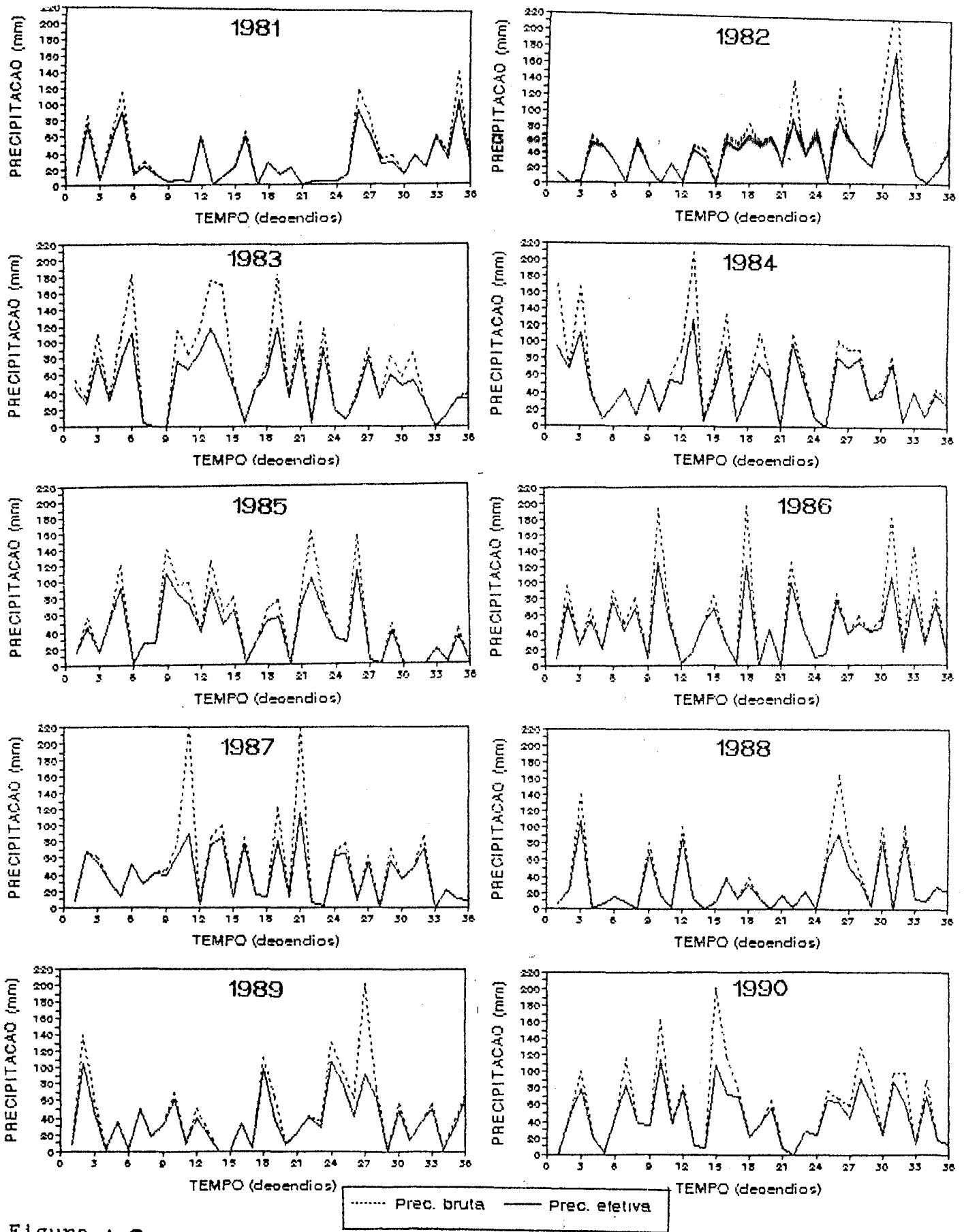


Figura 4.3. Transcurso decenal da precipitação bruta (observada) e da precipitação efetiva (estimada - curve number) para a série histórica (1981-1990) na Bacia do Rio Potiribú.

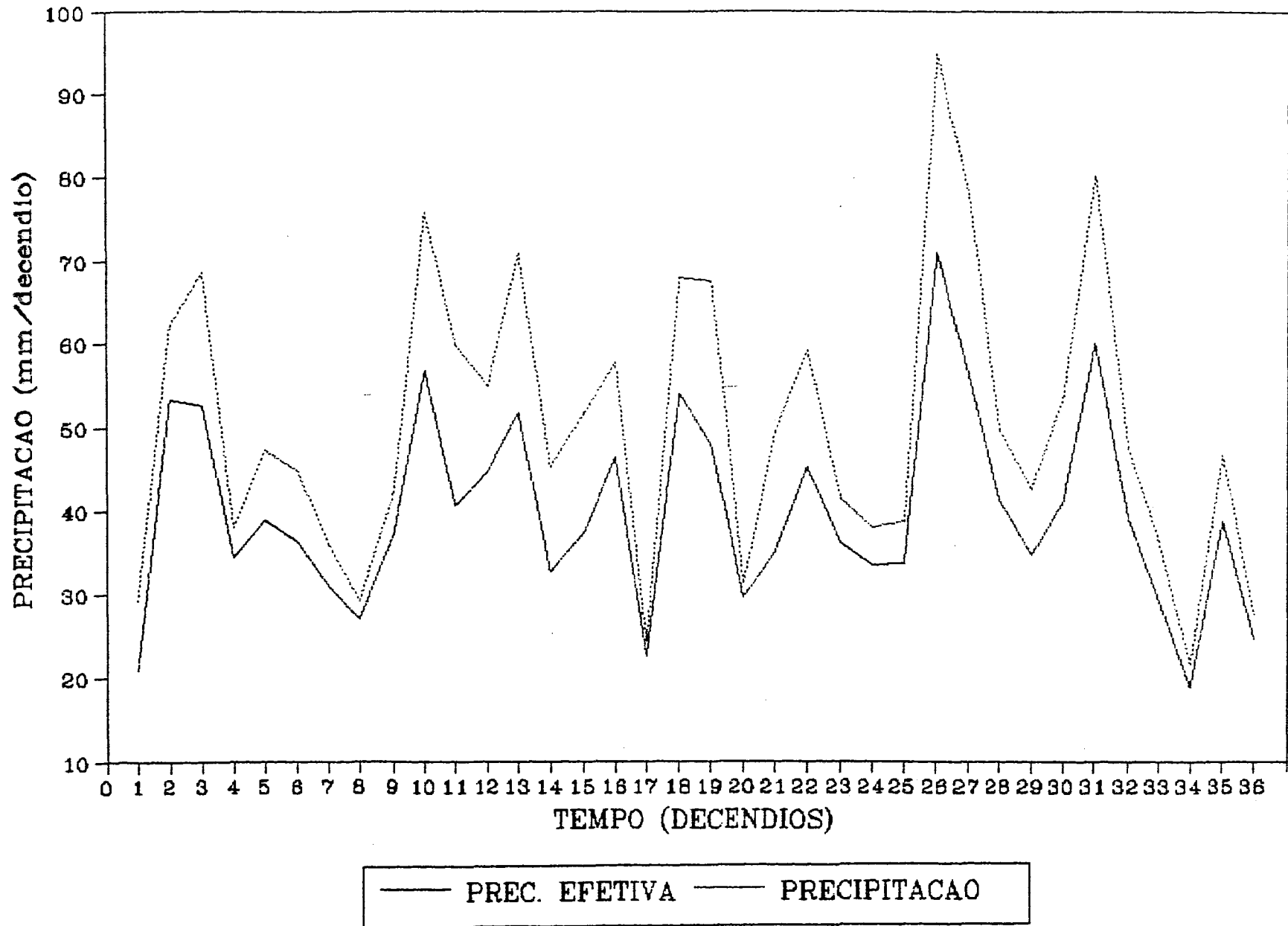


Figura 4.4. Transcursos médios decendiais da precipitação (observada) e da precipitação efetiva (estimada) para a série histórica (1981-1990) na Bacia do Rio Potiribú.

nas teorias de Viehmeyer & Hendrickson (modelo BALHIDRO SIMPLIFICADO - BHB), de Thornthwaite & Mather (modelo de THORNTHWAITE & MATHER - BHT) ou ambas simultaneamente (modelo MODIFICADO - BHM).

A teoria de Thornthwaite & Mather, utilizada em seu modelo original (modelo de balanço hídrico de THORNTHWAITE & MATHER), propõe que as alterações do armazenamento de umidade do solo obedecem a uma relação exponencial com a demanda atmosférica, definida pelo negativo acumulado, que representa a perda potencial de água que pode ocorrer em virtude da precipitação não atender à demanda imposta pela evapotranspiração, ou seja, o somatório algébrico dos valores negativos do cotejo entre a precipitação e evapotranspiração (P-ETP negativos). Desta forma, o secamento da água no solo segue uma curva exponencial negativa, desde o valor inicial da demanda (negativo acumulado).

No modelo de balanço hídrico MODIFICADO, assume-se que o decaimento ou diminuição do armazenamento da água no solo seja linear (teoria de Viehmeyer & Hendrickson) até um determinado valor de negativo acumulado, correspondendo o armazenamento crítico, definido pela fração de água prontamente disponível do solo (fator de disponibilidade que é função da cultura e demanda evaporativa da atmosfera) e, abaixo deste, o processo torna-se exponencial (teoria de Thornthwaite & Mather). Desta forma o armazenamento é determinado através de duas equações gerais distintas, sendo seus limites de abrangência definidos pelos valores de evapotranspiração diária, capacidade de armazenamento e fator de disponibilidade.

O modelo de balanço hídrico BALHIDRO SIMPLIFICADO admite uma relação linear entre o armazenamento de água no solo e a demanda evaporativa da atmosfera, ou seja, o cotejo entre a precipitação e evapotranspiração é realizado diretamente no solo em termos potenciais, sem levar em consideração a modelagem do negativo acumulado.

Desta forma, no modelo BALHIDRO SIMPLIFICADO, admite-se que a diminuição do armazenamento de água no solo ocorre mais rapidamente, pelo fato de que a retirada da umidade do solo dá-se na sua taxa máxima enquanto houver umidade disponível no solo. No modelo de THORNTHWAITE & MATHER a extração de umidade só apresenta-se em sua taxa máxima quando o solo se encontra na capacidade de campo, decrescendo depois de maneira exponencial. Já para o modelo MODIFICADO segundo BRAGA a taxa máxima de extração de água do solo permanece potencialmente até um determinado valor de umidade no solo (armazenamento crítico), que

MODELO DE BALANÇO HÍDRICO THORNTHWAITE & MATHER

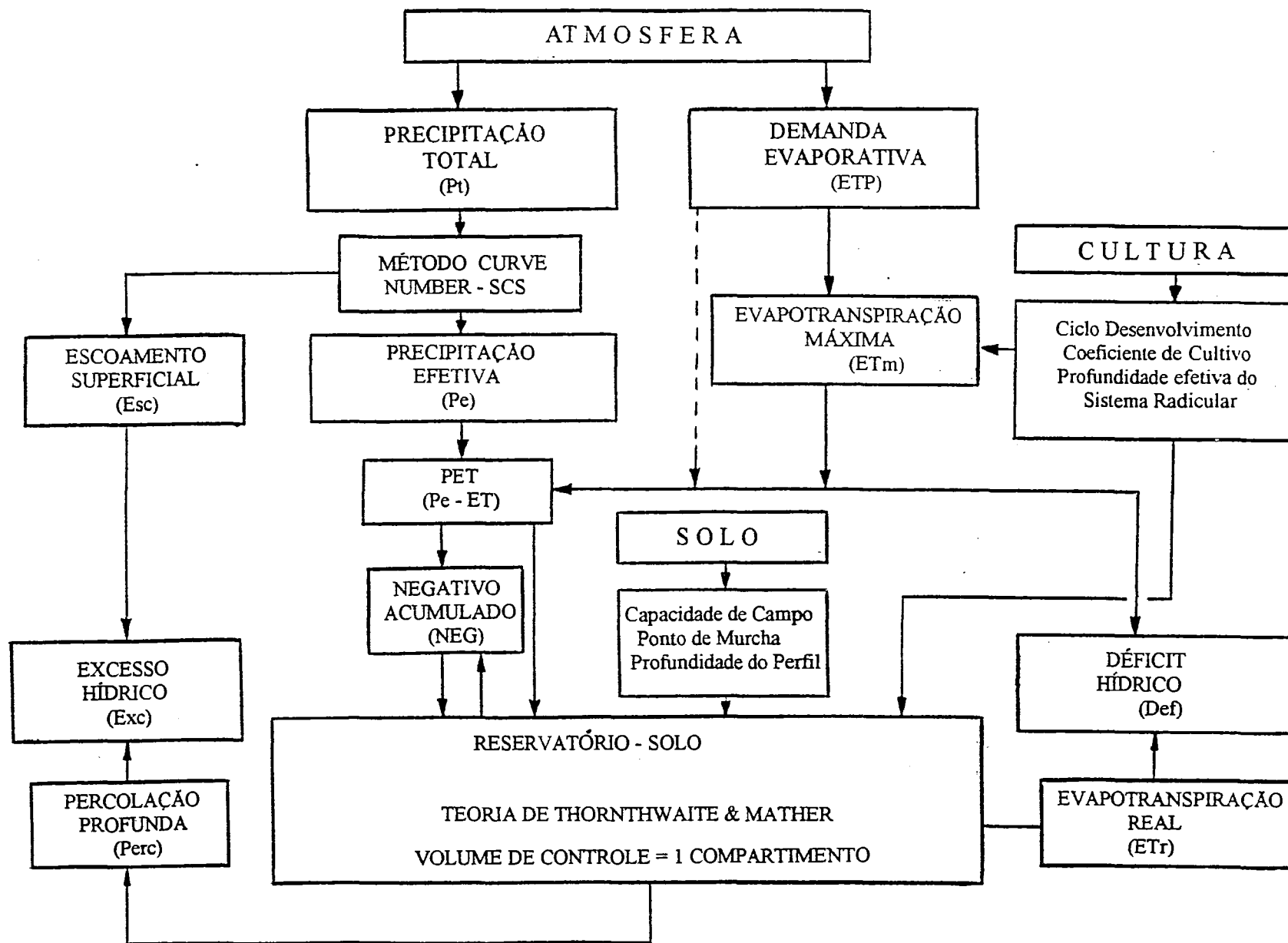


Figura 4.5. Organograma - Modelo de Balanço Hídrico THORNTHWAITE & MATHER (BHT)





MODELO DE BALANÇO HÍDRICO BALHIDRO

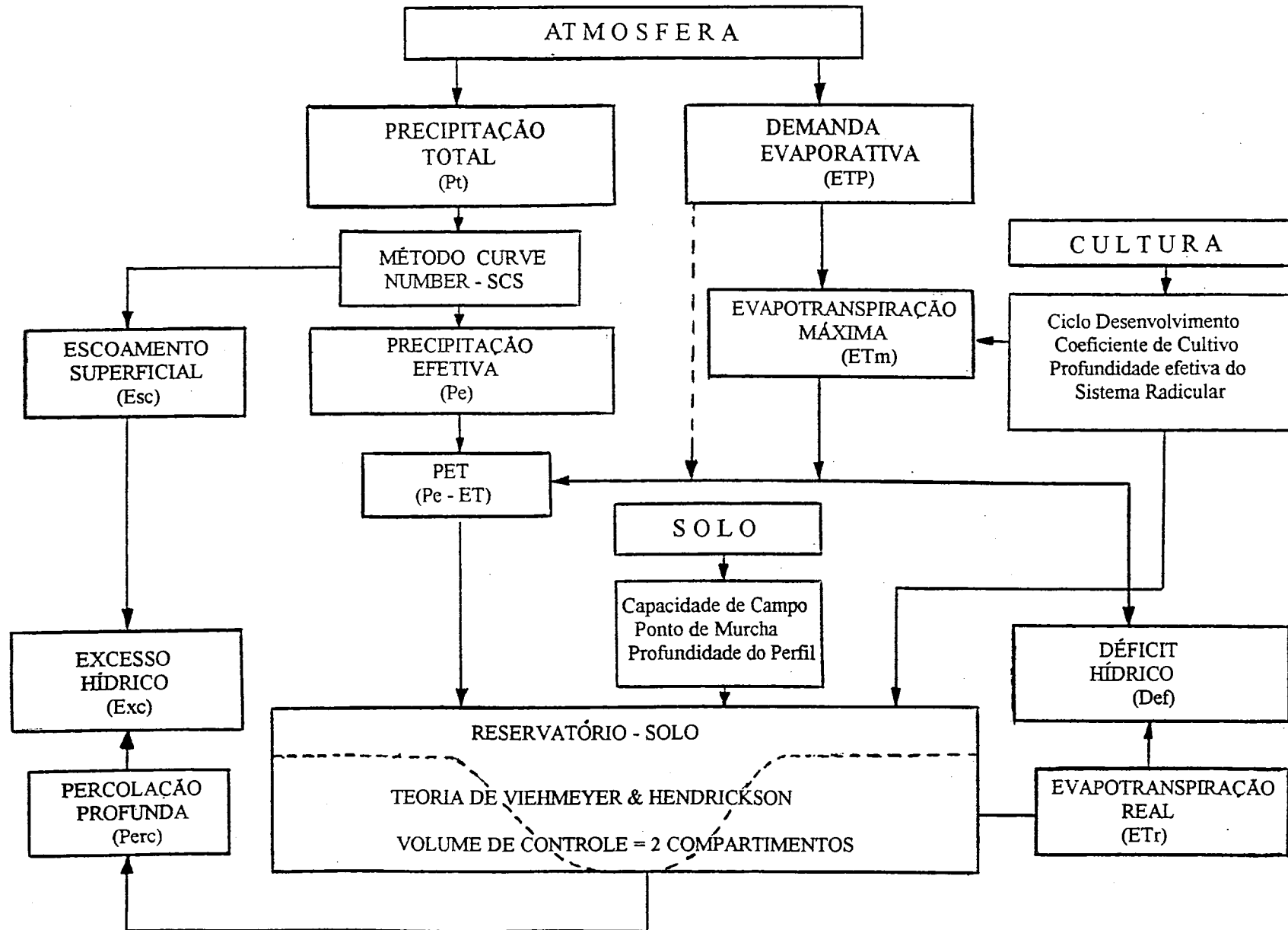


Figura 4.7. Organograma - Modelo de Balanço Hídrico BALHIDRO SIMPLIFICADO (BHB)

depende da fração de água facilmente disponível do solo para utilização das culturas, e após decresce exponencialmente.

Do exposto acima, pode-se resumir que na teoria de Thornthwaite & Mather a extração de umidade do solo é mais lenta do que na de Viehmeyer & Hendrickson, acarretando uma diferença no armazenamento de água no solo entre os modelos analisados.

Uma outra diferença marcante do modelo BALHIDRO SIMPLIFICADO em relação aos anteriores se refere a consideração do reservatório-solo, que neste caso é subdividido em dois compartimentos conexos, ou seja, o perfil do solo divide-se em duas camadas, superior e profunda. É na camada superior, definida pelo desenvolvimento do sistema radicular da cultura, que o cotejo principal do balanço se processa, tendo a camada profunda um papel secundário.

Como nos modelos analisados, apresenta-se distintas preposições quanto a modelagem dos fenômenos participantes do sistema água-solo-planta-atmosfera é de se esperar resultados distintos no que se refere aos períodos de ocorrência e magnitude dos déficits hídricos.

No Quadro 4.2. a seguir, apresenta-se um resumo das principais semelhanças e distinções das metodologias dos modelos de balanço hídrico, adotados neste estudo.

#### 4.5. BALANÇO HÍDRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Para avaliar a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica em estudo e comparar os resultados dos três modelos de balanço hídrico, efetuou-se, inicialmente, o processamento dos balanços sem levar em consideração nenhuma cultura específica, ou seja, para as abstrações de água no sistema, considerou-se a evapotranspiração potencial (ETP) em todo o transcurso da série histórica.

Em relação a profundidade máxima do reservatório-solo considerou-se um valor constante de 500 mm, nos três modelos de balanço hídrico, por ser este valor representativo para a profundidade efetiva do sistema radicular da maioria das culturas anuais. Mesmo tendo o conhecimento que o sistema radicular efetivo da cultura do milho, e da soja com menor frequência, possa atingir profundidades maiores, este valor se justifica por resultar em uma condição crítica, pois, conseqüentemente, com o aumento da profundidade do solo considerado a

QUADRO 4.2. Semelhanças e distinções entre os Modelos de Balanço Hídrico

item	MODELO					
	BHT		BHM		BHB	
Variáveis Meteorol.	Prec. efetiva ETP (ETm)		Prec. efetiva ETP (ETm)		Prec. efetiva ETP (ETm)	
Variáveis Solo	$\theta_{cc}$	$\theta_{PM}$ Prof. max.	$\theta_{cc}$	$\theta_{PM}$ Prof. max.	$\theta_{cc}$	$\theta_{PM}$ Prof. max.
Variáveis Cultura	Ciclo; Kc		Ciclo; Kc Fator disp.		Ciclo; Kc Prof. rad.	
Base Temporal	Diaria		Diaria		Diaria	
Forma de Cálculo	Sequencial		Sequencial		Sequencial	
Teoria de Extração de Umidade	THORNTHWAITE e MATHER		VEIHMEYER e HENDRICKSON THORNTHWAITE e MATHER		VEIHMEYER e HENDRICKSON	
Reservatório-solo	1 compartimento prof. constante		1 compartimento prof. constante		2 compartimentos variáveis	
Variação Armazenamento	f(negativo acum) 1 equação		f(negativo acum) 2 equações		diretamente no solo (P-ET)	
Deficit Hídrico	Def = ETP-ETr		Def = ETP-ETr		Def = ETP-ETr	

ETP = Evapotranspiração Potencial; ETm = Evapotranspiração Máxima;  $\theta_{cc}$  = Umidade na Capacidade de Campo;  $\theta_{PM}$  = Umidade no Ponto de Murcha Permanente; Kc = Coeficiente de Cultivo; P = Precipitação; ET = Evapotranspiração; ETr = Evapotranspiração; Evapotranspiração Real; Def = Deficit Hídrico.

ocorrência e magnitude dos déficits diminuem em função da maior quantidade de água resultante no sistema.

Uma observação importante em relação ao modelo BALHIDRO SIMPLIFICADO, no que se refere ao reservatório-solo, o qual, na sua forma original, divide-se em duas camadas, consiste que nesta etapa do estudo a camada inferior foi desprezada, sendo que o cotejo realizou-se apenas com a camada superior ( $R_m = 500$  mm). Isto se justifica por

não ocorrer variação (aumento ou diminuição) na profundidade do sistema radicular (ausência de cultura específica) e pela utilização do valor do coeficiente de cultivo sempre igual à unidade, e desta forma obter uma melhor comparação entre as teorias de extração de umidade do solo, preconizadas nos modelos.

As entradas de precipitações, em todos os modelos de BH, constituíram-se dos valores diários de precipitação efetiva, resultantes do método da "curve number", como proposto no modelo de balanço hídrico BALHIDRO SIMPLIFICADO.

A seguir, um estudo estatístico de frequências da ocorrência e magnitude de déficit hídricos resultantes das distintas metodologias de balanço hídrico será realizado e posteriormente comparados e discutidos seus resultados.

Em resumo, para o processamento dos modelos, adotou-se os seguintes critérios gerais:

- Considerou-se uma profundidade de solo constante de 500 mm, e consequentemente, uma capacidade máxima de armazenamento de água no solo igual a 45 mm.
- A evapotranspiração potencial foi determinada no intervalo diário, pelo método de PENMAN.
- As precipitações efetivas (entradas) foram estimadas pelo método da "curve number", proposto pelo SCS.
- Os balanços iniciaram após uma sequência de dias com chuva (outubro de 1980) cuja magnitude, descontados os valores de ETP, superou o valor da capacidade máxima de armazenamento do solo, desta forma, pode-se inferir que o solo encontrava-se com seu armazenamento máximo (capacidade de campo).

#### 4.5.1. CONTABILIZAÇÃO DOS DIAS COM DÉFICIT HÍDRICO

Pela contagem de dias com déficit hídrico, bem como a soma de suas intensidades (déficit total decendial), obtidos através dos distintos modelos de balanço hídrico (tabelas 15 a 20 do anexo 8), obteve-se as frequências relativas e frequências acumuladas complementares ou probabilidade empírica de ocorrência para o período decendial. Os dias deficitários foram analisados na sua forma de ocorrência total (não consecutivos) para cada decêndio e sua correspondente magnitude

total (soma dos déficits hídricos diários em cada decêndio).

Estas relações são necessárias para se determinar o número mínimo de dias secos não consecutivos (totais) e suas magnitudes que se espera ocorrer, a um dado nível de probabilidade, para o intervalo decendial. Ou de outra forma, qual a probabilidade de ocorrer, em cada decêndio, um número mínimo de dias não consecutivos (totais do período) com déficit hídrico e suas magnitudes, dado pelo limite inferior de cada classe.

Assim, como podemos verificar pelas tabelas 15 a 20 (anexo 8), foram obtidas as seguintes relações:

a) Totais de dias com déficit hídrico por decêndio, nos 10 anos da série da histórica (1981-1990), tabelas 15, 16 e 17 (anexo 8).

Nestas tabelas pode-se observar quais os períodos de maior ocorrência de déficit hídrico (não sequencial) por decêndio, simulados pelos modelos de balanço hídrico, BHT, BHM e BHB.

Assim por exemplo, para o ano de 1981, obteve-se no 1º decêndio do mês de janeiro, 8; 5 e 5 dias com déficit hídrico, no 2º decêndio do mês de janeiro, 4; 2 e 5 dias com déficit hídrico, nos modelos de balanço hídrico BHT, BHM e BHB, respectivamente. Nestas tabelas também pode-se obter, os números totais de dias com déficit hídrico para períodos maiores (mês, semestre, ano), através da soma dos valores decendiais correspondentes. Essas tabelas podem nos dar informações a respeito do comportamento da marcha dos dias secos durante os anos, fornecendo subsídios para a escolha mais adequada de épocas de plantio e necessidades de irrigação (frequências), além de outras.

b) Magnitude dos déficits hídricos totais por decêndio, nos 10 anos da série histórica (1981-1990), tabelas 18, 19 e 20 (anexo 8).

Nestas tabelas pode-se observar quais os períodos de maior severidade de déficit hídrico (não consecutivos), por decêndios, simulados pelos modelos de balanço hídrico, BHT, BHM e BHB.

Assim por exemplo, para o ano de 1981, obteve-se no 1º decêndio do mês de janeiro, 22,8; 20,1 e 27,2 mm de déficit hídrico, no 2º decêndio do mês de janeiro, 8,8; 3,1 e 31,5 mm de déficit hídrico, nos modelos de balanço hídrico BHT, BHM e BHB, respectivamente. Nestas tabelas também pode-se obter, as magnitudes totais de déficit hídrico para períodos maiores (mês, semestre, ano), através da soma dos valo-

res decendiais correspondentes. Essas tabelas podem nos dar informações a respeito do comportamento da marcha das magnitudes dos déficits durante os anos, fornecendo subsídios para a escolha mais adequada de épocas de plantio, necessidades de irrigação (dose de irrigação e frequência) e outras práticas, como por exemplo, o armazenamento de água para posterior utilização nos períodos mais críticos e a previsão de safras, além de outras.

Analisando as tabelas 15 a 20 (anexo 8), pode-se observar quais os períodos de maior ocorrência de dias com déficit hídrico, bem como os períodos com maior magnitude dos déficits, estimados pelos três modelos de balanço hídrico.

Dessa forma, os decêndios de maior incidência de déficit hídrico (médias da série) foram:

1º decêndio de janeiro (8,5 dias), 1º decêndio de março (8,1 dias), 3º decêndio de outubro (7,9 dias), 1º e 3º decêndios de dezembro (8,1 e 8,8 dias, respectivamente) no modelo de BHT.

1º decêndio de janeiro (5,1 dias), 1º decêndio de fevereiro (4,3 dias), 1º e 3º decêndios de dezembro (4,7 e 5,4 dias) no modelo BHM.

1º decêndio de janeiro (6,5 dias), 3º decêndio de março (4,5 dias), 3º decêndio de novembro (4,6 dias), 1º, 2º e 3º decêndios de dezembro (5,7; 5,2 e 7,6 dias) no modelo BHB.

Quanto as magnitudes, pode-se observar que os períodos mais severos estimados nos modelos de balanço hídricos (médias da série), foram:

1º, 2º e 3º decêndios de janeiro (29,1; 19,0, e 19,1 mm), 1º decêndio de fevereiro (20,6 mm), 2º e 3º decêndios de novembro (19,7 e 20,8 mm), 1º, 2º e 3º decêndios de dezembro (25,2; 19,3 e 29,9 mm) no modelo BHT.

1º e 3º decêndios de janeiro (23,4 e 16,7 mm), 2º e 3º decêndios de novembro (16,3 e 16,8 mm), 1º e 3º decêndios de dezembro (20,8 e 26,0 mm) no modelo BHM.

1º e 2º decêndios de janeiro (38,3 e 24,7 mm), 3º decêndio de novembro (25,9 mm), 1º, 2º e 3º decêndios de dezembro (35,3; 29,0 e 45,6 mm) no modelo BHB.

Nas figuras 4.8 e 4.9 observa-se os valores médios da série de Totais de dias com déficit hídrico e as magnitudes totais de déficit hídrico decendiais e anuais nos distintos modelos de balanço hídrico.

#### 4.5.2. DEFINIÇÃO DO PERÍODO DE MAIOR OCORRÊNCIA E MAGNITUDE DE DÉFICIT HÍDRICO PARA A BACIA HIDROGRÁFICA

Analisando globalmente os resultados estimados em ambos os modelos de balanço hídrico, pode-se observar quais os períodos de maior severidade de ocorrência de dias com déficit hídrico, bem como das magnitude dos déficits, para a bacia hidrográfica.

Dessa forma geral, os decêndios de maior incidência de déficit hídrico foram:

1<sup>o</sup> decêndio de janeiro, 1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro em todos os modelos de balanço hídrico.

Quanto as magnitudes, pode-se observar que os períodos mais severos estimados nos modelos de balanço hídricos, foram:

1<sup>o</sup> decêndio de janeiro, 3<sup>o</sup> decêndio de novembro, 1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro em todos os modelos de balanço hídrico.

Através dessa análise, podemos concluir que o período mais crítico, tanto em ocorrência como em magnitude, refere-se ao 3<sup>o</sup> decêndio de dezembro e 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro, nos três modelos de balanço hídrico, embora com diferentes valores, coincidindo com o período de maior demanda evaporativa da atmosfera, o que pode ser observado na figura 4.8.

#### 4.5.3. ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DA OCORRÊNCIA E MAGNITUDE DE DÉFICIT HÍDRICO DECENDIAL PARA A BACIA HIDROGRÁFICA

Para a análise de frequência da ocorrência e magnitude dos totais de dias com déficit hídrico para o período decendial, foram constituídas as tabelas em anexos (tabelas 21 a 26 do anexo 9). A partir destas tabelas foram obtidas equações de reta que relacionam as variáveis aleatórias com as probabilidades empíricas esperadas (Probabilidade linear), de acordo com o procedimento proposto por SCARDUA (1979, apud BRAGA, 1982) e BRAGA (1982), como descrito em materiais e métodos (item 3.8).

Assim como podemos verificar, pelas tabelas do anexo 9, foram obtidas as seguintes relações:

a) Totais de dias decendiais (não consecutivos) com déficit hídrico agrupados nas classes de zero, 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 e 9-11; suas



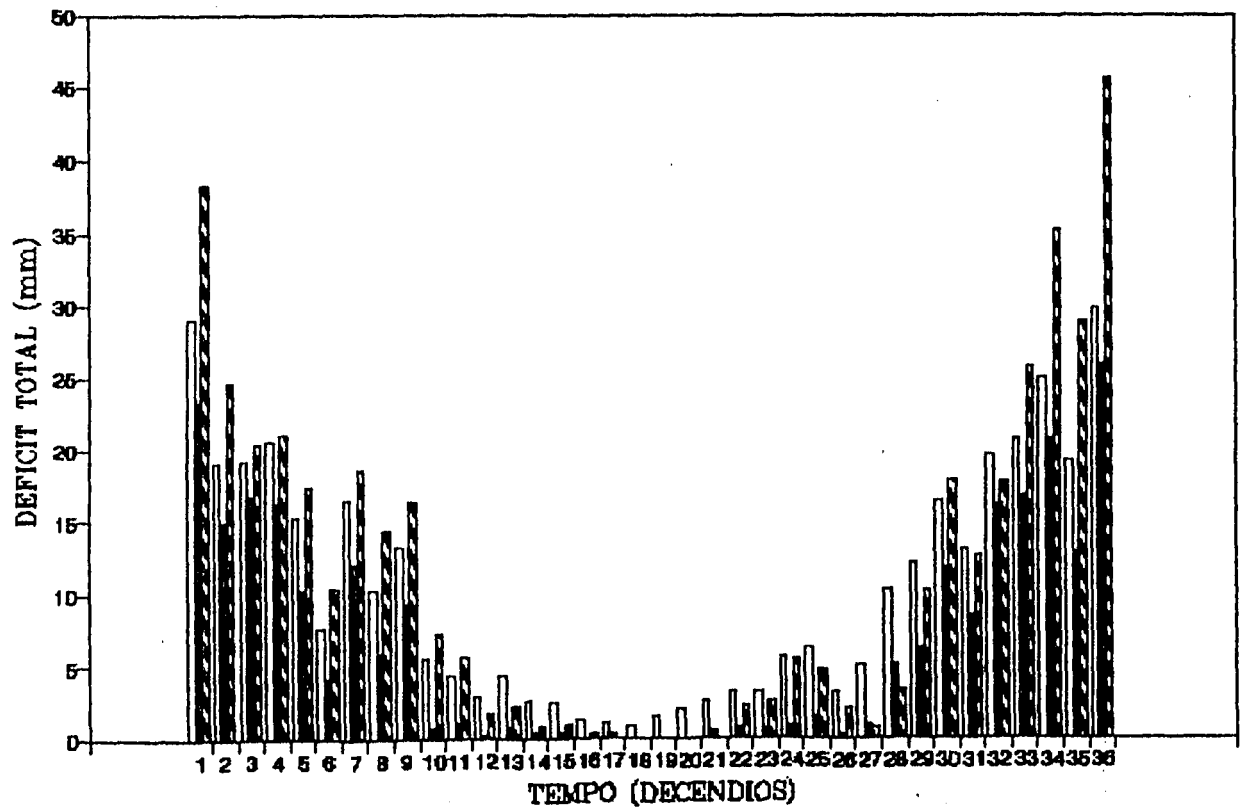
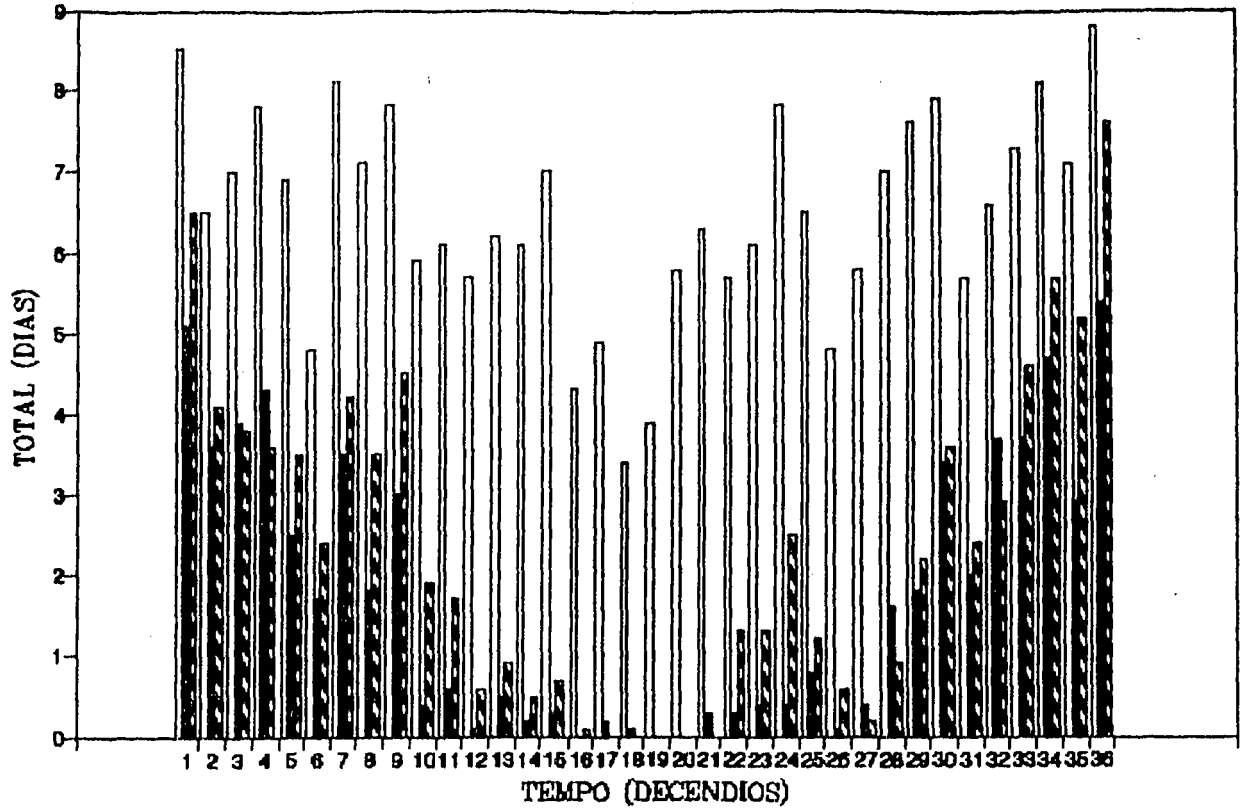


Figura 4.8. Totais de dias com déficit hídrico e Magnitudes de déficit hídrico decendiais estimados pelos modelos de B.H., médias da série histórica, na Bacia do Rio Potiribú.

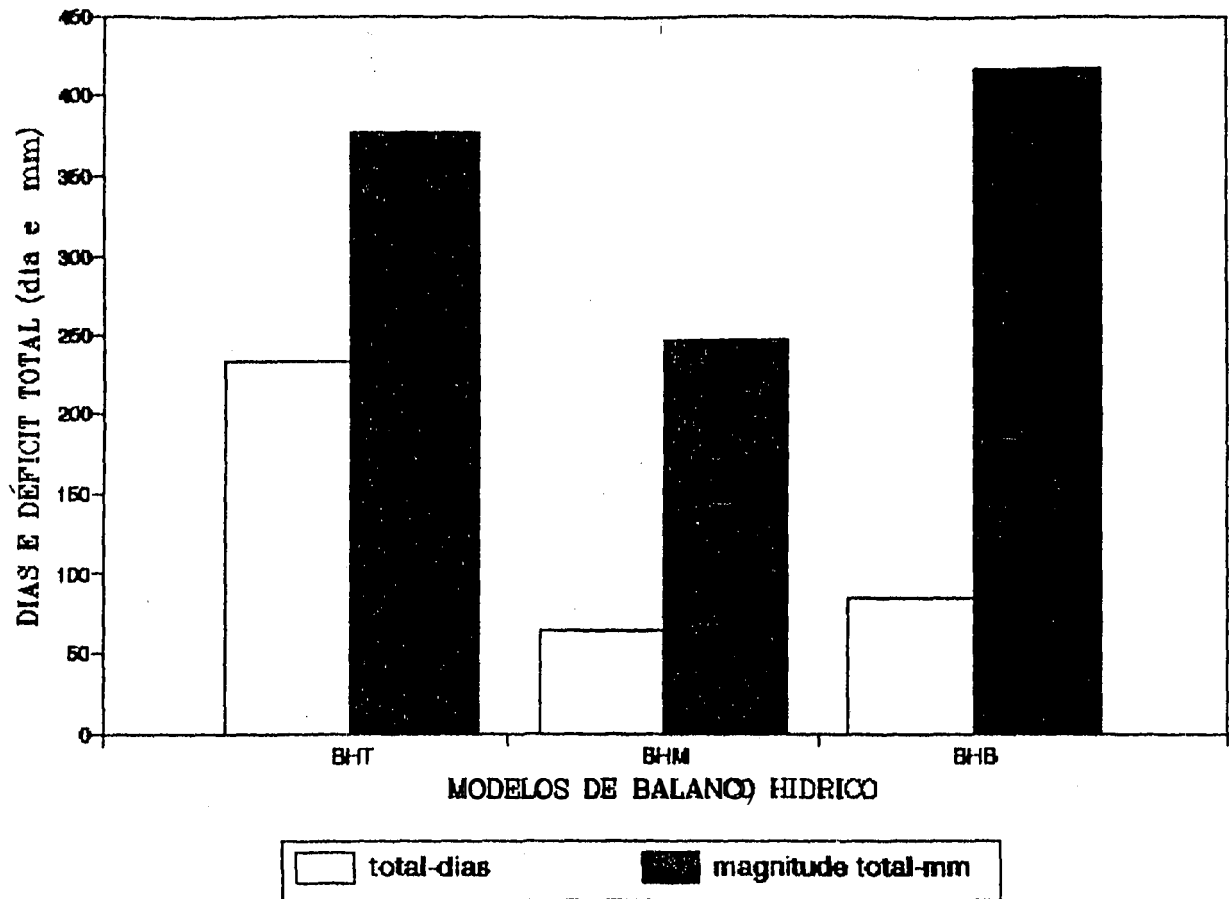


Figura 4.9. Totais de dias com déficit hídrico e Magnitudes de déficit hídrico anuais estimados pelos modelos de B.H., médias da série histórica, na bacia hidrográfica do Rio Potiribú.

frequências absolutas ( $F_o$ ), frequências relativas ( $F_a$ ), frequências acumuladas complementares e probabilidade linear (PL), nos 10 anos da série histórica.

b) Magnitudes totais decêndiais de déficit hídrico agrupadas nas classes de zero, >0-10, >10-20, >20-30, >30-40, >40-50, >50-60, >60-70, >70-80, >80-90 e >90-100; suas frequências absolutas ( $F_o$ ), frequências relativas ( $F_a$ ), frequências acumuladas complementares e probabilidade linear (PL), nos 10 anos da série histórica.

Essas tabelas foram obtidas com a finalidade de se determinar o número mínimo de dias (não consecutivos) com déficit hídrico no período decêndial e as magnitudes mínimas de déficit hídrico, que se espera ocorrer, a um dado nível de probabilidade em cada decêndio do ano pelos três modelos de balanço hídrico estudados. Ou de outra forma, qual a probabilidade de ocorrer, em cada decêndio do ano, estimados pelos distintos modelos de balanço hídrico, um número mínimo

de dias (não consecutivos) com déficit hídrico ou uma magnitude mínima de déficit hídrico, dada pelo limite inferior de cada classe.

Nas tabelas do anexo 9, podemos verificar que a somatória das frequências absolutas de todas as classes sempre foi igual a 10, correspondendo ao número de anos da série histórica estudada.

Para a interpretação das tabelas, faremos um exemplo com as frequências de ocorrência de dias não consecutivos com déficit hídrico no 1º decêndio do mês de janeiro obtidas pelo modelo BHT (Tabela 21).

Neste decêndio obteve-se uma frequência absoluta ( $F_o$ ) de 4 para a classe 7-8, significando que nos 10 1ºs decêndios de janeiro ocorreu pelo menos 4 totais de dias com déficit hídrico nesta classe. Ou de outra forma podemos dizer que em 4 1ºs decêndios do mês de janeiro tiveram, de 7 a 8 dias como totais de dias com déficit hídrico. Podemos ainda dizer que em 4 dos 10 anos, no 1º decêndio, ocorreu pelo menos um total de 7 a 8 dias com déficit hídrico.

Na coluna das frequências relativas ( $F_r$ ), no mesmo exemplo, encontra-se que 10% dos 1ºs decêndios de janeiro tiveram pelo menos um total de 5 a 6 dias com déficit hídrico, 40% tiveram pelo menos um total de 7 a 8 dias com déficit hídrico e 50% tiveram um total de 9 a 11 dias com déficit hídrico. Observa-se também que a frequência relativa da não ocorrência de déficit nos 1ºs decêndios de janeiro foi nula (0%), da mesma forma, para as classes 1-2 e 3-4 dias.

Na coluna seguinte, apresenta-se as frequências acumuladas complementares, ou seja, se em 10% dos 1º decêndios de janeiro ocorreu no mínimo 5 a 6 dias com déficit hídrico então em 90% ocorreram totais de no mínimo 7 dias com déficit hídrico; como em outros 40% dos 1ºs decêndios de janeiro ocorreram pelo menos 7 a 8 dias não consecutivos com déficit hídrico então 50% dos 1ºs decêndios de janeiro tiveram totais maiores ou iguais a 9 dias com déficit hídrico. Podemos dizer também, em termos de probabilidade que há 0% de probabilidade de não ocorrer 1º decêndios de janeiro com déficit hídrico ou de ocorrer 1º decêndios sem déficit hídrico, ou mesmo que o número de dias com déficit hídrico seja menor do que 5 dias; que há 100% de probabilidade empírica de ocorrer 5 a 6 dias não consecutivos com déficit hídrico; há 90% de probabilidade empírica de ocorrer 7 a 8 dias não consecutivos com déficit hídrico; ainda, há 50% de probabilidade empírica de ocorrer 9 dias ou mais com déficit hídrico nos 1ºs decêndios de janeiro.

Dessa forma, a frequência acumulada complementar, também chamada de probabilidade empírica expressa a condição de ocorrer um certo número de dias com déficit hídrico não consecutivos, não ocorrer, ou simplesmente ocorrer um número mínimo de dias com déficit hídrico não consecutivos, dado pelo limite inferior de cada classe. Assim para o exemplo temos que: 100% de probabilidade empírica de ocorrer pelo menos uma vez, no mínimo 5 dias não consecutivos com déficit hídrico; 90% de probabilidade empírica de ocorrer, pelo menos uma vez, no mínimo 7 dias não consecutivos com déficit hídrico, 50% de probabilidade empírica de ocorrer, pelo menos uma vez, no mínimo 9 dias não consecutivos com déficit hídrico.

A última coluna corresponde as probabilidades lineares (PL), a partir das quais se obtém as equações de regressão relacionando-as com o número mínimo de cada classe, que serve de auxílio para o traçado das retas nos papéis de probabilidades e obtenção dos gráficos de ocorrências esperadas para o número mínimo de dias e as magnitudes mínimas, ao nível de probabilidade teórica fixados.

#### 4.5.4. ESTIMATIVAS DOS VALORES MÍNIMOS ESPERADOS PARA AS VARIÁVEIS ALEATÓRIAS AOS NÍVEIS DE PROBABILIDADE FIXADOS

A partir das equações de regressão obtidas, que relacionam as probabilidades lineares com o número mínimo de cada classe (limite inferior) das variáveis aleatórias correspondentes, pode-se traçar as retas nos papéis de probabilidade normal, onde no eixo das ordenadas tem-se as probabilidades teóricas de ocorrer, pelo menos uma vez, em cada decêndio, os números mínimos das variáveis aleatórias estudadas.

Nas tabelas 27 e 28 do anexo 10, estão relacionados os valores dos coeficientes das equações de reta obtidos e seus respectivos coeficientes de determinação referentes a cada período decendial e para cada modelo de balanço hídrico utilizados.

Devido aos altos valores encontrados para o coeficiente de determinação ( $r^2$ ), principalmente nos modelos de THORNTHWAITE & MATHER e MODIFICADO, achou-se desnecessário utilizar outro método estatístico, mais preciso, para se testar a distribuição normal dos dados. Então a partir das equações de reta foram obtidos os gráficos da figura 4.10, que relacionam o número mínimo das variáveis aleatórias (nume-

ro de dias não consecutivos com déficit hídrico e magnitude mínima de déficit hídrico) para cada decênio, aos níveis de probabilidade teórica de 20%, 50% e 80% estimados pelos modelos de balanço hídrico.

Estes gráficos foram obtidas com o intuito de ter-se uma visão geral durante os 36 decênios do ano estimados nos modelos de balanço hídrico, e de como se comportam os déficits hídricos quanto aos períodos mais ou menos severos. Através de sua análise, pode-se saber o risco de insucesso que uma cultura pode ter, plantando-se numa ou noutra época, necessidades de irrigação, enfim como orientação para um melhor planejamento agrícola.

Pela análise dos gráficos da figura 4.10, pode-se observar que os decênios que evidenciam-se pelos maiores números mínimos de dias não consecutivos com déficit hídrico esperados, ao nível de 50% de probabilidade, foram:

1º decênio de janeiro, 1º e 3º decênios de março, 3º decênio de maio, 3º decênio de agosto, 1º, 2º e 3º decênios de outubro, 3º decênio de novembro, 1º, 2º e 3º decênios de dezembro estimados pelo modelo de BHT.

1º, 2º e 3º decênios de janeiro, 1º e 3º decênios de março, 2º e 3º decênios de novembro, 1º, 2º e 3º decênios de dezembro estimados pelo modelo BHM.

1º decênio de janeiro, 1º, 2º e 3º decênios de março, 3º decênio de novembro, 1º, 2º e 3º decênios de dezembro estimados pelo modelo BHB.

Pode-se observar também, que os decênios que evidenciam-se pelas maiores magnitudes mínimas de déficit hídrico esperadas, ao nível de 50% de probabilidade, foram:

1º e 3º decênios de janeiro, 2º e 3º decênios de novembro, 1º, 2º e 3º decênios de dezembro estimados pelo modelo BHT.

1º e 3º decênios de janeiro, 2º e 3º decênios de outubro, 1º, 2º e 3º decênios de novembro, 1º, 2º e 3º decênios de dezembro estimados pelo modelo BHM.

1º e 2º decênios de janeiro, 3º decênio de novembro, 1º, 2º e 3º decênios de dezembro estimados pelo modelo BHB.

Como pode ser notado em ambos os modelos de balanço hídrico, a ocorrência e magnitude dos déficits hídricos, sua marcha anual, assemelha-se muito com a da evapotranspiração potencial, tendo sua severidade evidenciada nos meses mais quentes do ano diminuindo a medida que

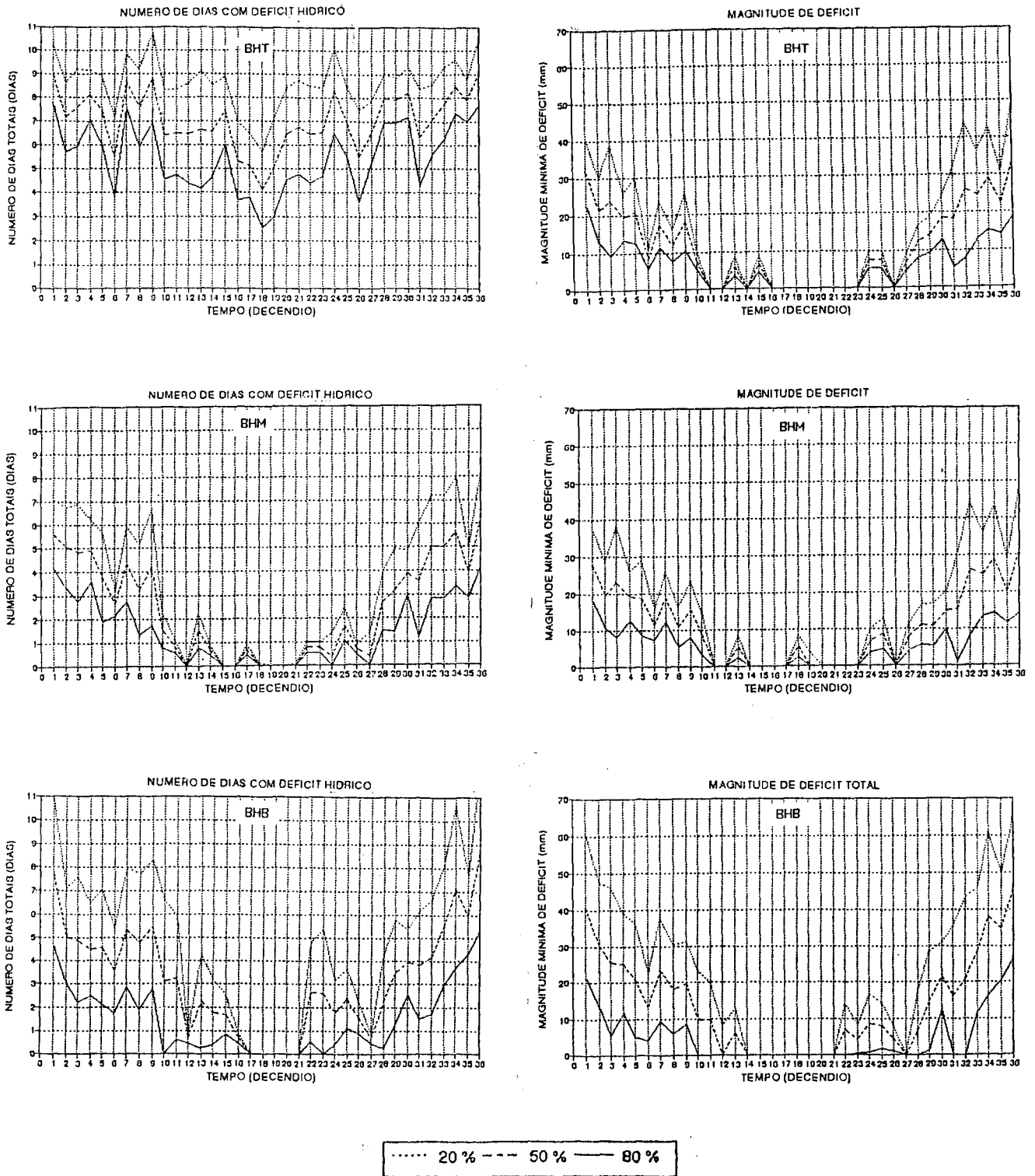


Figura 4.10. Número Mínimo de dias não consecutivos com déficit hídrico e Magnitude de déficit hídrico mínima esperados em cada decênio, aos níveis de 20%, 50% e 80% de Probabilidade Teórica, estimados pelos modelos de balanço hídrico. (Bacia do Potiribú)

se aproxima dos meses de inverno.

#### 4.5.5. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DOS MODELOS

Para uma análise mais detalhada das discrepâncias observadas nos resultados dos modelos de balanço hídrico, relativos às variáveis aleatórias analisadas anteriormente (número total de dias não consecutivos com déficit hídrico e magnitude total decêndial de déficit hídrico) procedeu-se análises de variância através do teste F.

Inicialmente, efetuou-se os testes para os três modelos simultaneamente, e a seguir, o teste para os modelos 2 a 2, para as seguintes hipóteses:

$H_0$  = não há diferença entre os modelos de B.H.

$H_1$  = existe diferença entre os modelos de B.H.

Observa-se, pelos resultados das tabelas 4.4 a 4.7, que em todos os testes efetuados, o valor de F calculado apresentou-se sempre superior ao de F tabelado, ao nível de significância de 5% de probabilidade, o que leva a rejeição da hipótese da nulidade ( $H_0$  = não há diferença entre os modelos), assim sendo, podemos dizer que existe diferença significativa entre os modelos, ao nível de 5% de probabilidade, em ambas as variáveis aleatórias analisadas.

Estas diferenças podem ser atribuídas, principalmente, às dis-

TABELA 4.4. Análise de variância: modelos BHT, BHM e BHB

variável aleatória	CAUSAS DE VARIAÇÃO	graus de liberdade	soma dos quadrados	quadrado médios	Fc	Ft
total de dias com déficit hídrico	MODELOS DE B.H.	2	4725,26	2362,63	714,13	3,00
	DECÊNDIOS	359	6266,32	17,4549	5,2759	1,00
	ERRO RESIDUAL	718	2375,43	3,30841		
	TOTAL	1079	13367,01	12,3883		
magnitude total de déficit hídrico	MODELOS DE B.H.	2	4398,12	2199,06	64,71	3,00
	DECÊNDIOS	359	210289,1	585,764	17,24	1,00
	ERRO RESIDUAL	718	24398,57	33,9813		
	TOTAL	1079	239085,80	221,581		

TABELA 4.5. Análise de variância: modelos BHT e BHM.

variável aleatória	CAUSAS DE VARIAÇÃO	graus de liberdade	soma dos quadrados	quadrados médios	Fc	Ft
total de dias com déficit hídrico	MODELOS DE B.H.	1	3050,46	3050,46	673,29	3,84
	DECÊNDIOS	359	4763,31	13,2683	2,93	1,00
	ERRO RESIDUAL	359	1626,52	4,53069		
	TOTAL	719	9440,28	13,12974		
magnitude total de déficit hídrico	MODELOS DE B.H.	1	224,59	224,59	4,87	3,84
	DECÊNDIOS	359	162573,00	452,84	9,81	1,00
	ERRO RESIDUAL	359	16569,88	46,156		
	TOTAL	719	179367,47	249,47		

TABELA 4.6. Análise de variância: modelos BHT e BHB

variável aleatória	CAUSAS DE VARIAÇÃO	graus de liberdade	soma dos quadrados	quadrados médios	Fc	Ft
total de dias com déficit hídrico	MODELOS DE B.H.	1	3976,18	3976,18	1283,9	3,84
	DECÊNDIOS	359	3463,72	9,64825	3,12	1,00
	ERRO RESIDUAL	359	1111,80	3,09693		
	TOTAL	719	8551,70	11,8939		
magnitude total de déficit hídrico	MODELOS DE B.H.	1	2347,84	2347,84	450,87	3,84
	DECÊNDIOS	359	110554,00	307,950	59,14	1,00
	ERRO RESIDUAL	359	1869,44	5,20736		
	TOTAL	719	114771,28	159,626		

TABELA 4.7. Análise de variância: modelos BHM e BHB

variável aleatória	CAUSAS DE VARIAÇÃO	graus de liberdade	soma dos quadrados	quadrados médios	Fc	Ft
total de dias com déficit hídrico	MODELOS DE B.H.	1	61,249	61,249	26,66	3,84
	DECÊNDIOS	359	5493,31	15,302	6,66	1,00
	ERRO RESIDUAL	359	824,74	2,2973		
	TOTAL	719	6379,30	8,8725		
magnitude total de déficit hídrico	MODELOS DE B.H.	1	4024,72	4024,72	79,56	3,84
	DECÊNDIOS	359	159651,50	444,71	8,79	1,00
	ERRO RESIDUAL	359	18160,43	50,586		
	TOTAL	719	181836,65	252,90		



tintas abordagens na modelagem da extração de água do reservatório-solo (teorias de Thornthwaite e Mather, Veihmeyer e Hendrickson ou ambas), usadas nos modelos de balanço hídrico analisados.

Através de uma observação mais detalhada nas variáveis aleatórias estimadas pode-se inferir que:

Com o uso da teoria de Thornthwaite e Mather, na maioria das vezes, os totais de dias secos são maiores, para o intervalo de tempo analisado.

Na teoria de Veihmeyer e Hendrickson as magnitudes dos déficits hídricos apresentam valores maiores nas épocas secas, principalmente, quando a ocorrência dos dias com déficits apresenta-se em sequência (déficits hídricos consecutivos).

#### 4.6. BALANÇO HÍDRICO PARA AS CULTURAS DO MILHO E SOJA

Na tabela 4.8, apresenta-se os estádios de desenvolvimento, bem como o número de dias para completá-los e seus respectivos valores de coeficiente de cultivo e profundidades efetivas do sistema radicular para as culturas do milho e soja que foram adotados nos modelos de balanço hídricos.

TABELA 4.8. Valores de coeficiente de cultivo (Kc) e profundidade efetiva radicular (PSR mm) nos estádios de desenvolvimento das culturas do milho e soja.

cultura							
MILHO				SOJA			
estádios	dias	Kc	PSR	estádios	dias	Kc	PSR
Se-Em	10	0,35	150	Se-Em	10	0,40	150
Em-30d	30	0,54	300	Em-V <sub>2</sub>	10	0,70	250
30d-Pe	30	0,93	450	V <sub>2</sub> -R <sub>1</sub>	40	0,90	450
Pe-Ml	25	1,05	500	R <sub>1</sub> -R <sub>5</sub>	40	1,21	500
Ml-Mf	35	0,78	400	R <sub>5</sub> -R <sub>7</sub>	35	1,09	400
Ciclo	130				135		

Se = semeadura; Em = Emergência; 30d = 30d após emergência; Pe = 50% do Pendoamento; Ml = Maturação leitosa; Mf = Maturação fisiológica  
 V<sub>2</sub> = planta com uma folha trifoliolada desenvolvida; R<sub>1</sub> = início da floração; R<sub>5</sub> = início do enchimento de grãos; R<sub>7</sub> = maturação fisiol.  
 Os números de dias do ciclo corresponde a um cultivar de ciclo médio  
 Fonte: Matzenauer (1984, 1989, 1887, 1992).

A escolha destes valores justifica-se pelo fato de que os mesmos foram obtidos próximos ao local do estudo e na mesma época da série histórica analisada (1981- 1990).

A partir destes valores ajustou-se equações relacionando a variação dos coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) e profundidade efetiva radicular ao longo do ciclo das culturas (dias), as quais são listadas abaixo.

Para a cultura do milho a função ajustada (função de Cauchy) para o coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) apresenta a seguinte forma:

$$K_{c(d)} = \frac{1}{0,00028 \cdot (d - 90,8273)^2 + 0,9491} \quad r^2 = 0,9463$$

onde,  $K_{c(d)}$  é o coeficiente de cultivo no dia "d" do ciclo da cultura; d é o dia a partir da semeadura (1 à 130 dias).

Para a profundidade radicular a função parabólica ajustou-se melhor aos valores de entrada:

$$PSR_{(d)} = 70,4822 + 9,93638 \cdot d - 0,0574 \cdot d^2 \quad r^2 = 0,9803$$

onde,  $PSR_{(d)}$  é a profundidade efetiva do sistema radicular no dia "d" do ciclo da cultura; d é o dia a partir da semeadura (1 à 130 dias).

Para a cultura da soja a função ajustada (função da Parábola) para o coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) apresentou um melhor ajuste e sua forma é a seguinte:

$$K_{c(d)} = 0,2500 + 0,02555 \cdot d - 0,0001745 \cdot d^2 \quad r^2 = 0,9799$$

onde,  $K_{c(d)}$  é o coeficiente de cultivo no dia "d" do ciclo da cultura; d é o dia a partir da semeadura (1 à 135 dias).

Para a profundidade radicular também a função parabólica ajustou-se melhor aos valores de entrada:

$$PSR = 73,4822 + 9,2863 \cdot d - 0,0507 \cdot d^2 \quad r^2 = 0,9403$$

onde,  $PSR_{(d)}$  é a profundidade efetiva do sistema radicular no dia "d" do ciclo da cultura; d é o dia a partir da semeadura (1 à 135 dias).

Com estas equações dispensa-se o uso da interpolação linear entre os valores de coeficiente de cultivo e profundidade radicular observados nos estádios do ciclo dos cultivos (rotina sugerida em alguns modelos diários de balanço hídrico), obtendo-se, desta forma, melhores estimativas do comportamento dos valores diários destas variáveis ao longo do ciclo dos cultivos, e facilitando a computação dos modelos de balanço hídricos.

As figuras 4.11 e 4.12 a seguir, ilustram o comportamento destas funções e os respectivos valores de entrada a partir das quais foram obtidas.

Cabe relembrar, que no modelo BHB a profundidade da cama da superior é variável ao longo do ciclo dos cultivos, sendo que adote-se o valor constante de 100 mm nos períodos sem cultivo. Esta variação da profundidade foi estimada com as equações acima mencionadas.

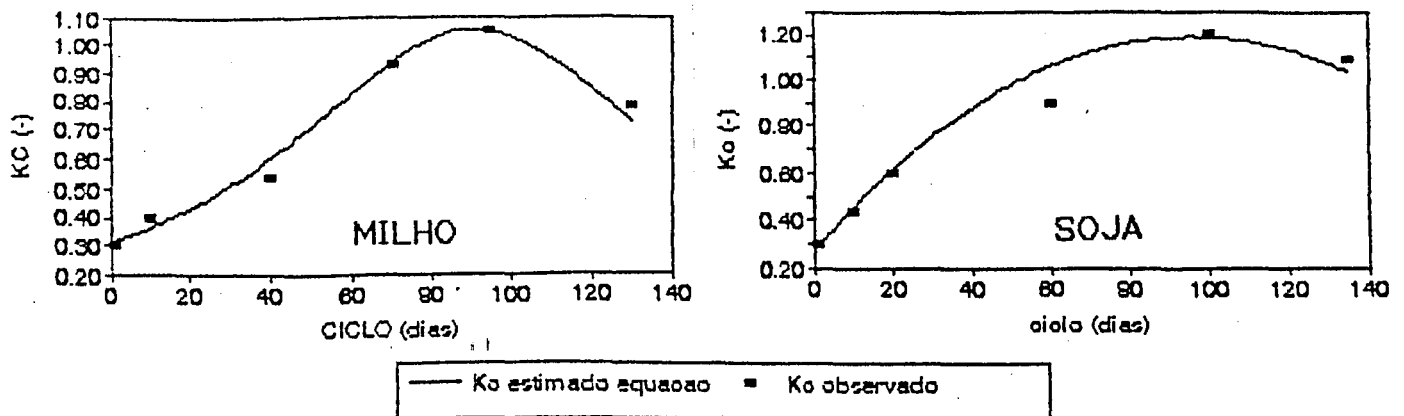


Figura 4.11. Variação do Coeficiente de Cultivo  $K_c$  estimados, durante o ciclo das culturas do Milho e da soja e valores observados.

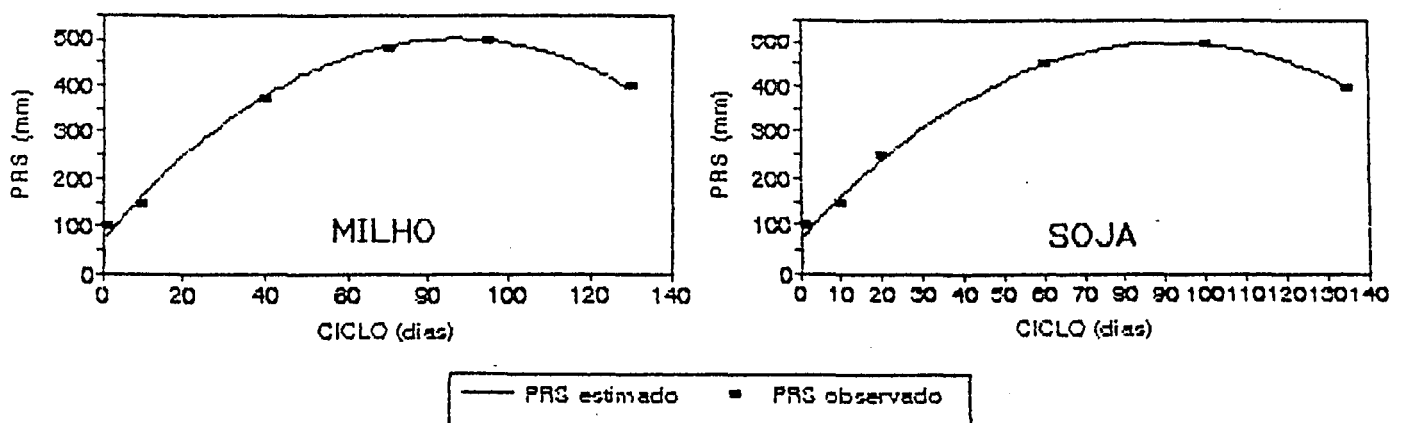


Figura 4.12. Variação da profundidade efetiva do sistema radicular PRS estimados, durante o ciclo das culturas do Milho e da Soja e valores observados.

Em relação ao coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), para o modelo BHB utilizou-se o valor 0,3 ( $K_c = 0,3$ ) para os períodos sem cultivo e para os modelos de BHT e BHM considerou-se os valores de ETP integralmente, ou seja  $K_c = 1,0$ , sendo que durante o ciclo da cultura os valores de  $K_c$  foram estimados pelas equações ajustadas acima referidas.

Os balanços para as culturas, ent<sup>o</sup>, foram computados sequencialmente (de outubro de 1980 a dezembro de 1990), no intervalo diário, sendo que, para as análises, considerou-se apenas seus resultados correspondentes ao período do ciclo das culturas.

Para o ciclo das culturas considerou-se duas épocas de semeadura (10 de outubro e 10 de novembro), para ambas as culturas e a duração dos estádios fenológicos e ciclo total iguais em todos os anos, segundo os valores da tabela 4.8.

#### 4.6.1. DEMANDA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DAS CULTURAS - $ET_m$

A demanda de evapotranspiração máxima das culturas ( $ET_m$ ) foi estimada através do produto entre a evapotranspiração potencial (ETP) e o coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) ao longo do ciclo dos cultivos. Nas tabelas 63 e 64 (anexo 15), encontram-se os valores de evapotranspiração máxima total (mm/período) e média (mm/dia) em cada estágio e ciclo de desenvolvimento das culturas do milho e soja, estimados para as safras das série histórica (cenário atual) e cujo comportamento médio pode ser analisado na figura 4.13.

Pela análise destas tabelas, observa-se que a semeadura em outubro, acarreta em maiores necessidades hídricas para ambas as culturas (em média 559,2 mm/ciclo ou 4,3 mm/dia para o milho e 731,6 mm/ciclo ou 5,4 mm/dia para a soja), quando comparada com a semeadura de novembro (em média 527,2 mm/ciclo ou 4,1 mm/dia e 689,5 mm/ciclo ou 5,1 mm/dia para a soja). Estas diferenças podem ser melhor observadas na figura 4.13 a seguir.

Observa-se, também nesta figura, que nas safras de novembro comparadas com as de outubro as demandas de evapotranspiração são superiores no início (fases vegetativas) e inferiores no final do ciclo (fases reprodutivas) para ambas as culturas.

Esta situação pode ser atribuída ao fato de que nos ciclos das safras com semeadura em outubro, os períodos de maior exigência hídri-

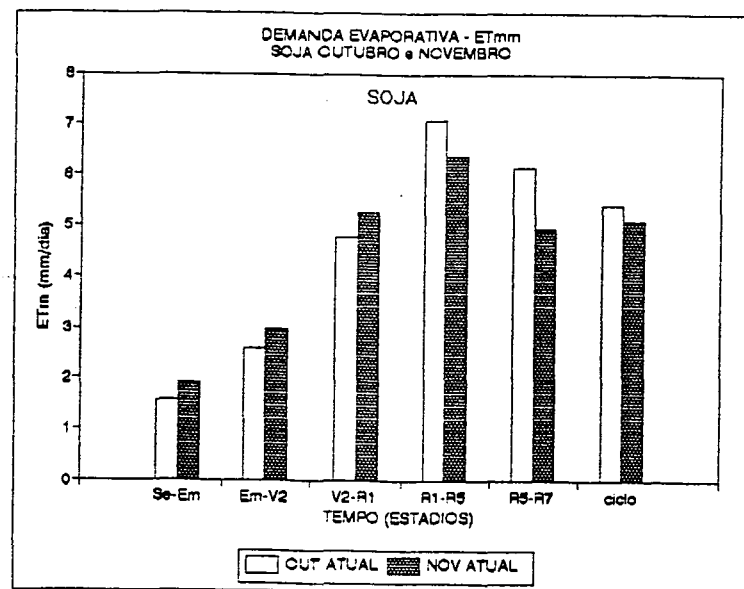
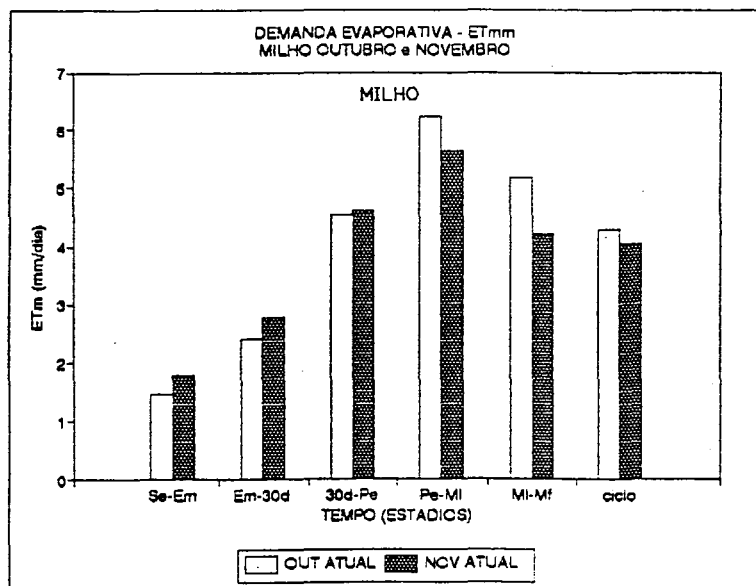
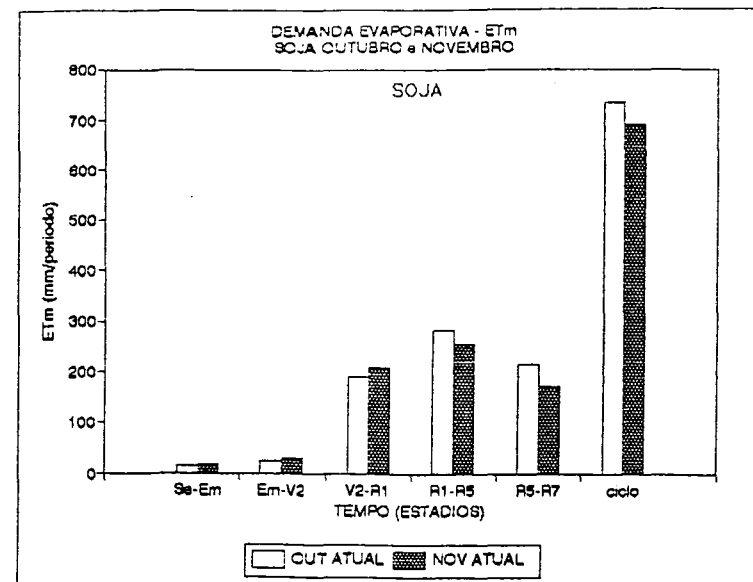
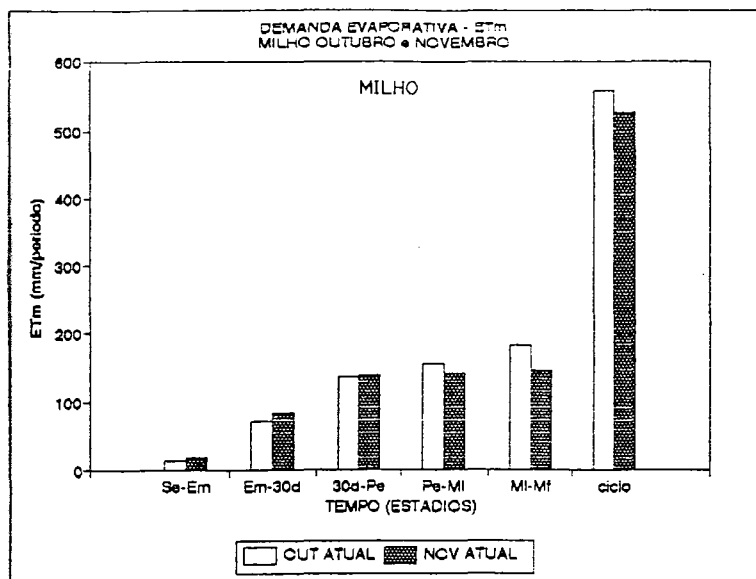


Figura 4.13. Demanda de Evapotranspiração Máxima (ETm) total e média ao longo dos estádios e ciclo das culturas do Milho e Soja nas duas épocas de semeadura para o cenário atual na Bacia do Rio Potiribú.

ca das culturas confrontam-se diretamente com o período de maior demanda evaporativa da atmosfera, resultando em um maior risco de déficit ou stress hídrico e maiores necessidades de irrigação.

#### 4.6.2. CONTABILIZAÇÃO DOS DIAS COM DÉFICIT HÍDRICO DURANTE O CICLO DAS CULTURAS

Para a contagem dos dias com déficit hídrico, bem como a soma de suas intensidades decendiais, obtidos através dos distintos modelos de balanço hídrico, para as culturas do milho e soja, utilizou-se o mesmo expediente descrito no item 4.5.1, porém, considerando apenas o período que corresponde ao ciclo de desenvolvimento das culturas (outubro a março), em duas épocas de semeadura (10/10 e 10/11).

Assim, como podemos verificar pelas tabelas 29 a 36 do anexo 11, foram obtidas as seguintes relações:

a) Totais de dias com déficit hídrico por decêndio, para a cultura do milho, nas 10 safras (80/81 a 89/90), em duas épocas de semeadura (10/10 e 10/11), tabelas 29 e 30 (anexo 11).

b) Totais de dias com déficit hídrico por decêndio, para a cultura da soja, nas 10 safras (80/81 a 89/90), em duas épocas de semeadura (10/10 e 10/11), tabelas 33 e 34 (anexo 11).

Nestas tabelas pode-se observar quais os períodos de maior ocorrência de déficit hídrico (não consecutivos) por decêndio, durante os ciclos das culturas, simulados pelos modelos de balanço hídrico.

Assim por exemplo, para a cultura do milho na safra de 80/81 com semeadura em outubro (10/10), obteve-se no 2º decêndio do mês de outubro 5, 0 e 1 dias com déficit hídrico, no 3º decêndio do mês de outubro 2, 0 e 0 dias com déficit hídricos, nos modelos BHT, BHM e BHB, respectivamente. Estas tabelas podem nos dar informações a respeito do comportamento da marcha dos dias secos durante o ciclo de desenvolvimento das culturas, fornecendo subsídios para um manejo mais eficiente da irrigação, bem como a adequação de épocas de semeadura, seleção de cultivares (duração do ciclo), além de outras.

c) Magnitude dos déficit hídricos totais decendiais, para a

cultura do milho, nas 10 safras (80/81 a 89/90), em duas épocas de semeadura (10/10 e 10/11), tabelas 31 e 32 (anexo 11).

d) Magnitude dos déficits hídricos totais decendiais, para a cultura da soja, nas 10 safras (80/81 a 89/90), em duas épocas de semeadura (10/10 e 10/11) tabelas 35 e 36 (anexo 11).

Nestas tabelas pode-se observar quais os períodos de maior severidades de déficit hídrico (n<sup>o</sup> consecutivos), por decêndios, durante o ciclo das culturas, simulados pelos modelos de balanço hídrico BHT, BHM e BHB.

Assim por exemplo, para a cultura do milho na safra de 80/81 com semeadura em outubro (10/10), obteve-se no 2<sup>o</sup> decêndio do mês de outubro 0,68, 0,00 e 0,76 mm de déficit hídrico, no 3<sup>o</sup> decêndio do mês de outubro 0,07, 0,00 e 0,00 mm de déficit hídrico, nos modelos BHT, BHM e BHB, respectivamente. Estas tabelas podem nos dar informações a respeito do comportamento da marcha das magnitudes dos déficits hídricos durante o ciclo das culturas, fornecendo subsídios para a escolha de cultivares, a adequação de épocas de semeadura, manejo mais eficiente das doses de irrigação para as culturas e a previsão de safras, além de outras.

Analisando estas tabelas (29 a 36 - anexo 11), pode-se detectar os períodos de maior ocorrência de dias com déficit hídrico, bem como os períodos com maior magnitude dos déficits, durante o ciclo de desenvolvimento das culturas, estimados pelos modelos de balanço hídrico estudados.

Dessa forma, os decêndios de maior incidência de déficit hídrico (média das 10 safras analisadas), para a cultura do milho, com semeadura em outubro (10/10), foram:

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro (8,1 e 8,6 dias), 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro (8,5 dias) e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro (7,7 dias) no modelo de BHT.

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro (3,6 e 4,5 dias), 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro (5,2, 3,8 e 3,6 dias) e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro (3,8 dias) no modelo BHM.

1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro (4,3, 4,1 e 6,4 dias), 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro (6,7, 4,1 e 3,8 dias) e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro (3,6 dias) no modelo BHB.

Para a semeadura em novembro (10/11), os decêndios de maior

ocorrência de déficit hídrico, foram:

1ª e 3ª decêndios de dezembro (7,8 dias em ambos), 1ª decêndio de janeiro (8,2 dias), 1ª decêndio de fevereiro (7,7 dias) e 1ª decêndio de março (8,1 dias) no modelo de BHT.

1ª, 2ª e 3ª decêndios de janeiro (3,5, 3,4 e 3,2 dias), 1ª decêndio de fevereiro (4,3 dias) e 1ª decêndio de março (3,4 dias) no modelo BHM.

1ª e 2ª decêndios de janeiro (4,7 e 3,7 dias), 1ª e 2ª decêndios de fevereiro (3,8 dias em ambos) e 1ª decêndio de março (4,0 dias) no modelo BHB.

Quanto as magnitudes, pode-se observar que os períodos mais severos, durante o ciclo de cultivo do milho, com semeadura em outubro, estimados nos modelos de balanço hídricos (média das safras), foram:

3ª decêndios de dezembro (19,2 mm), 1ª, 2ª e 3ª decêndios de janeiro (23,7, 14,9 e 14,1 mm) e 1ª decêndio de fevereiro (12,1 mm) no modelo de BHT.

1ª e 3ª decêndios de dezembro (11,5 e 21,6 dias), 1ª, 2ª e 3ª decêndios de janeiro (25,5, 16,3 e 16,2 mm), 1ª decêndio de fevereiro (12,6 mm) no modelo BHM.

1ª, 2ª e 3ª decêndios de dezembro (18,9; 25,8 e 57,9 mm), 1ª, 2ª e 3ª decêndios de janeiro (40,4, 26,4 e 20,9 mm), 1ª decêndio de fevereiro (18,3 mm) no modelo BHB.

Para a semeadura em novembro (10/11), os decêndios de maior magnitude de déficit hídrico, foram:

1ª e 3ª decêndios de janeiro (11,0 e 13,1 mm), 1ª e 2ª decêndios de fevereiro (16,1, 12,4 mm) e 1ª decêndio de março (10,3 mm) no modelo de BHT.

1ª, 2ª e 3ª decêndios de janeiro (10,2, 9,7 e 15,4 mm), 1ª e 2ª decêndios de fevereiro (17,7 e 11,4 mm) e 1ª decêndio de março (9,4 mm) no modelo BHM.

3ª decêndio de dezembro (13,1 mm), 1ª, 2ª e 3ª decêndios de janeiro (19,8, 18,4 e 16,5 mm), 1ª, e 2ª decêndios de fevereiro (22,3 e 19,3 mm) e 1ª decêndio de março (16,9 mm) no modelo BHB.

Para a cultura da soja, os decêndios de maior incidência de déficit hídrico (média das 10 safras analisadas), com semeadura em outubro (10/10), foram:

1ª decêndio de novembro (7,4 dias), 1ª e 3ª decêndios de dezembro (8,4 e 8,6 dias), 1ª e 3ª decêndios de janeiro (8,5 e 7,3 dias)



e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro (7,7 dias) no modelo de BHT.

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro (5,1 e 5,4 dias), 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro (6,1, 4,2 e 4,0 dias) e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro (4,9 dias) no modelo BHM.

1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro (6,1, 5,3 e 6,9 dias), 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro (7,2, 4,5 e 5,0 dias) e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro (4,6 dias) no modelo BHB.

Para a semeadura em novembro (10/11), os decêndios de maior ocorrência de déficit hídrico, foram:

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro (8,1 e 8,5 dias), 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro (8,5 dias), 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro (7,8 dias) e 1<sup>o</sup> decêndio de março (8,2 dias) no modelo de BHT.

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro (4,1 dias), 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro (5,1, 4,1 e 4,3 dias), 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro (5,0 dias) e 1<sup>o</sup> decêndio de março (4,0 dias) no modelo BHM.

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro (4,9 e 6,3 dias), 3<sup>o</sup> decêndio de janeiro (4,5 dias), 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> decêndios de fevereiro (4,6 e 4,7 dias) e 1<sup>o</sup> decêndio de março (5,1 dias) no modelo BHB.

Quanto as magnitudes, pode-se observar que os períodos mais severos, durante o ciclo de cultivo da soja, com semeadura em outubro, estimados nos modelos de balanço hídricos (média das safras), foram:

1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro (26,8, 22,0 e 34,6 mm), 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro (37,4, 25,2 e 24,4 mm) e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro (25,6 mm) no modelo de BHT.

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro (22,4 e 31,3 dias), 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro (31,7, 21,2 e 21,1 mm), 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro (22,2 mm) no modelo BHM.

1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro (34,8, 32,7 e 47,5 mm), 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro (50,5, 31,6 e 29,0 mm), 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro (29,6 mm) no modelo BHB.

Para a semeadura em novembro (10/11), os decêndios de maior magnitude de déficit hídrico, para a cultura da soja, foram:

1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro (27,8, 21,7 e 23,8 mm) e 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> decêndios de fevereiro (26,5 e 21,4 mm), 1<sup>o</sup> decêndio de março (21,5 mm) no modelo de BHT.

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro (17,8 mm), 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro (22,4, 17,9 e 21,4 mm), 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> decêndios de fevereiro (23,3 e 16,4 mm) e 1<sup>o</sup> decêndio de março (16,1 mm) no modelo BHM.

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro (32,9 mm), 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro (37,9, 26,0 e 25,5 mm), 1<sup>o</sup>, e 2<sup>o</sup> decêndios de fevereiro (29,4 e 26,3) e 1<sup>o</sup> decêndio de março (26,4 mm) no modelo BHB.

Na figura 4.14 pode-se observar os valores médios de Totais de dias com déficit hídrico e as magnitudes dos déficit decendiais estimados pelos modelos de balanço hídrico para as culturas do milho e Soja nas duas épocas de semeaduras (outubro e novembro).

Fez-se também esta contagem durante os estádios de desenvolvimento das culturas (tabelas 37 a 40), sem efetuar a análise de frequência, pelo fato de que, estes períodos apresentam números de dias distintos, o que dificultaria esta análise. Este procedimento fez-se necessário, a princípio para detectar os períodos de ocorrência de déficit hídrico, relacionando-os com a fenologia das culturas e posteriormente, à título de comparação com a situação do efeito estufa.

Assim obteve-se as demais relações:

e) Totais de dias com déficit hídrico em cada estágio do ciclo da cultura do milho, nas 10 safras (80/81 a 89/90), em duas épocas de semeadura (10/10 e 10/11), tabela 37 do anexo 11.

f) Totais de dias com déficit hídrico em cada estágio do ciclo da cultura da soja, nas 10 safras (80/81 a 89/90), em duas épocas de semeadura (10/10 e 10/11), tabela 39 do anexo 11.

Nestas tabelas pode-se obter os números totais de dias (não consecutivos) de ocorrência de déficit hídrico durante os estádios e ciclos de desenvolvimento das culturas do milho e soja, a partir das simulações dos modelos de balanço hídrico (BHT, BHM e BHB).

Assim por exemplo, para a cultura do milho na safra de 80/81 com semeadura em outubro, obteve-se no estágio PE-ML (pendoamento à maturação leitosa) 16; 7 e 8 dias nos modelos BHT, BHM e BHB. Já para a semeadura em novembro para o mesmo estágio, obteve-se 18; 7 e 3 dias nos respectivos modelos.

A partir destas tabelas calculou-se os valores proporcionais da ocorrência de dias deficitários nos estádios de desenvolvimento das culturas do milho e da soja que estão listados nas tabelas 41 e 43 do anexo 12).

Analisando estas tabelas pode-se observar que as proporções de dias com déficit hídrico nos estádios de desenvolvimento das culturas

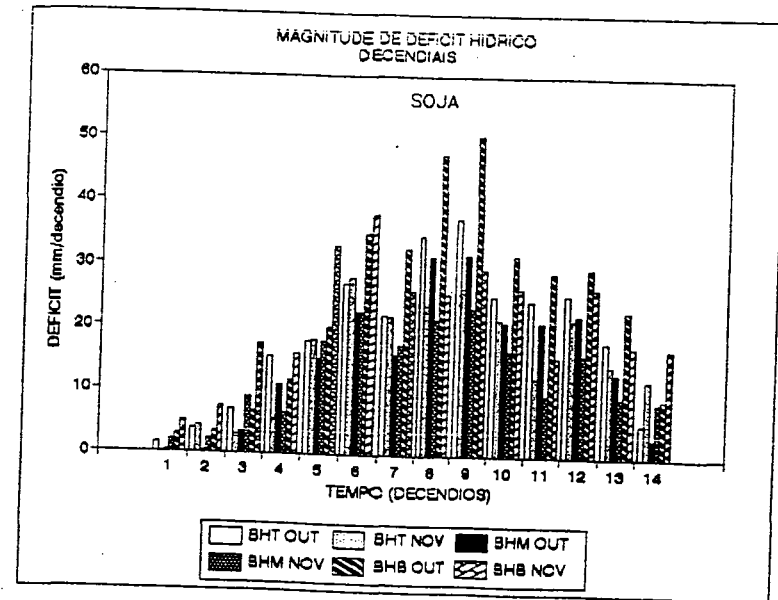
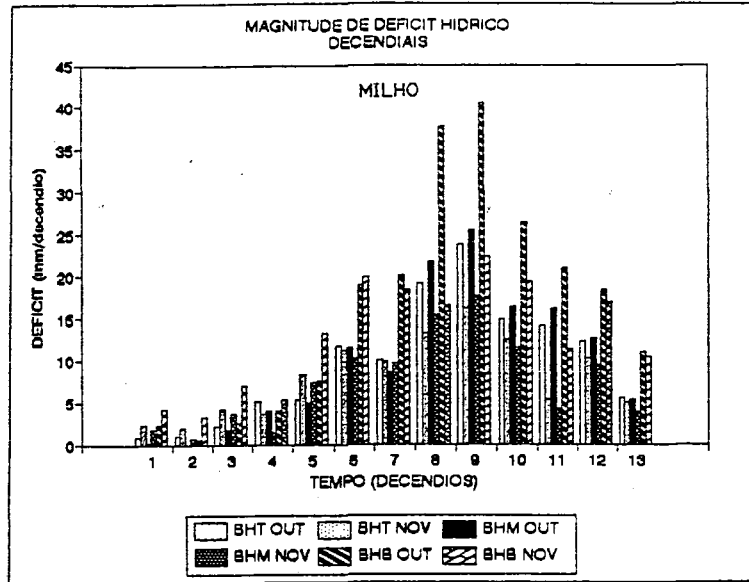
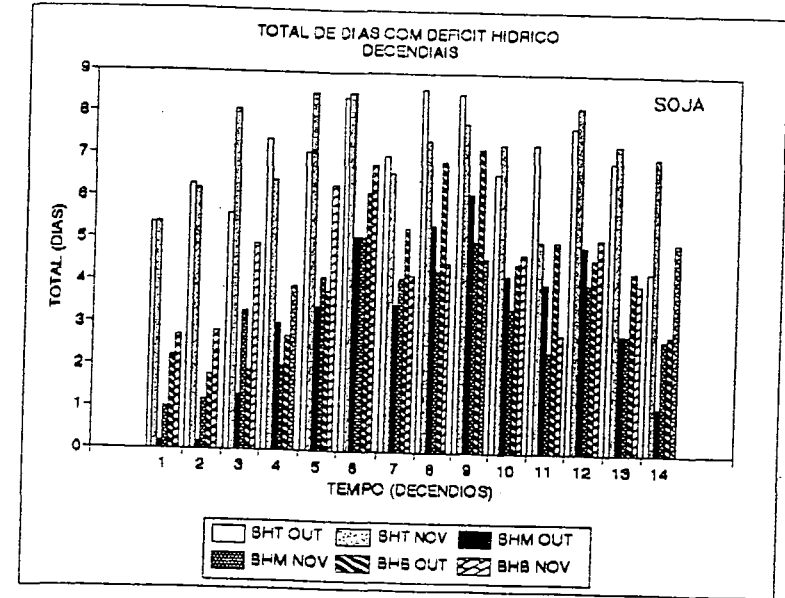
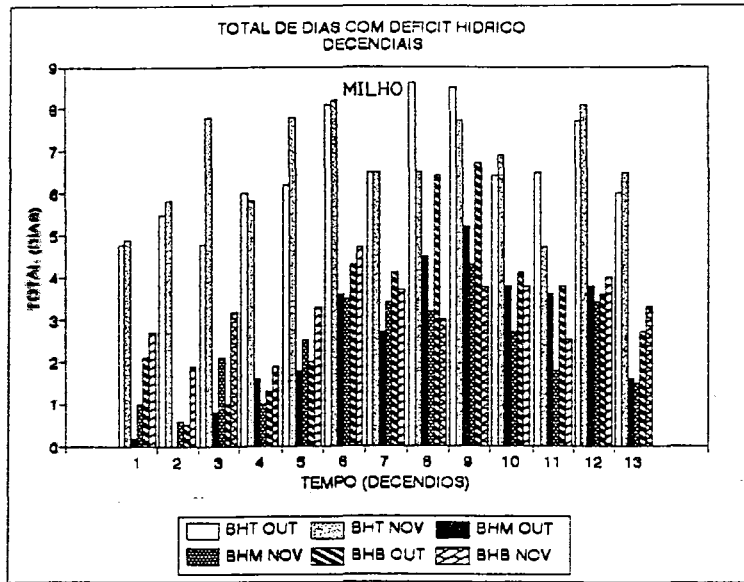


Figura 4.14. Totais de dias com déficit hídrico e Magnitudes de déficit hídrico decen-  
dial estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, médias das safras, para  
as culturas do Milho e da Soja em duas épocas de semeadura (B. Potiribú)

do milho e da soja são muito variáveis, devido ao fato de estarem diretamente associados à variação temporal da ocorrência de precipitação durante os estádios destas culturas.

g) Magnitude dos déficits hídrico totais em cada estágio do ciclo da cultura do milho, nas 10 safras (80/81 a 89/90), em duas épocas de semeadura (10/10 e 10/11), tabela 38 do anexo 11.

h) Magnitude dos déficits hídrico totais em cada estágio do ciclo da cultura da soja, nas 10 safras (80/81 a 89/90), em duas épocas de semeadura (10/10 e 10/11), tabela 40 do anexo 11.

Nestas tabelas pode-se observar quais os estádios de maior severidade de déficit hídrico (não consecutivos) durante o ciclo das culturas, simulados pelos modelos de balanço hídrico.

Assim por exemplo, para a cultura do milho na safra de 80/81 com semeadura em outubro, obteve-se, no estágio PE-ML, 23,2; 22,5 e 38,7 mm nos modelos BHT, BHM e BHB. Para a semeadura em novembro obteve-se, 28,6; 26,1 e 17,0 mm nos respectivos modelos.

Nestas tabelas pode-se também definir qual a melhor época de semeadura para as culturas, evitando as situações mais críticas e minimizando os riscos de perdas relativos as deficiências hídricas.

Assim sendo, analisando os valores médios da série, a semeadura em outubro resulta em uma situação mais crítica que a semeadura em novembro, em termos de magnitude dos déficits (maior risco de stress hídrico), como pode ser observado na figura 4.15. Isto ocorre, devido ao fato de que os períodos de maior exigência hídrica das culturas coincidem com os períodos de maior demanda evaporativa da atmosfera.

Além disso, pode-se verificar que a ocorrência de dias com déficit hídrico apresenta um comportamento muito variado, mesmo assim as magnitudes dos déficits são maiores na semeadura de outubro, principalmente, durante os períodos de máxima necessidade hídrica das culturas que corresponde as fases do florescimento e formação da produção (Pe-Ml), fato que é minimizado nas semeaduras de novembro. Isto pode ser observado com maior clareza analisando as tabelas 41 a 44 do anexo 11, através dos valores médios relativos para cada estágio de desenvolvimento das culturas.

Na figura 4.15 pode-se observar os valores de Totais de dias com déficit hídrico e as magnitudes dos déficits nos estádios e ciclo

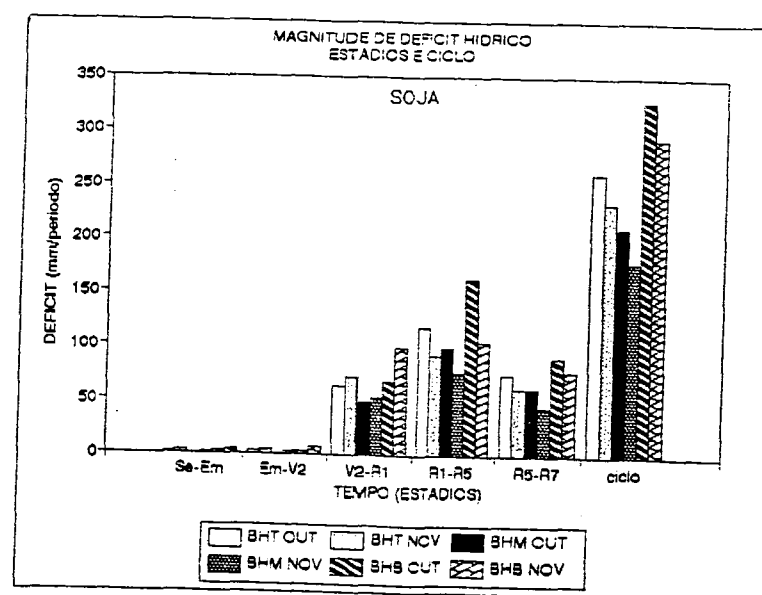
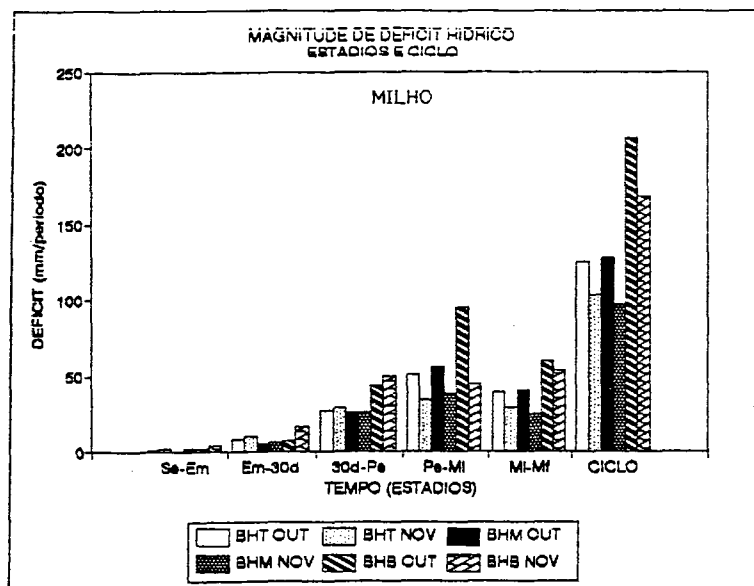
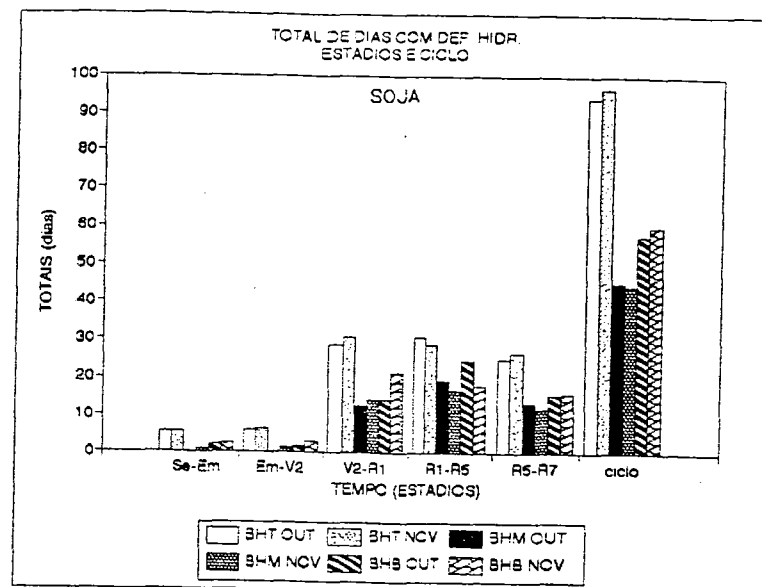
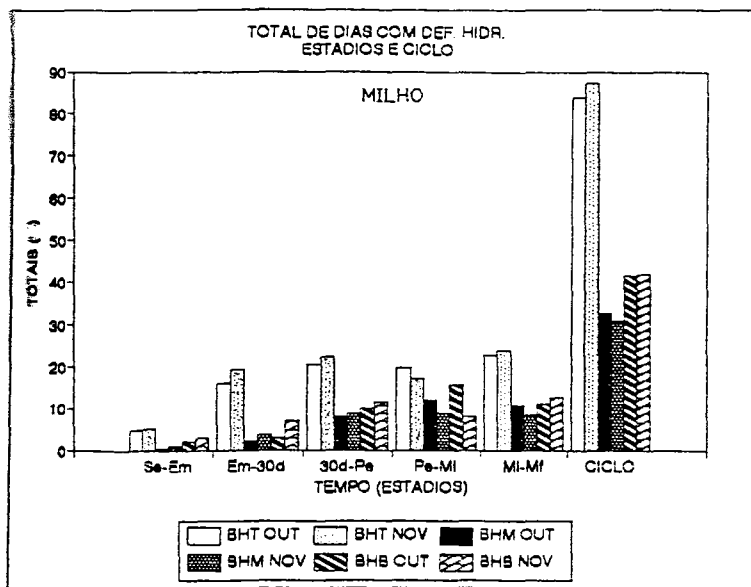


Figura 4.15. Totais de dias com déficit hídrico e Magnitudes de déficit hídrico em cada estádios e ciclo das culturas do Milho e Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico na Bacia do Rio Potiribú.

das culturas do milho e soja (médias das safras) estimados pelos modelos de balanço hídrico nas duas épocas de semeaduras e na figura 4.16 os valores proporcionais da ocorrência de déficit hídrico e as magnitudes médias diárias destes períodos.

#### 4.6.3. DEFINIÇÃO DO PERÍODO DE MAIOR OCORRÊNCIA E MAGNITUDE DE DÉFICIT HÍDRICO DURANTE O CICLO DAS CULTURAS

Analisando globalmente os resultados, durante o período de desenvolvimento das culturas, estimados nos modelos de balanço hídrico, pode-se observar quais os períodos de maior severidade de ocorrência de dias com déficit hídrico, bem como das magnitudes dos déficits hídricos, para as culturas nas duas épocas de semeadura.

Assim sendo, para a cultura do milho com semeadura em outubro, os decêndios de maior incidência de déficit hídrico foram:

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro, 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro em todos os modelos de balanço hídrico.

Quanto as magnitudes, pode-se observar que os períodos mais severos estimados nos modelos de balanço hídricos, foram:

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro, 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro, 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro em todos os modelos de balanço hídrico.

Para a cultura do milho com semeadura em novembro, os decêndios de maior incidência de déficit hídrico foram:

1<sup>o</sup> decêndio de janeiro, 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro e 1<sup>o</sup> decêndio de março em todos os modelos de balanço hídrico.

Quanto as magnitudes, pode-se observar que os períodos mais severos estimados nos modelos de balanço hídricos, foram:

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro, 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> decêndios de fevereiro e 1<sup>o</sup> decêndio de março em todos os modelos de balanço hídrico.

Já para a cultura da soja com semeadura em outubro, os decêndios de maior incidência de déficit hídrico foram:

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro, 1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro em todos os modelos de balanço hídrico.

Quanto as magnitudes, pode-se observar que os períodos mais severos estimados nos modelos de balanço hídricos, foram:

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro, 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro, 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro em todos os modelos de balanço hídrico.

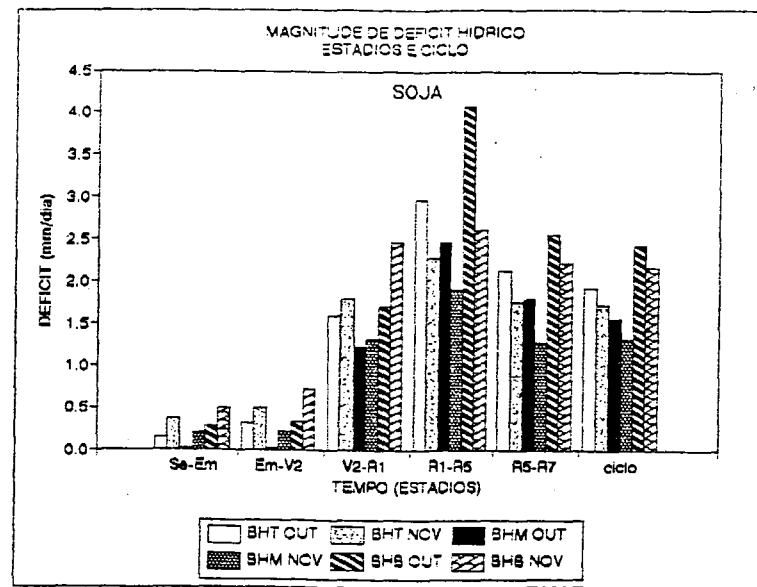
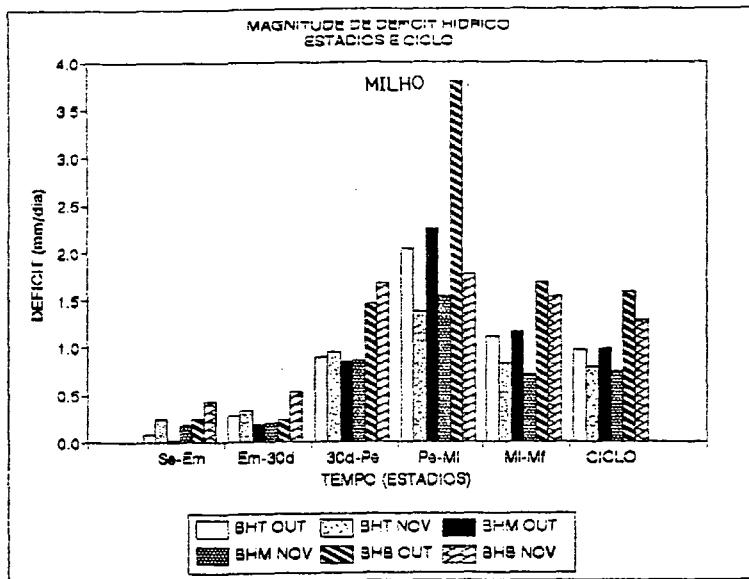
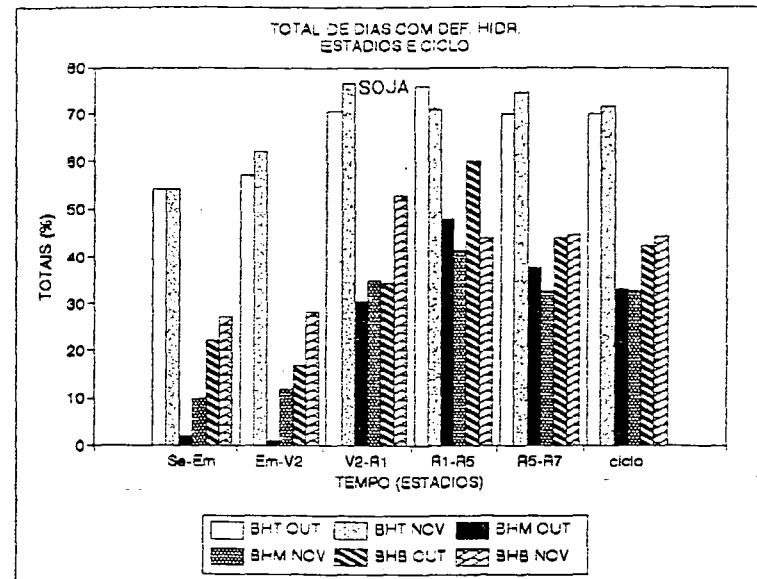
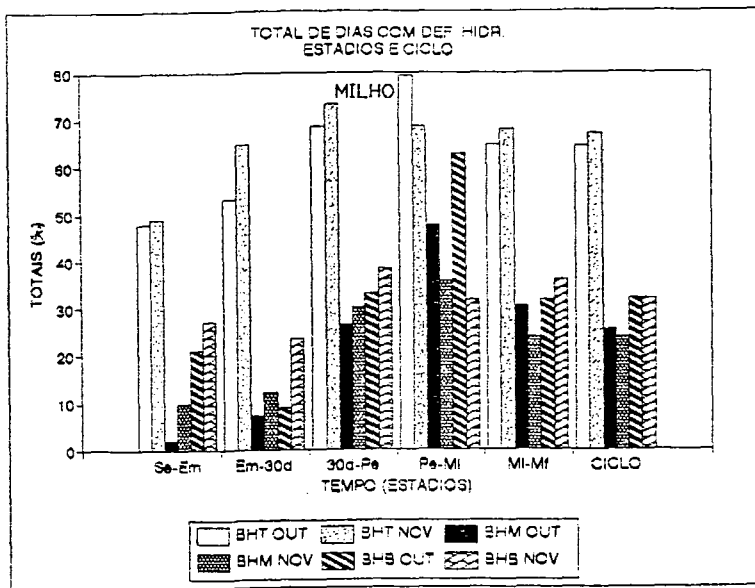


Figura 4.16. Percentuais de dias com déficit hídrico e Magnitudes médias de déficit hídrico em cada estádios e ciclo das culturas do Milho e Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço (B. do Potiribú)

Para a cultura do soja com semeadura em novembro, os decênios de maior incidência de déficit hídrico foram:

3<sup>o</sup> decênio de dezembro, 1<sup>o</sup> decênio de fevereiro e 1<sup>o</sup> decênio de março em todos os modelos de balanço hídrico.

Quanto as magnitudes, pode-se observar que os períodos mais severos estimados nos modelos de balanço hídricos, foram:

1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decênios de janeiro e 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> decênios de fevereiro em todos os modelos de balanço hídrico.

Através dessa análise, podemos concluir que o período mais crítico durante o ciclo das culturas, tanto em ocorrência como em magnitude, refere-se ao 3<sup>o</sup> decênio de dezembro, 1<sup>o</sup> decênio de janeiro e 1<sup>o</sup> decênio de fevereiro, quando a semeadura ocorre em outubro e 1<sup>o</sup> decênio de janeiro e 1<sup>o</sup> de fevereiro para as culturas com semeadura em novembro, nos três modelos de balanço hídrico, embora com diferentes valores, coincidindo com os períodos de maior exigência hídrica destas culturas (fases reprodutivas) aliados ao período de maior demanda evaporativa da atmosfera.

#### 4.6.4. ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DA OCORRÊNCIA E MAGNITUDE DE DEFICIT HÍDRICO AO LONGO DO CICLO DAS CULTURAS

Para a análise de frequência da ocorrência e magnitude dos totais de dias com déficit hídrico para o período decenal, durante o ciclo de desenvolvimento das culturas, foram constituídas as tabelas em anexos (tabelas 45 a 56 do anexo 13). A partir destas tabelas foram obtidas equações de reta que relacionam as variáveis aleatórias com as probabilidades empíricas esperadas (Probabilidade linear), da mesma forma exposta no item 4.5.3.

Assim como podemos verificar, pelas tabelas 45 a 56 do anexo 13, foram obtidas as seguintes relações:

a) Totais de dias decenais (não consecutivos) com déficit hídrico agrupados nas classes de zero, 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 e 9-11; suas frequências absolutas ( $F_o$ ), frequências relativas ( $F_a$ ), frequências acumuladas complementares e probabilidade linear (PL), nas 10 safras (80/81 a 89/90), durante o período do ciclo de desenvolvimento das culturas do milho e do soja em duas épocas de semeadura (outubro:



10/10 e novembro: 10/11).

b) Magnitudes totais decêndiais de déficit hídrico agrupadas nas classes de zero, >0-10, >10-20, >20-30, >30-40, >40-50, >50-60, >60-70, >70-80, >80-90 e >90-100; suas frequências absolutas ( $F_o$ ), frequências relativas ( $F_a$ ), frequências acumuladas complementares e probabilidade linear (PL), nas 10 safras (80/81 a 89/90), durante o período do ciclo de desenvolvimento das culturas do milho e do soja em duas épocas de semeadura (outubro: 10/10 e novembro: 10/11).

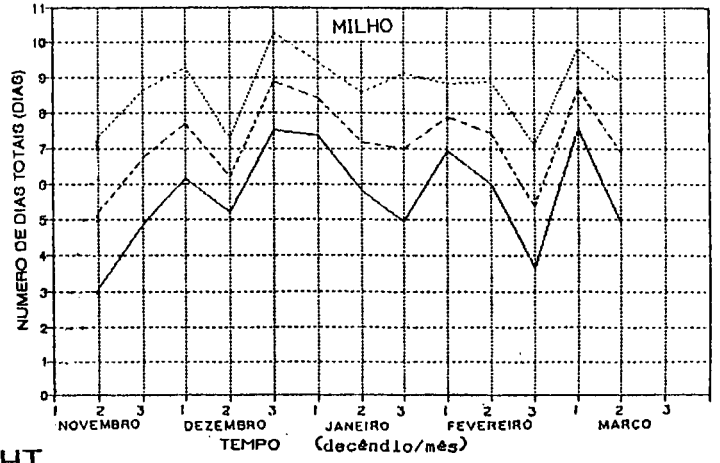
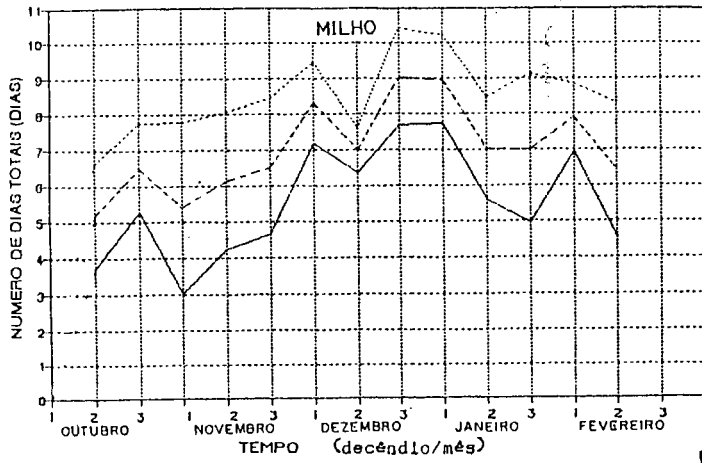
Essas tabelas foram obtidas com a finalidade de se determinar o número mínimo de dias (nºo consecutivos) com déficit hídrico no período decêndial e as magnitudes mínimas de déficit hídrico, que se espera ocorrer, a um dado nível de probabilidade em cada decêndio ao longo dos períodos dos ciclos das culturas, estimados pelos três modelos de balanço hídrico estudados. Ou de outra forma, qual a probabilidade de ocorrer, em cada decêndio durante o ciclo de desenvolvimento das culturas, estimados pelos distintos modelos de balanço hídrico, um número mínimo de dias (nºo consecutivos) com déficit hídrico ou uma magnitude mínima de déficit hídrico, dada pelo limite inferior de cada classe.

A interpretação destas tabelas (anexo 13) é semelhante à do exemplo exposto no item 4.5.3 para as tabelas do anexo 9, porém, aqui nesta etapa, considera-se apenas o período correspondente ao ciclo dos cultivos.

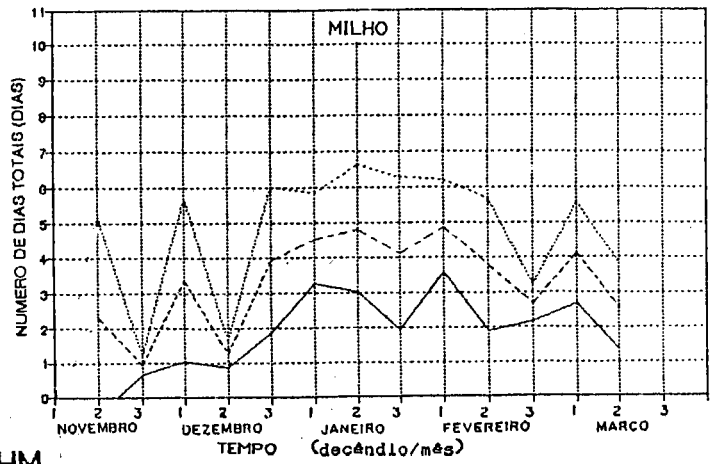
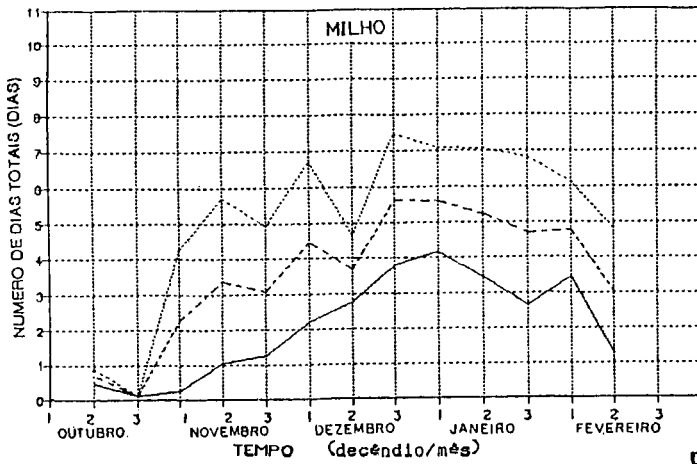
#### 4.6.5. ESTIMATIVAS DOS VALORES MÍNIMOS ESPERADOS PARA AS VARIÁVEIS ALEATÓRIAS AOS NÍVEIS DE PROBABILIDADE FIXADOS

A partir das equações de regressão obtidas, que relacionam as probabilidades lineares com o número mínimo de cada classe (limite inferior) das variáveis aleatórias correspondentes, pode-se traçar as retas nos papéis de probabilidade normal, onde no eixo das ordenadas tem-se as probabilidades teóricas de ocorrer, pelo menos uma vez, em cada decêndio, os números mínimos das variáveis aleatórias estudadas.

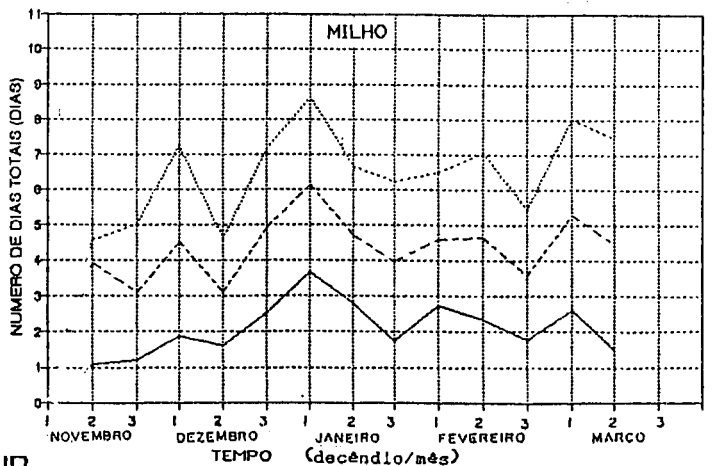
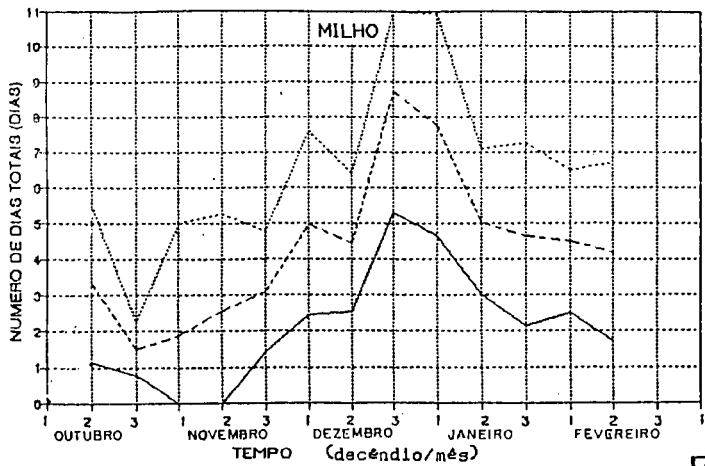
Então a partir das equações de reta foram obtidos os gráficos das figuras 4.17, a 4.20, que relacionam o número mínimo das variáveis aleatórias (numero de dias nºo consecutivos com déficit hídrico e magnitude mínima de déficit hídrico) para cada decêndio, aos níveis de



BHT



BHM



BHB

..... 20 %    - - - 50 %    — 80 %

..... 20 %    - - - 50 %    — 80 %

Figura 4.17. Número Mínimo de dias não consecutivos com déficit hídrico esperados em cada decêndio, aos níveis de 20%, 50% e 80% de Probabilidade Teórica, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, para a cultura do Milho nas duas épocas de semeadura, na Bacia do Rio Potiribú.

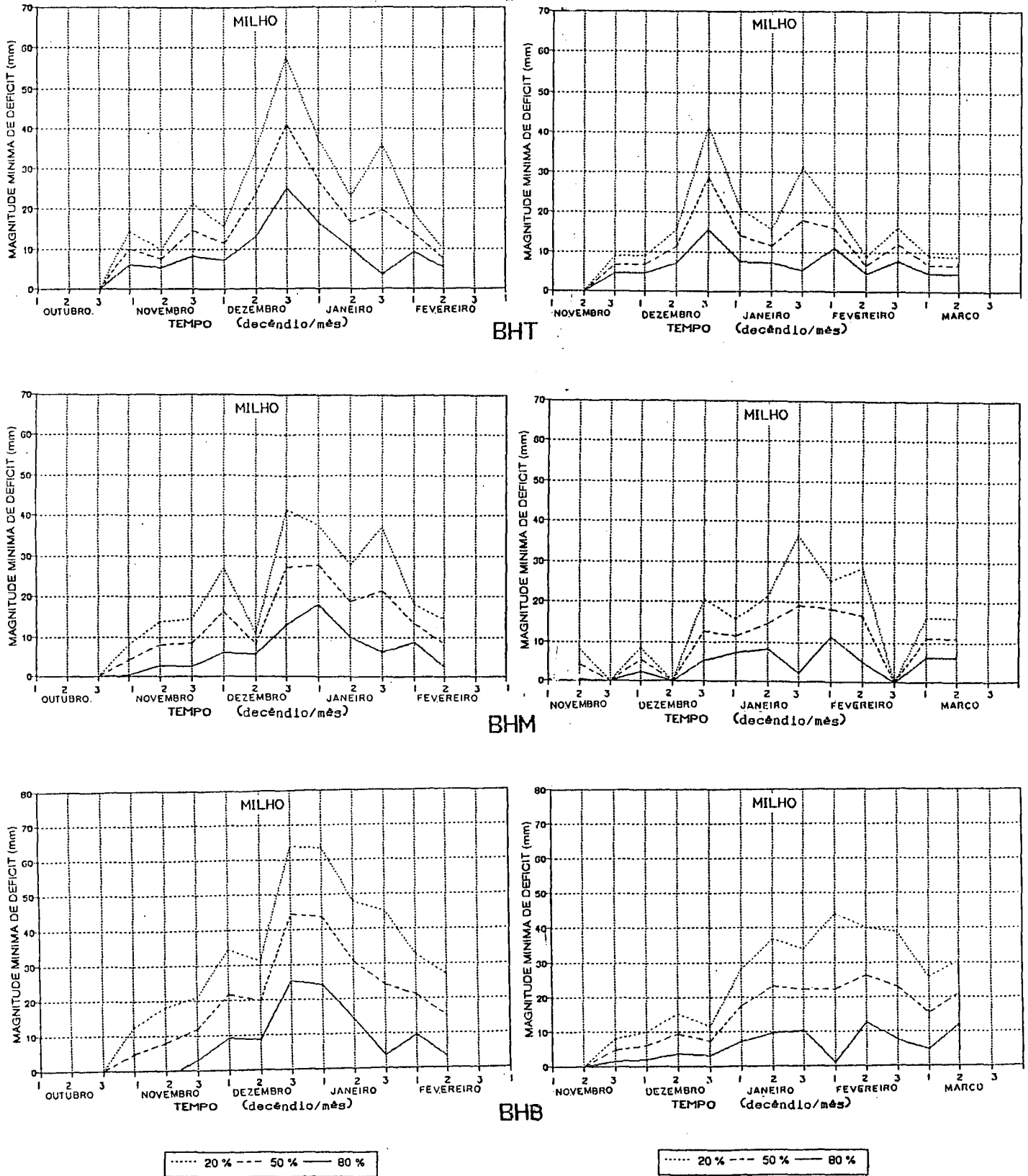
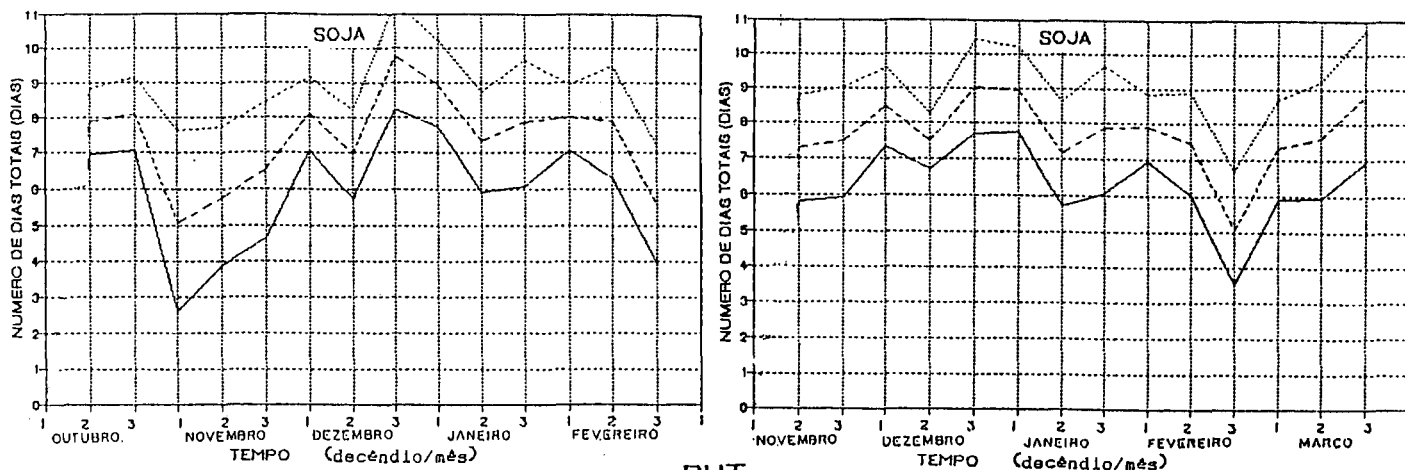
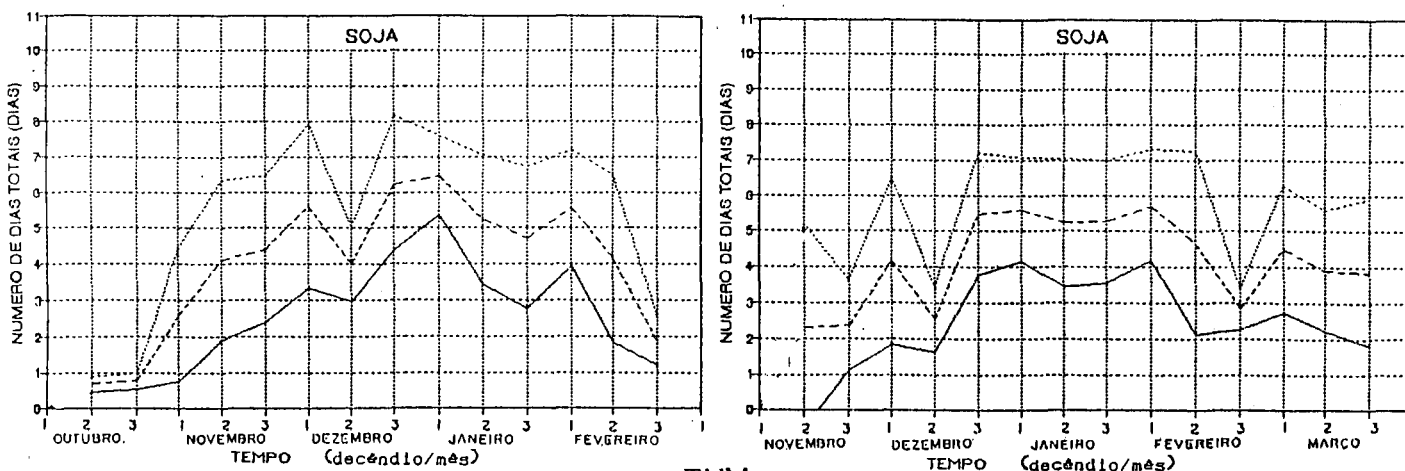


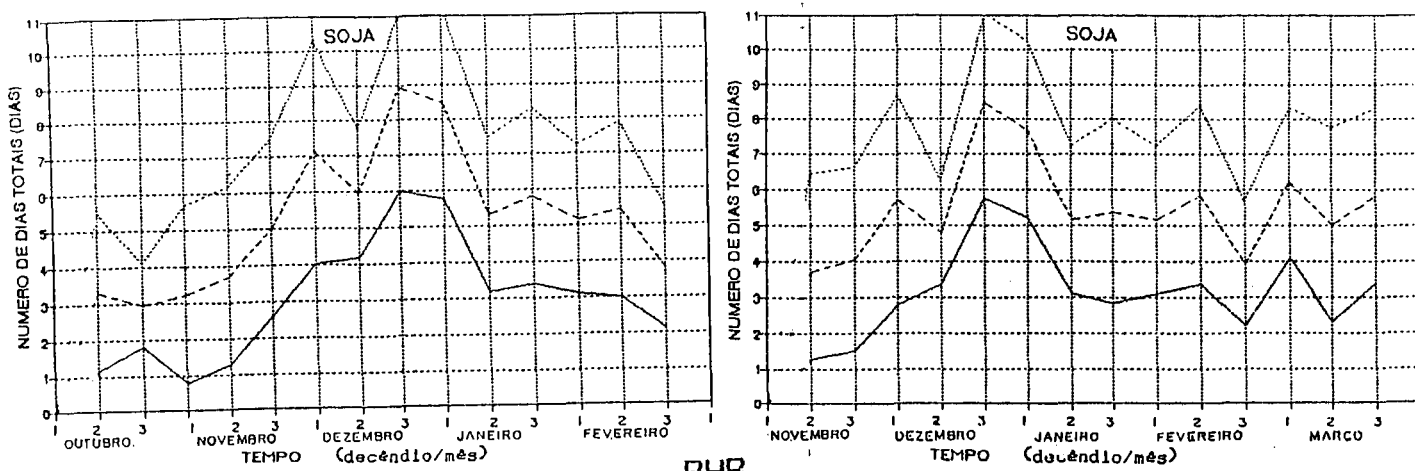
Figura 4.18. Magnitude mínima de déficit hídrico esperados em cada decênio, nos níveis de 20%, 50% e 80% de Probabilidade Teórica, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, para a cultura do Milho, nas duas épocas de semeadura na Bacia do Rio Potiribú.



BHT



BHM



BHB

..... 20%    - - - 50%    ——— 80%

..... 20%    - - - 50%    ——— 80%

Figura 4.19. Número Mínimo de dias não consecutivos com déficit hídrico esperados em cada decênio, aos níveis de 20%, 50% e 80% de Probabilidade Teórica, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, para a cultura da Soja nas duas épocas de semeadura, na Bacia do Rio Potiribú.

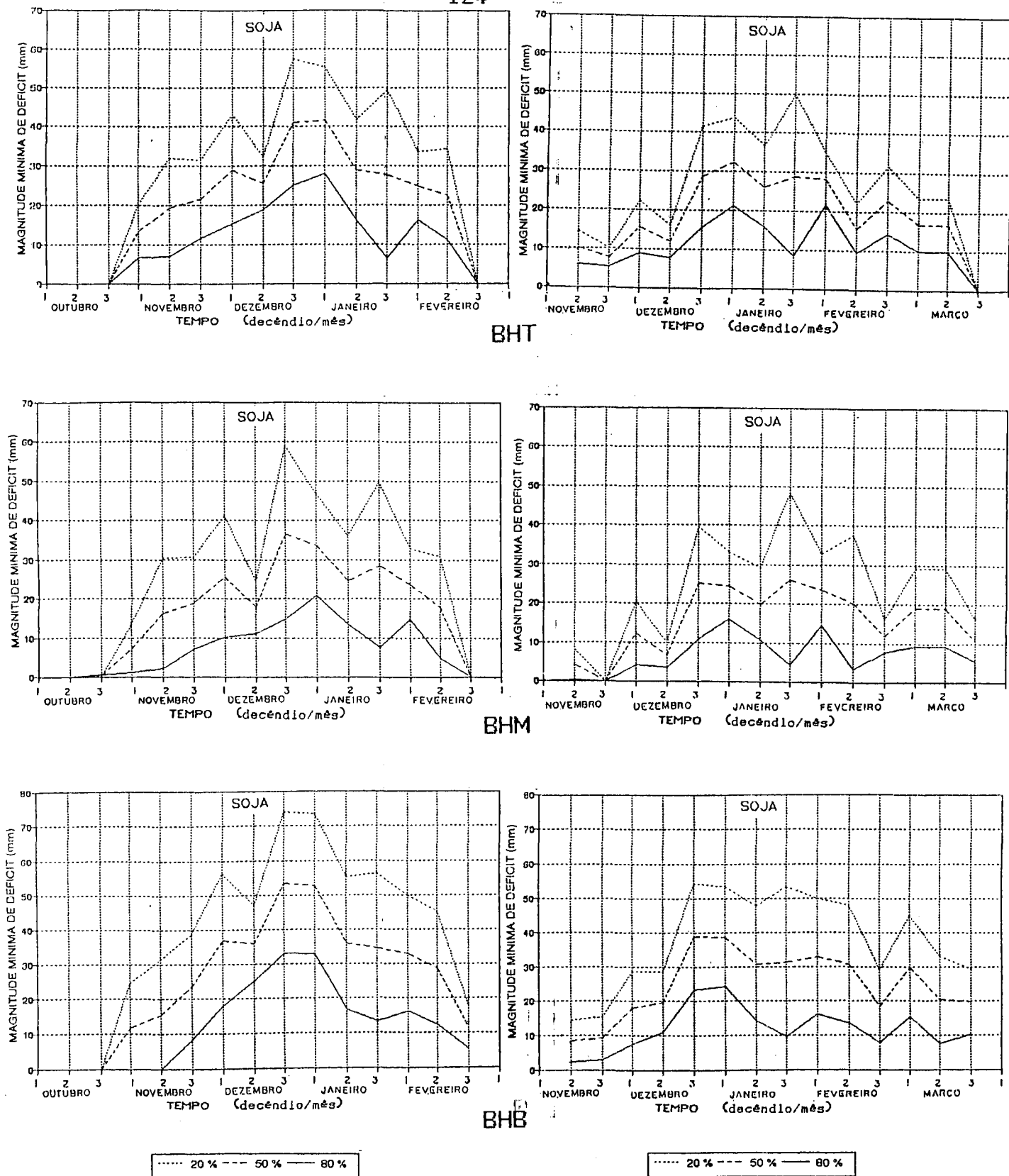


Figura 4.20. Magnitude mínima de déficit hídrico esperados em cada decêndio, aos níveis de 20%, 50% e 80% de Probabilidade Teórica, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, para a cultura da Soja, nas duas épocas de semeadura na Bacia do Rio Potiribú.

probabilidade teórica de 20%, 50% e 80% estimados pelos modelos de balanço hídrico, durante o período correspondente ao ciclo das culturas.

Estas figuras foram obtidas com o intuito de ter-se uma visão geral durante os decêndios correspondentes ao período de desenvolvimento das culturas (soja e milho), estimados nos modelos de balanço hídrico, e de como se comportam os déficits hídricos quanto aos períodos mais ou menos severos. Através de sua análise, pode-se saber o risco de insucesso que estas cultura podem ter, plantando-as numa ou noutra época, necessidades de irrigação, enfim como orientação para um melhor planejamento agrícola.

Analisando os gráficos da figura 4.17, pode-se observar que os decêndios que evidenciam-se pelos maiores números mínimos de dias não consecutivos com déficit hídrico esperados, ao nível de 50% de probabilidade, para a cultura do milho com semeadura em outubro, nos modelos de balanço hídrico estudados, foram:

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro, 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro, 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro no modelo de BHT.

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro, 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro, 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro no modelo BHM.

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro, 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> decêndios de janeiro no modelo BHB.

Para a semeadura em novembro, foram:

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro, 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro e 1<sup>o</sup> decêndio de março no modelo de BHT.

1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> decêndios de janeiro, 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro e 1<sup>o</sup> decêndio de março no modelo BHM.

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro, 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> decêndios de janeiro no e 1<sup>o</sup> decêndio de março no modelo BHB.

Analisando os gráficos das figuras 4.18, pode-se observar que os decêndios que evidenciam-se pelas maiores magnitudes mínimas de déficit hídrico decendiais esperados, ao nível de 50% de probabilidade, para a cultura do milho com semeadura em outubro, nos modelos de balanço hídrico estudados, foram:

2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro, 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro no modelo BHT.

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro, 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> decêndios de janeiro no modelo BHM e BHB.

Para a semeadura em novembro, foram:

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro e 3<sup>o</sup> decêndio de janeiro no modelo BHT.  
3<sup>o</sup> decêndio de janeiro, 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> decêndios de fevereiro no modelo BHM.

2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro no e 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de fevereiro no modelo BHB.

Analisando os gráficos da figura 4.19, pode-se observar que os decêndios que evidenciam-se pelos maiores números mínimos de dias não consecutivos com déficit hídrico esperados, ao nível de 50% de probabilidade, para a cultura da soja com semeadura em outubro, nos modelos de balanço hídrico estudados, foram:

1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> decêndios de outubro, 1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro, 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro no modelo de BHT.

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro, 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro no modelo BHM.

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro, 2<sup>o</sup> decêndio de janeiro e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro no modelo BHB.

Para a semeadura em novembro, foram:

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro e 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro no modelo BHT.

1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de dezembro, 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro no modelo BHM.

1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios de janeiro no e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro no modelo BHB.

Analisando os gráficos da figura 4.20, pode-se observar que os decêndios que evidenciam-se pelas maiores magnitudes mínimas de déficit hídrico decendiais esperados, ao nível de 50% de probabilidade, para a cultura da soja com semeadura em outubro, nos modelos de balanço hídrico estudados, foram:

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro e 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro nos modelos de BHT, BHM e BHB.

Para a semeadura em novembro, foram:

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro, 1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndio de janeiro e 1<sup>o</sup> decêndio de fevereiro nos modelos de BHT e BHM.

3<sup>o</sup> decêndio de dezembro e 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro no modelo BHB.

Como pode ser notado, em ambos os modelos de balanço hídrico, a ocorrência e magnitude dos déficits hídricos, teve sua severidade evidenciada nos períodos de maior demanda evaporativa associados aos períodos de maior exigência hídrica das culturas. Este fato vem refor-

çar a necessidade da realização de estudos, através da utilização da metodologia de balanços hídricos específicos para cada cultura individualmente, para ajustar sua melhor época de semeadura, minimizando os problemas de stress hídrico e as necessidades de irrigação.

#### 4.6.6. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DOS MODELOS

Nesta etapa do estudo, as análises de variância (Teste F) foram feitas para analisar as discrepâncias observadas nos resultados dos modelos de balanço hídrico (número total de dias não consecutivos com déficit hídrico e magnitude total durante o ciclo das culturas), devido às duas épocas de semeadura (outubro e novembro) que foram adotadas para o processamento dos balanços hídricos das culturas.

Os testes foram realizados para cada modelo de balanço hídrico individualmente, segundo as seguintes hipóteses:

$H_0$  = não há diferença entre épocas de semeadura.

$H_1$  = existe diferença entre épocas de semeadura.

Observa-se, pelos resultados das tabelas 4.9 a 4.14, que em todos os testes efetuados, o valor de F calculado apresentou-se sempre inferior ao de F tabelado, ao nível de significância de 5% de probabilidade, o que leva a aceitação da hipótese da nulidade ( $H_0$  = não há diferença entre épocas de semeadura), assim sendo, podemos dizer que não existe diferença "estatística" significativa tanto em ocorrência como em magnitude total dos déficits hídrico durante o ciclo das culturas, ao nível de 5% de probabilidade, entre as épocas de semeaduras analisadas.

Embora não havendo diferença estatística, pode-se notar (Figura 4.21) que a semeadura em outubro, na maioria das safras analisadas, resultou em uma situação mais crítica, no que se refere as magnitudes de déficit hídrico, fato que não foi observado para os totais de dias deficitários. Esta maior severidade dos déficits para a semeadura de outubro, decorre da coincidência dos períodos de maior exigência hídrica das culturas com aqueles de maior demanda evaporativa, e ainda em alguns anos com a ausência ou baixa ocorrência de precipitações nestes períodos. Isto leva-nos a inferir que a escolha da época ideal



TABELA 4.9. Análise de variância: modelo BHT, cultura milho.

variável aleatória	CAUSAS DE VARIAÇÃO	graus de liberdade	soma dos quadrados	quadrado médios	Fc	Ft
total de dias com déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	5,78	5,78	0,0583	5,12
	SAFRAS	9	567,40	63,04	0,6364	3,80
	ERRO RESIDUAL	9	891,62	99,07		
	TOTAL	19	1464,80	77,09		
magnitude total de déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	230,48	230,48	0,0930	5,12
	SAFRAS	9	15327,93	1703,10	0,6874	3,80
	ERRO RESIDUAL	9	22299,12	2477,68		
	TOTAL	19	37857,53	1992,50		

TABELA 4.10. Análise de variância: modelo BHM, cultura milho.

variável aleatória	CAUSAS DE VARIAÇÃO	graus de liberdade	soma dos quadrados	quadrado médios	Fc	Ft
total de dias com déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	1,80	1,80	0,0121	5,12
	SAFRAS	9	1167,53	129,73	0,8731	3,80
	ERRO RESIDUAL	9	1337,22	148,58		
	TOTAL	19	2506,55	131,92		
magnitude total de déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	475,24	475,24	0,1406	5,12
	SAFRAS	9	20571,59	2285,73	0,6763	3,80
	ERRO RESIDUAL	9	30415,86	3379,54		
	TOTAL	19	51462,69	2708,56		

TABELA 4.11. Análise de variância: modelo BHB, cultura milho.

variável aleatória	CAUSAS DE VARIAÇÃO	graus de liberdade	soma dos quadrados	quadrado médios	Fc	Ft
total de dias com déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	0,02	0,02	0,00007	5,12
	SAFRAS	9	1962,90	218,10	0,75967	3,80
	RESÍDUO	9	2583,88	287,10		
	TOTAL	19	4546,80	239,31		
magnitude total de déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	763,23	763,23	0,1046	5,12
	SAFRAS	9	43331,95	4814,66	0,6600	3,80
	ERRO RESIDUAL	9	65653,92	7294,88		
	TOTAL	19	109749,10	5776,27		

TABELA 4.12. Análise de variância: modelo BHT, cultura soja.

variável aleatória	CAUSAS DE VARIAÇÃO	graus de liberdade	soma dos quadrados	quadrados médios	Fc	Ft
total de dias com déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	3,13	3,13	0,0405	5,12
	SAFRAS	9	497,53	55,28	0,7170	3,80
	ERRO RESIDUAL	9	693,90	77,10		
	TOTAL	19	1194,55	62,87		
magnitude total de déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	381,98	381,98	0,0615	5,12
	SAFRAS	9	40705,44	4522,83	0,7279	3,80
	ERRO RESIDUAL	9	55920,06	6213,34		
	TOTAL	19	97007,49	5105,66		

TABELA 4.13. Análise de variância: modelo BHM, cultura soja.

variável aleatória	CAUSAS DE VARIAÇÃO	graus de liberdade	soma dos quadrados	quadrados médios	Fc	Ft
total de dias com déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	0,18	0,18	0,0011	5,12
	SAFRAS	9	1202,90	133,66	0,8414	3,80
	ERRO RESIDUAL	9	1429,72	158,86		
	TOTAL	19	2632,80	138,57		
magnitude total de déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	533,66	533,66	0,0790	5,12
	SAFRAS	9	43453,91	4828,21	0,7151	3,80
	ERRO RESIDUAL	9	60768,80	6752,09		
	TOTAL	19	104756,37	5513,49		

TABELA 4.14. Análise de variância: modelo BHB, cultura soja.

variável aleatória	CAUSAS DE VARIAÇÃO	graus de liberdade	soma dos quadrados	quadrados médios	Fc	Ft
total de dias com déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	3,64	3,64	0,01333	5,12
	SAFRAS	9	1694,73	188,30	0,68875	3,80
	RESÍDUO	9	2460,58	273,40		
	TOTAL	19	4158,95	218,89		
magnitude total de déficit hídrico	ÉPOCA SEMEADURA	1	381,98	381,98	0,0615	5,12
	SAFRAS	9	40705,44	4522,83	0,7279	3,80
	ERRO RESIDUAL	9	55920,06	6213,34		
	TOTAL	19	97007,49	5105,66		

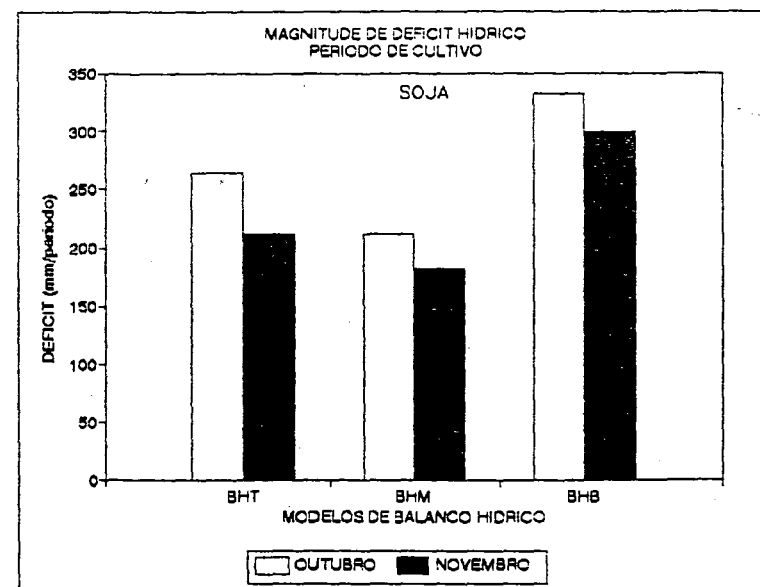
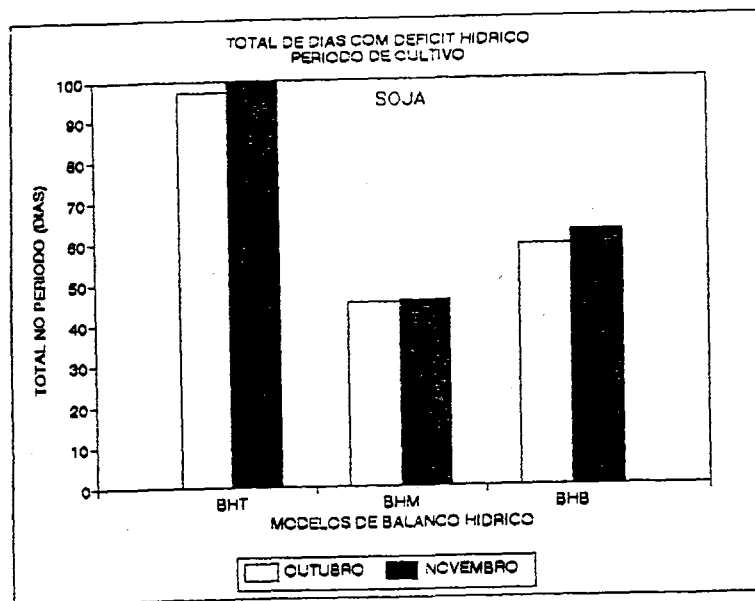
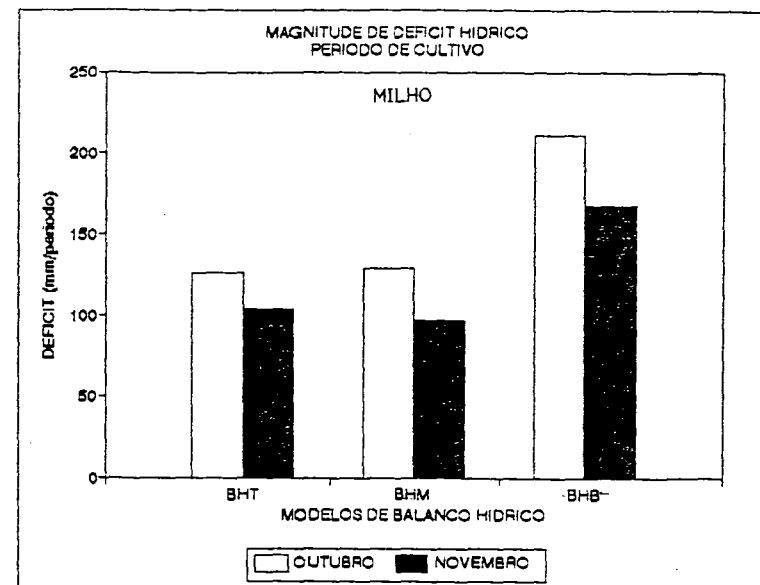
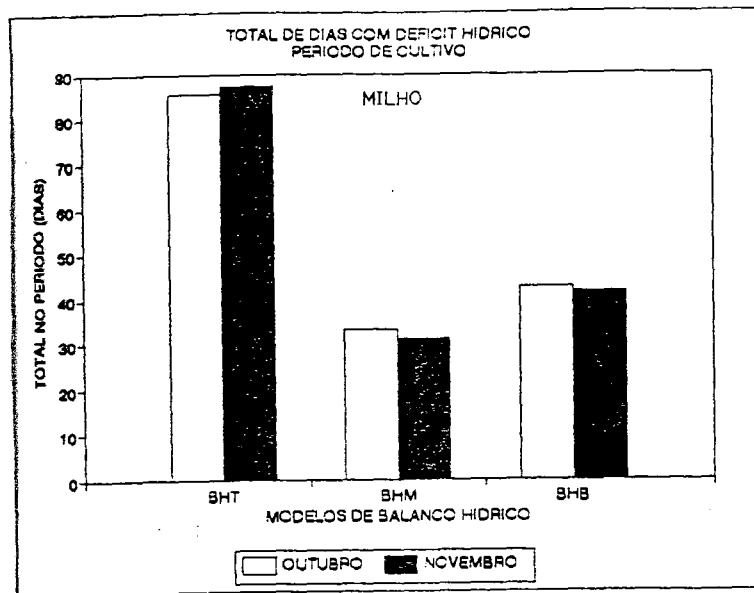


Figura 4.21. Totais de dias com déficit hídrico e Magnitudes de déficit hídrico durante o período de cultivo das culturas do Milho e Soja estimados pelos modelos de Balanço Hídrico, médias das safras, em duas épocas de semeadura.

de semeadura de acordo com as disponibilidades hídricas da região e os períodos de maior exigência das culturas, poderá resultar em uma minimização dos custos de produção (menores taxas de irrigação) associado à melhores produtividades das culturas (menor risco de stress hídrico). Então estudos nesse sentido, analisando outras épocas de semeaduras fazem necessário e se possível utilizando-se de uma série histórica mais longa, para se obter conclusões mais precisas.

#### 4.7. INFERÊNCIAS EM FUNÇÃO DA INTENSIFICAÇÃO DO EFEITO ESTUFA

Esta parte do estudo consiste apenas de uma simples investigação através de simulações, de possíveis situações hídricas e térmicas que poderão surgir decorrentes da intensificação do efeito estufa (cenário futuro), na demanda hídrica das culturas do milho e da soja. Para tais simulações utilizou-se, basicamente, a mesma metodologia (modelos de balanço hídrico) adotada para a análise da condição atual (cenário atual), com algumas adaptações e considerações que achamos necessárias, que serão abordadas a seguir.

##### 4.7.1. SIMULAÇÕES DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

Para a quantificação das modificações na demanda hídrica das culturas (milho e soja), introduziu-se nos modelos de balanço hídrico, as variações climáticas (temperatura e precipitação), previstas pelo modelo GISS, em consequência da intensificação do efeito estufa, tendo como base os valores das variáveis meteorológicas da série histórica atual (1980 a 1990).

Sabe-se que as alterações climáticas prognosticadas pelos Modelos Globais de Clima (GCMs) são a nível mensal, devido às suas limitações, sejam elas causadas pela resolução dos modelos, ou pelas dificuldades em representar melhor os processos envolvidos, em função das incertezas matemáticas na descrição dos mecanismos formadores do clima. Sendo assim, das três alternativas de desagregação das variações mensais previstas, para as simulações em intervalo diário, que foram descritas em materiais e métodos, optou-se por aquela que considera uma distribuição quadraticamente proporcional à variável atual (tempe-

ratura e precipitação), ou seja, a que supõe que o aumento ou diminuição da variável ocorre mais acentuadamente nos valores mais intensos, apesar das grandes limitações envolvidas em tal consideração, mas que se justificam com relação à disponibilidade e qualidade dos dados dos GCMs. A escolha desta opção justifica-se, também, por resultar em uma condição mais crítica, comparada às outras, principalmente no período de maior demanda evaporativa, que coincide com o ciclo das culturas em estudo.

#### 4.7.2. INFERÊNCIAS SOBRE O CICLO DAS CULTURAS

Para inferir as variações (encurtamento) no ciclo das culturas, bem como no número de dias para completar seus respectivos estádios de desenvolvimento, em função das variações da temperatura, decorrentes da intensificação do efeito estufa, utilizou-se do seguinte expediente:

Calculou-se, inicialmente, a soma das unidades térmicas de desenvolvimento das culturas, acumulando-as, desde a semeadura até atingir cada estágio de desenvolvimento pré-fixado, tendo-se como base seus respectivos intervalos de dias, considerados constantes em todas as safras (tabela 4.8), e as temperaturas mínimas e máximas diárias do ar (cenário atual), ocorridas durante as safras estudadas, em duas épocas de semeadura, utilizando-se o método das médias corrigidas como descrito em materiais e métodos (item 3.4).

Considerou-se os comprimentos dos estádios de desenvolvimento constantes para todas as safras e épocas de semeadura, apesar de que os mesmos possam variar com uma gama de fatores tais como, fotoperíodo, época de semeadura, diferenças de temperatura de ano para ano bem como a latitude do local, além de outros.

Nas tabelas 4.15 e 4.16 apresenta-se os valores de UTAs para que as culturas atinjam seus respectivos estágios de desenvolvimento, sendo que para sua obtenção considerou-se, como já mencionado, os números de dias (entre estágios) constantes em todas as safras segundo os valores da tabela 4.8.

Pela análise destas tabelas, pode-se observar que os valores médios de unidades térmicas de desenvolvimento acumuladas (UTAs) estimadas para a cultura do milho com semeadura em outubro foram, 100,09;

459,06; 877,11; 1251,43 e 1749,82°C para atingir os estágios, emergência, 30 dias após emergência, pendoamento, maturação leitosa e maturação fisiológica, respectivamente; Já, para a semeadura em novembro as UTAs médias estimadas foram, 126,05; 546,8; 991,7; 1343,13 e 1778,6°C para atingir os respectivos estágios anteriormente mencionados.

Para a cultura da soja com semeadura em outubro, as UTAs médias estimadas foram, 100,09; 211,97; 741,16; 1326,09 e 1813,74°C para

TABELA 4.15. Somas térmicas (estimadas) acumuladas desde a semeadura até os estágios de desenvolvimento para o milho nas semeaduras de outubro e novembro.

semeadura	ciclo soma térmica	estágios				
		EM	30D	PE	ML	MF
		número de dias				
		10	40	70	95	130
	UTA (°C)	UTA (°C)	UTA (°C)	UTA (°C)	UTA (°C)	
Outubro (10/10)	1	100.08	438.35	816.84	1181.74	1684.84
	2	101.29	492.29	866.89	1198.88	1686.07
	3	107.59	413.17	809.16	1189.56	1687.44
	4	94.07	421.03	875.32	1274.42	1802.92
	5	142.00	494.86	856.53	1242.93	1738.03
	6	96.18	543.08	039.38	1433.78	1957.98
	7	73.68	448.48	863.08	1257.58	1750.88
	8	104.89	462.15	876.94	1285.04	1747.82
	9	84.96	444.33	879.82	1228.32	1705.82
	10	96.19	432.84	887.12	1222.41	1736.11
	media	100.09	459.06	877.11	1251.43	1749.82
	$\sigma$	17.73	40.07	62.73	72.93	81.99
	$\bar{x}-\sigma$	82.36	418.99	814.38	1178.50	1667.82
	$\bar{x}+\sigma$	117.82	499.13	939.84	1324.36	1831.82
Novembro (10/11)	1	118.70	501.09	937.49	1298.29	1720.56
	2	116.90	494.10	898.89	1257.19	1691.47
	3	122.10	523.39	984.59	1326.97	1719.83
	4	120.20	555.30	992.50	1347.40	1794.03
	5	148.20	508.97	967.67	1321.47	1760.07
	6	140.10	641.00	1123.40	1487.50	1896.79
	7	131.20	546.80	1026.20	1365.70	1828.90
	8	118.09	536.48	1020.08	1334.48	1850.78
	9	110.38	552.68	966.58	1314.28	1737.16
	10	134.60	588.18	999.57	1377.97	1786.45
	media	126.05	546.80	991.70	1343.13	1778.60
	$\sigma$	11.94	45.20	59.83	61.12	65.39
	$\bar{x}-\sigma$	114.11	501.60	931.87	1282.01	1713.21
	$\bar{x}+\sigma$	137.99	592.00	1051.53	1404.25	1843.99

UTA = unidades térmicas acumuladas da semeadura aos estágios

TABELA 4.16. Somas térmicas (estimadas) acumuladas desde a sementeira até os estágios de desenvolvimento para a soja nas sementeiras de outubro e novembro.

semeadura	ciclo soma térmica	estágios				
		EM	V <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>7</sub>
		número de dias				
	10	20	60	100	135	
	UTA (°C)	UTA (°C)	UTA (°C)	UTA (°C)	UTA (°C)	
Outubro (10/10)	1	100.08	214.37	700.55	1250.94	1761.64
	2	101.29	245.19	738.59	1269.28	1751.27
	3	107.59	194.78	670.46	1272.66	1738.43
	4	94.07	194.64	728.02	1346.02	1875.02
	5	142.00	249.38	735.04	1316.63	1805.43
	6	96.18	210.68	871.68	1520.18	2014.78
	7	73.68	193.08	728.58	1337.98	1816.08
	8	104.89	231.18	744.45	1359.84	1820.94
	9	84.96	190.94	735.62	1294.22	1777.82
	10	96.19	195.46	758.64	1293.11	1786.01
	media	100.09	211.97	741.16	1326.09	1813.74
	$\sigma$	17.73	22.48	52.07	76.94	80.76
	$\bar{x} - \sigma$	82.36	189.49	689.09	1249.15	1722.98
	$\bar{x} + \sigma$	117.82	234.45	793.23	1403.03	1894.50
Novembro (10/11)	1	118.70	246.30	802.79	1370.09	1761.96
	2	116.90	230.20	749.09	1311.48	1729.57
	3	122.10	227.79	830.29	1395.17	1761.13
	4	120.20	268.90	904.90	1500.10	1933.90
	5	148.20	267.58	820.47	1390.17	1811.87
	6	140.10	298.00	969.60	1554.10	1938.49
	7	131.20	267.80	870.70	1434.00	1874.09
	8	118.09	257.59	862.58	1404.68	1903.08
	9	110.38	261.08	838.08	1376.18	1777.56
	10	134.60	298.90	871.78	1432.97	1838.55
	media	126.05	262.41	852.03	1416.89	1833.02
	$\sigma$	11.94	24.08	59.77	68.80	76.28
	$\bar{x} - \sigma$	114.11	238.33	792.26	1348.09	1756.74
	$\bar{x} + \sigma$	137.99	286.49	911.80	1485.69	1909.30

UTA = unidades térmicas acumuladas da sementeira aos estágios

atingir os estágios, emergência, planta com uma folha trifoliolada desenvolvida, início da floração, início do enchimento de grãos e maturação fisiológica respectivamente. Para a sementeira em novembro as UTAs médias estimadas foram, 126,05; 262,41; 852,03; 1416,89 e 1833,02°C para os respectivos estágios de desenvolvimento da cultura.

A partir destes valores, utilizando-se do processo inverso, obteve-se o número de dias necessários para que as culturas atinjam as somas térmicas estimadas para os respectivos estágios de desenvolvi-

mento, tendo-se como base as temperaturas simuladas para o cenário futuro (intensificação do efeito estufa). Estes valores, dos intervalos de dias da sementeira até os referidos estágios são mostrados nas tabelas 4.17 e 4.18 a seguir.

Este procedimento fez-se necessário por não existirem a disposição, para o local do estudo, dados de unidades térmicas de desenvolvimento acumuladas (UTA) relativos a estes estágios de desenvolvimento das culturas, tanto para o cenário atual como para o cenário futuro.

Destarte, analisando estas tabelas, pode-se inferir que as culturas, possivelmente, totalizem suas somas térmicas necessárias para atingir os respectivos estágios em um menor período de tempo, resultando em um encurtamento nos subperíodos (estádios) e, conseqüentemente, no ciclo total de desenvolvimento, devido ao aumento das tempe-

TABELA 4.17. Número de dias a partir da sementeira até os estágios de desenvolvimento para o milho com sementeira em outubro e novembro, e ciclo total estimados para o cenário futuro.

sementeira	ciclo	estádios					
		Se	Em	30d	Pe	Ml	Mf
		número de dias					
	0	10	40	70	95	130	
Outubro (10/10)	1	7	29	51	72	98	
	2	7	27	50	69	96	
	3	7	29	53	72	97	
	4	8	29	54	74	100	
	5	8	31	50	72	98	
	6	8	31	57	75	101	
	7	8	30	53	73	98	
	8	7	29	52	73	96	
	9	6	28	53	71	97	
	10	6	30	53	70	99	
	media	7	29	52	72	98	
Novembro (10/11)	1	7	26	50	70	92	
	2	7	29	53	72	95	
	3	7	30	54	71	93	
	4	8	30	53	73	97	
	5	7	27	51	70	94	
	6	7	30	51	73	95	
	7	7	29	54	71	96	
	8	7	30	55	74	101	
	9	7	30	52	72	95	
	10	6	29	51	71	92	
	media	7	29	53	72	95	



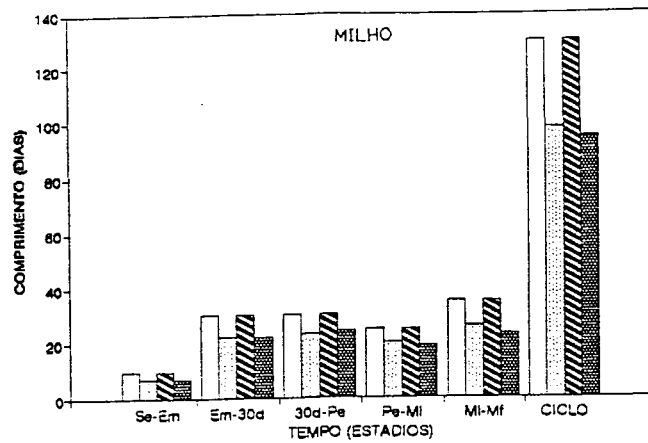
TABELA 4.18. Número de dias a partir da sementeira até os estágios de desenvolvimento para a soja com sementeira em outubro e novembro, e ciclo total estimados para o cenário futuro.

ciclo	estágios					
	Se	Em	V <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>7</sub>
	número de dias					
	0	10	20	60	100	135
Outubro (10/10)	1	7	15	44	75	102
	2	7	15	43	72	100
	3	7	13	43	76	100
	4	8	14	47	77	104
	5	8	14	43	76	101
	6	8	14	49	79	104
	7	8	15	46	77	101
	8	7	14	43	76	99
	9	6	14	46	75	101
	10	6	13	45	73	100
media		7	14	45	76	102
Novembro (10/11)	1	7	14	45	75	97
	2	7	15	43	74	97
	3	7	14	45	75	95
	4	8	15	47	78	101
	5	7	14	45	75	98
	6	7	16	48	78	99
	7	7	15	46	75	99
	8	7	14	47	75	99
	9	7	16	45	75	97
	10	6	15	46	76	97
media		7	15	46	76	98

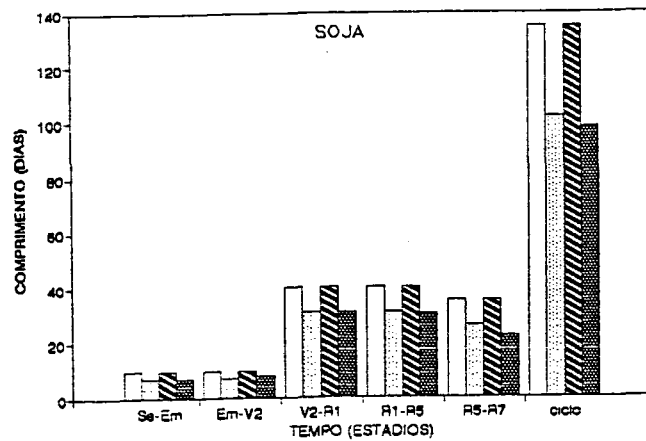
raturas em consequência da intensificação do efeito estufa.

Assim, pode-se observar que para a cultura do milho, com sementeira em outubro, a soma térmica total para completar seu ciclo (correspondente aos 130 dias no cenário atual) foi obtida em 98 dias e para a sementeira de novembro em 95 dias (valores médios) nas safras simuladas para o cenário futuro, resultando em reduções médias do ciclo total de 32 e 35 dias, (-24,62 e -26,92 %) respectivamente. Para a cultura da soja com sementeira em outubro, obteve-se a soma térmica total (correspondente ao ciclo de 135 dias no cenário atual) em 102 dias e para a sementeira de novembro em 98 dias, resultando em reduções médias do ciclo total de 33 e 37 dias (24,44 e 27,4%), respectivamente.

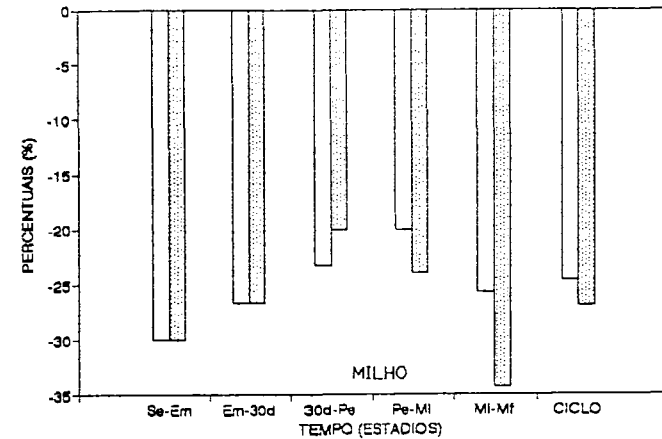
Pela análise da figura 4.22 pode-se observar os encurtamentos resultantes nos respectivos estágios e ciclos das culturas do milho e



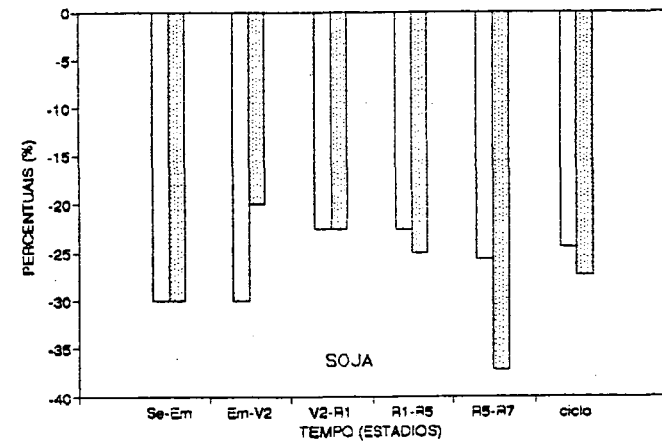
COMPRIMENTO DOS ESTÁDIOS E CICLO



OUT ATUAL    OUT FUTURO    NOV ATUAL    NOV FUTURO



VARIAÇÃO RELATIVA COMPRIMENTO ESTÁDIOS E CICLO



OUTUBRO    NOVEMBRO

Figura 4.22. Comprimento dos estádios e ciclo das culturas do Milho e Soja para o cenário atual e cenário futuro nas duas épocas de semeadura e variações relativas (futuro/atual).

da soja decorrentes desta abordagem, bem como suas variações relativas (percentagens).

De posse dos valores médios de comprimento dos estádios de desenvolvimento das culturas para o cenário futuro, juntamente com os valores de coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) e profundidade efetiva do sistema radicular (PSR), correspondentes à estes estádios para o cenário atual, relacionados na tabela 4.8, ajustou-se novas equações para inferir o comportamento destas variáveis ( $K_c$  e PSR) ao longo do ciclo das culturas para o cenário futuro, as quais são listadas abaixo.

Para o milho as equações ajustadas (função de Cauchy) para o coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) apresentam a seguinte forma:

$$K_{c(d)} = \frac{1}{0,00042 \cdot (d - 72,9187)^2 + 0,9617} \quad r^2 = 0,9657$$

para o ciclo com semeadura em outubro, e

$$K_{c(d)} = \frac{1}{0,00051 \cdot (d - 68,9098)^2 + 0,9419} \quad r^2 = 0,9704$$

para o ciclo com semeadura em novembro.

onde,  $K_{c(d)}$  é o coeficiente de cultivo no dia "d" do ciclo da cultura; d é o dia a partir da semeadura (98 e 95 dias).

Para a profundidade efetiva do sistema radicular (PSR) obteve-se as seguintes equações ajustadas (função parabólica):

$$PSR_{(d)} = 85,4831 + 12,3303 \cdot d - 0,0918 \cdot d^2 \quad r^2 = 0,9911$$

para o ciclo com semeadura em outubro, e

$$PSR_{(d)} = 88,5046 + 12,1497 \cdot d - 0,0913 \cdot d^2 \quad r^2 = 0,9903$$

para o ciclo com semeadura em novembro.

onde,  $PSR_{(d)}$  é a profundidade efetiva do sistema radicular no dia "d" do ciclo da cultura; d é o dia a partir da semeadura (98 e 95 dias).

Para a cultura da soja as funções ajustadas (função da Parábola) para o coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) apresentam a seguinte forma:

$$K_{c(d)} = 0,2900 + 0,0244 \cdot d - 0,000164 \cdot d^2 \quad r^2 = 0,9583$$

para o ciclo com semeadura em outubro, e

$$K_{c(d)} = 0,2600 + 0,0253 \cdot d - 0,000175 \cdot d^2 \quad r^2 = 0,9497$$

para o ciclo com semeadura em novembro.

onde,  $K_{c(d)}$  é o coeficiente de cultivo no dia "d" do ciclo da cultura;

d é o dia a partir da sementeira (102 e 98 dias).

Para a profundidade efetiva do sistema radicular (PSR) da soja obteve-se as seguintes equações:

$$PSR_{(d)} = 75,3494 + 12,4331.d - 0,0904.d^2 \quad r^2 = 0,9923$$

para o ciclo com sementeira em outubro, e

$$PSR_{(d)} = 84,5819 + 12,3299.d - 0,0919.d^2 \quad r^2 = 0,9879$$

para o ciclo com sementeira em novembro.

onde,  $PSR_{(d)}$  é a profundidade efetiva do sistema radicular no dia "d" do ciclo da cultura; d é o dia a partir da sementeira (102 e 98 dias).

As figuras 4.23 e 4.24 a seguir, ilustram o comportamento destas funções e os respectivos valores de entrada a partir dos quais foram obtidas.

#### 4.7.3. BALANÇOS HÍDRICOS PARA AS CULTURAS - CENÁRIO FUTURO

Os balanços para as culturas, então, foram simulados, tendo como entradas climáticas principais, os valores diários de precipitação efetiva, obtidos através da aplicação do método "curve number" aos valores de precipitação diária simuladas (algoritmo de desagregação) e valores de evapotranspiração potencial, estimadas pelo método de PENMAN, a partir dos valores diários de temperatura, simuladas segundo as alterações previstas para o cenário futuro da intensificação do efeito estufa. O cotejo efetuou-se sequencialmente, com intervalo diário, sendo que, para as análises, considerou-se apenas os resultados correspondentes ao período dos ciclos dos cultivos (simulados para o cenário futuro).

Para o ciclo dos cultivos considerou-se as mesmas épocas de sementeira do cenário atual (10 de outubro e 10 de novembro), para ambas as culturas e as durações dos estádios e ciclo total de desenvolvimento iguais em todos os anos, segundo os valores médios estimados contidos nas tabelas 4.17 e 4.18.

#### 4.7.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS CENÁRIOS

Aceitando-se a hipótese da intensificação do efeito estufa,

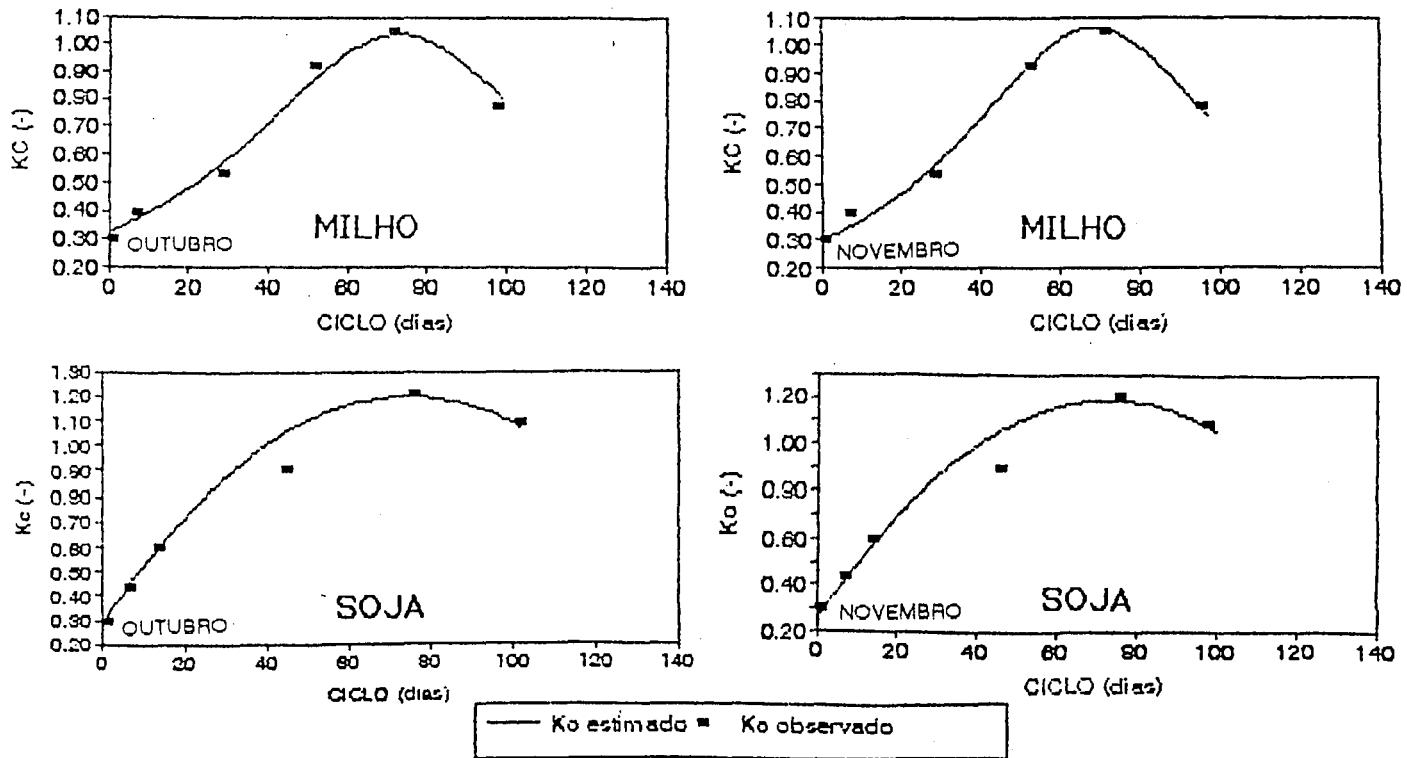


Figura 4.23. Variação do Coeficiente de Cultivo  $K_c$  estimado, durante os ciclos simulados das culturas do Milho e Soja, com semeadura em outubro e novembro, para o cenário futuro.

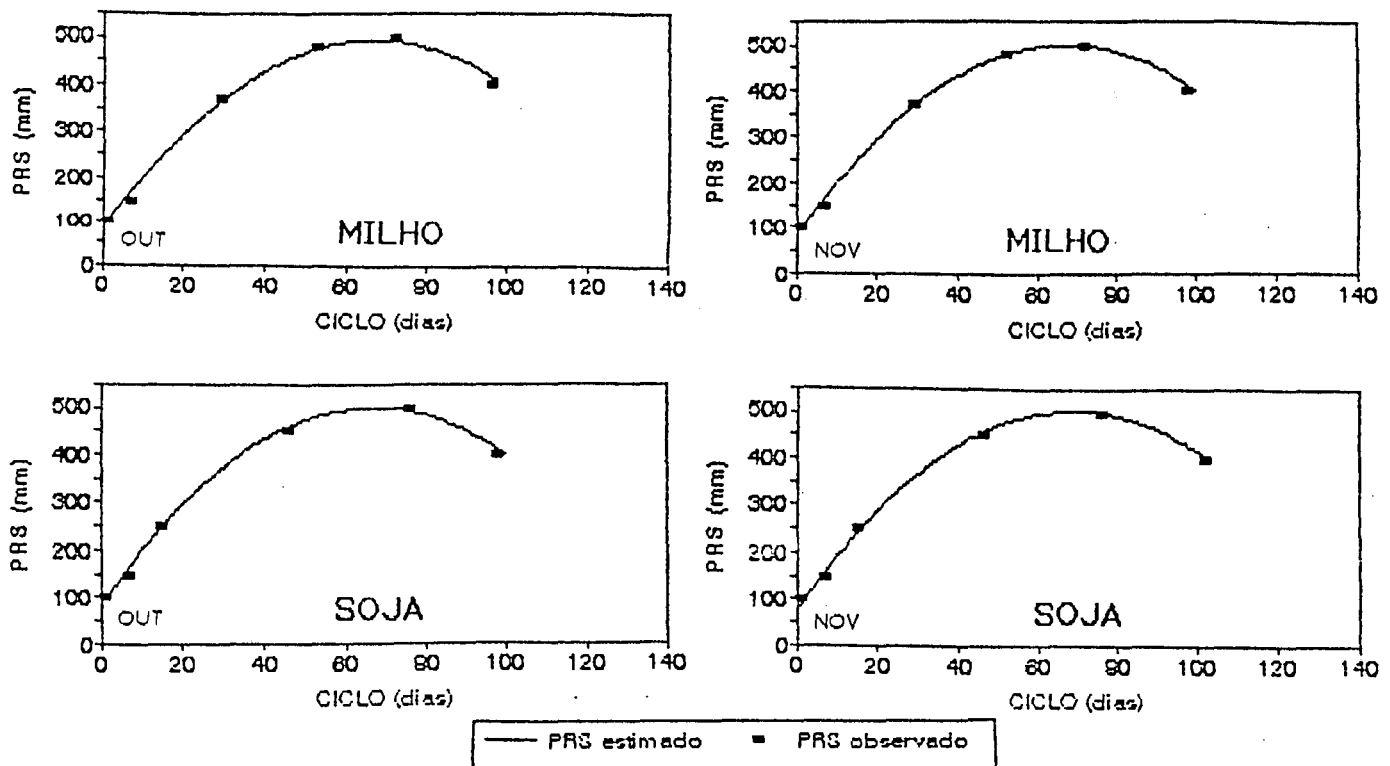


Figura 4.24. Variação da Profundidade Efetiva do Sistema Radicular PRS estimada, durante os ciclos simulados das culturas do Milho e Soja, com semeadura em outubro e novembro, para o cenário futuro.

dois cenários devem ser considerados:

O cenário atual (1x[CO<sub>2</sub>]) representado pela série histórica meteorológica (registros de variáveis meteorológicas de 1980 a 1990), a partir dos quais foram estimados os valores de precipitação efetiva e evapotranspiração potencial para os modelos de balanço hídrico.

O cenário futuro (2x[CO<sub>2</sub>]) representado pelos prognósticos do modelo GISS (alterações de temperatura e precipitação) incorporados nos valores da série histórica atual.

As condições hídricas das culturas para o cenário futuro, são obtidas das simulações dos modelos de balanço hídrico, tendo como entradas climáticas as precipitações efetivas e evapotranspirações potenciais estimadas para o cenário futuro e as inferências sobre o ciclo das culturas (encurtamento).

O impacto da modificação climática, devido a variação da temperatura, na demanda hídrica das culturas, não pode ser avaliado de forma direta, mas sim através da transformação das temperaturas em evapotranspirações e das precipitações diárias em precipitações efetivas.

#### 4.7.5. COMPARAÇÃO ENTRE CENÁRIOS - VARIÁVEIS DE ENTRADA NOS MODELOS DE BALANÇO HÍDRICO.

Os valores de evapotranspiração potencial para o cenário futuro foram calculados considerando apenas as mudanças de temperatura (prognosticadas pelo modelo GISS), sendo que para as demais variáveis adotou-se os mesmos valores do cenário atual. Os valores de evapotranspiração potencial (totais decendiais, mensais e anuais) estimadas para o cenário futuro podem ser observados na tabela 57 do anexo 14.

Estes valores, comparados com o cenário atual (tabela 12 do anexo 7), demonstram um acréscimo médio anual de 15 % na evapotranspiração (1346 mm no cenário atual e 1548 mm no cenário futuro), sendo que os acréscimos decendiais podem ser obtidos na tabela 58 do anexo 14. Cabe aqui salientar que estes resultados são derivados de valores totais decendiais, obtidos pela somatória de valores diários de evapotranspiração em ambos os cenários, sendo que a alteração a nível diário pode apresentar proporções maiores.

Aos valores de precipitação diária estimadas para o cenário futuro, pelo algoritmo de desagregação, aplicou-se o método "curve

number", obtendo-se os valores de precipitação efetiva, que constituem-se nas entradas para os modelos de balanço hídrico. Na tabela 61 do anexo 14 encontram-se os valores totais decendiais de precipitação efetiva, totalizados a partir dos valores diários, que constituem-se nas entradas dos modelos de balanço hídricos para as simulações do cenário futuro.

Na tabela 62 do anexo 14 pode-se verificar as variações decendiais relativas das precipitações efetivas estimadas em relação aos valores do cenário atual (tabela 14 do anexo 7). Através destes valores observa-se uma redução média anual de 1,7 % na precipitação efetiva (1432 mm no cenário atual e 1408 mm no cenário futuro), sendo que nas variações decendiais e mensais observa-se um comportamento variável, apresentando acréscimos em alguns e reduções em outros, decorrentes das inferências propostas pelo modelo GISS incorporadas nos valores diários de precipitação observada. Fazendo a comparação da precipitação total entre os cenários observa-se um decréscimo de 3,6% (1808 mm no cenário atual e 1713 mm no cenário futuro), sendo que as variações mensais são semelhantes as previstas pelo modelo GISS (tabela 60 do anexo 14).

Na figura 4.25 pode-se observar os transcurso decendiais da Evapotranspiração Potencial (equação de Penman), da Precipitação e Precipitação Efetiva nos cenários atual e futuro (médias da série), bem como suas variações relativas.

#### 4.7.6. DEMANDA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA DAS CULTURAS - ET<sub>m</sub> CENÁRIO FUTURO

Neste cenário a demanda de evapotranspiração máxima das culturas (ET<sub>m</sub>) foi obtida através do produto entre a evapotranspiração potencial (ETP cenário futuro) e o coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) ao longo do ciclo das safras simuladas. Nas tabelas 65 e 66 (anexo 15), pode-se observar os valores de evapotranspiração máxima total (mm/período) e média (mm/dia) em cada estágio e ciclo de desenvolvimento para as culturas do milho e soja, estimados para as safras simuladas (cenário futuro) e cujo comportamento médio pode ser analisado na figura 4.26.

Analisando estas tabelas, pode-se observar que a semeadura em

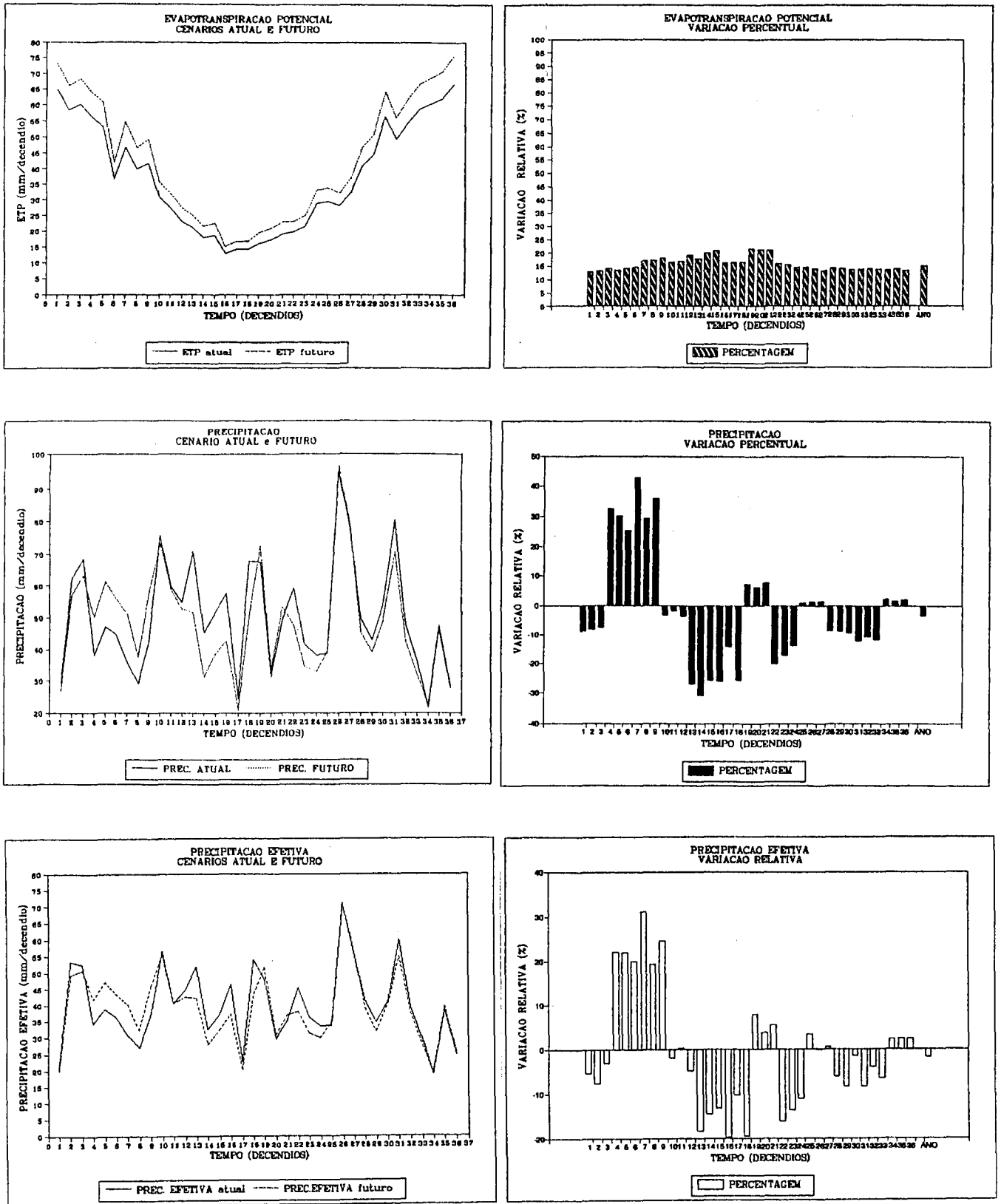


Figura 4.25. Transcursos médios decenciais da Evapotranspiração Potencial (ETP = equação de Penman), precipitação e precipitação efetiva (estimada) para os cenários atuais e futuro e variações relativas (cenários futuro/atual).



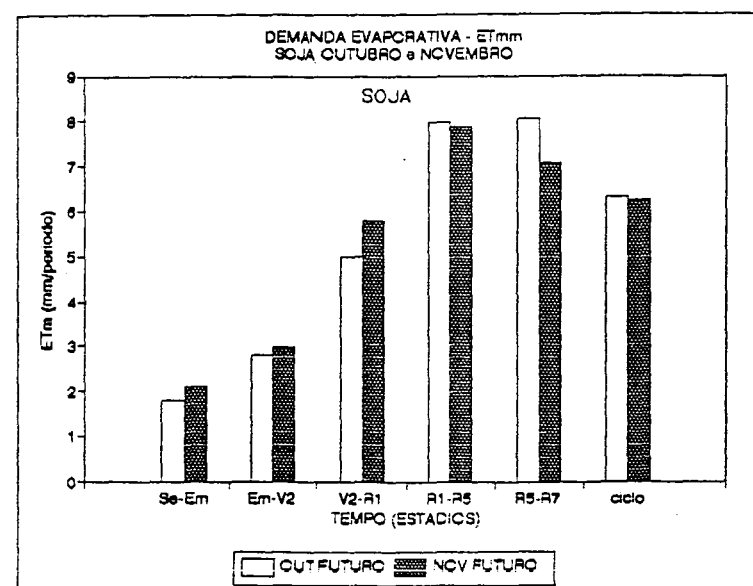
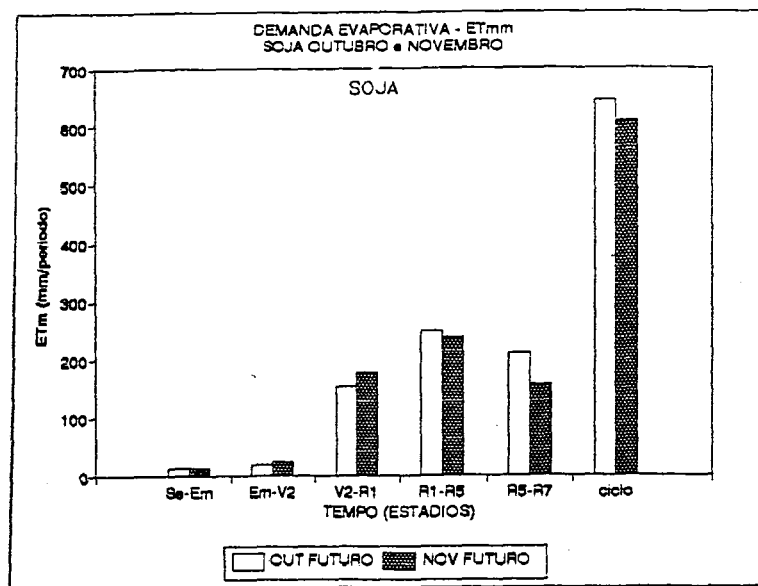
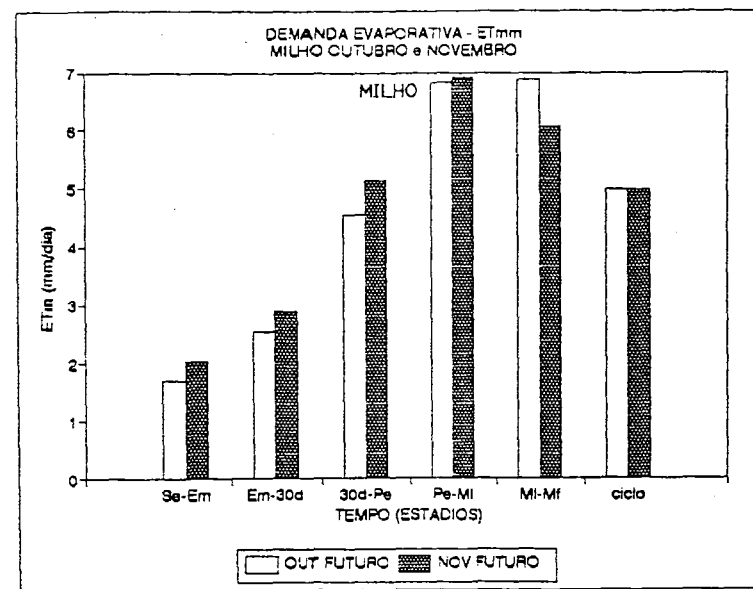
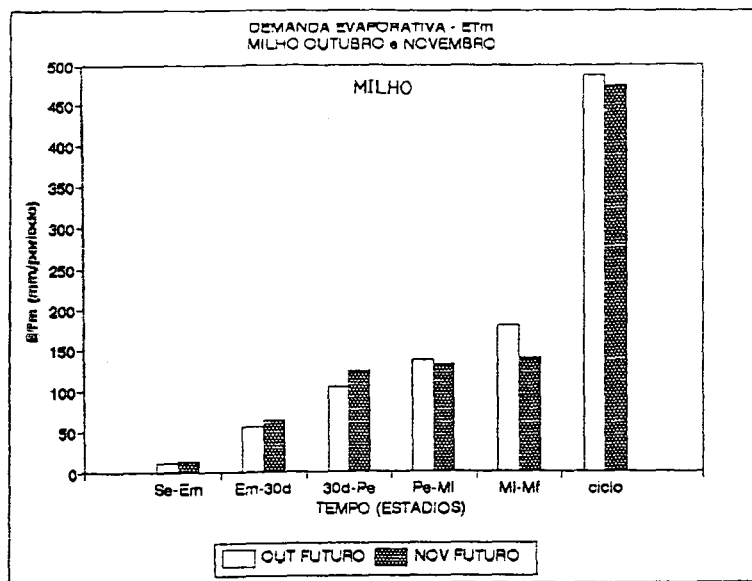


Figura 4.26. Demanda de Evapotranspiração Máxima (ETm) total e média ao longo dos estádios e ciclo das culturas do Milho e Soja nas duas épocas de semeadura para o cenário futuro.

outubro, acarreta em maiores necessidades hídricas para ambas as culturas (em média 487,2 mm/ciclo ou 5,0 mm/dia para o milho e 643,8 mm/ciclo ou 6,3 mm/dia para a soja), quando comparada com a semeadura de novembro (em média 472,8 mm/ciclo ou 5,0 mm/dia e 609,9 mm/ciclo ou 6,2 mm/dia para a soja). Estas discrepâncias podem ser melhor observadas na figura 4.26 a seguir.

Pode-se observar nestas tabelas que nas safras de novembro comparadas com as de outubro as demandas de evapotranspiração são superiores no início (fases vegetativas) e inferiores no final do ciclo (fases reprodutivas) para ambas as culturas.

Esta situação pode ser atribuída ao fato de que nos ciclos das safras com semeadura em outubro, os períodos de maior exigência hídrica das culturas (fases reprodutivas), devido ao suposto encurtamento, confrontam-se diretamente com o período de maior demanda evaporativa da atmosfera (altas temperaturas), resultando em um maior risco de déficit ou stress hídrico e maiores necessidades de irrigação.

#### 4.7.7. COMPARAÇÃO ENTRE CENÁRIOS - DEMANDA HÍDRICA (ETm)

Confrontando os valores de demanda de Evapotranspiração máxima total (ETm) ao longo dos ciclos de desenvolvimento das culturas do Milho e soja nos cenários atual e futuro (tabelas 63, 65 e 67 do anexo 15), observa-se que, para o cenário futuro, a demanda de evapotranspiração total ao longo dos ciclos das culturas apresenta reduções médias de 12,9% (559,2 mm no cenário atual e 487,2 mm no cenário futuro) e 10,3% (527,2 mm no cenário atual e 472,8 mm no cenário futuro) para a cultura do milho nas semeaduras de outubro e novembro, respectivamente, e de 12% (731,6 mm no cenário atual e 643,8 mm no cenário futuro) e 11,5% (689,5 mm no cenário atual e 609,9 mm no cenário futuro) para a soja nas semeaduras de outubro e novembro, respectivamente, porém deve ser levado em conta que os ciclos sofreram reduções em maiores proporções 24,62 e 26,92% para o milho e 24,44 e 27,4% para a soja (semeaduras de outubro e novembro, respectivamente) e que, conseqüentemente, a necessidade hídrica das culturas a nível diário seja maior para este cenário.

Destarte, para melhor comparação entre os cenários, no tocante

A demanda de evapotranspiração das culturas, houve a necessidade de serem calculados os valores médios relativos para cada estágio de desenvolvimento das culturas, pois os mesmos apresentam comprimentos diferentes, decorrentes da intensificação do efeito estufa (encurtamento dos estádios). Então, dividiu-se os valores de Evapotranspiração máxima total de cada estágio e ciclo de desenvolvimento pelo seu respectivo comprimento (dias) para ambos os cenários, obtendo-se valores médios diários (tabelas 64 e 66 do anexo 15), que serão analisados e comparados a seguir.

As maiores demandas médias diárias para o cenário atual são observadas durante o estágio R<sub>4</sub> - R<sub>5</sub> para a soja, com 7,1 e 6,4 mm e para a cultura do milho, no estágio Pe-Ml, com 6,2 e 5,6 mm para as semeaduras de outubro e novembro, respectivamente. Para o cenário futuro (tabela 66) estes estádios apresentam valores ainda maiores 8,0 e 7,9 mm para a soja e, 6,8 e 6,9 mm para o milho.

Estes estádios, corresponde ao período de florescimento e formação da produção (pontos críticos) e a escassez de água nos mesmos pode acarretar em elevados prejuízos na produção destas culturas.

Confrontando os valores médios entre os cenários, verifica-se que os acréscimos (tabela 68 do anexo 15) na demanda de evapotranspiração diária das culturas, devido a intensificação do efeito estufa, foram de 15,6% (4,3 mm/dia no cenário atual e 5,0 mm/dia no cenário futuro) e 22,7% (4,1 mm/dia no cenário atual e 5,0 mm/dia no cenário futuro) para o milho, e de 16,5% (5,4 mm/dia no cenário atual e 6,3 mm/dia no cenário futuro) e 21,9% (5,1 mm/dia no cenário atual e 6,2 mm/dia no cenário futuro) para a soja nas semeaduras de outubro e novembro, respectivamente, sendo que para os estádios, os maiores acréscimos são observados durante as fases finais do ciclo. Estas observações são ilustradas nas figuras 4.27 e 4.28.

#### 4.7.8. CONTABILIZAÇÃO DOS DIAS COM DÉFICIT HÍDRICO DURANTE O CICLO DAS CULTURAS SIMULADOS PARA O CENÁRIO FUTURO

Os valores da contabilização dos dias (não consecutivos) com déficit hídrico, bem como, da soma de suas intensidades diárias durante os estádios de desenvolvimento das culturas do milho e soja, simulados para o cenário futuro (intensificação do efeito estufa), são

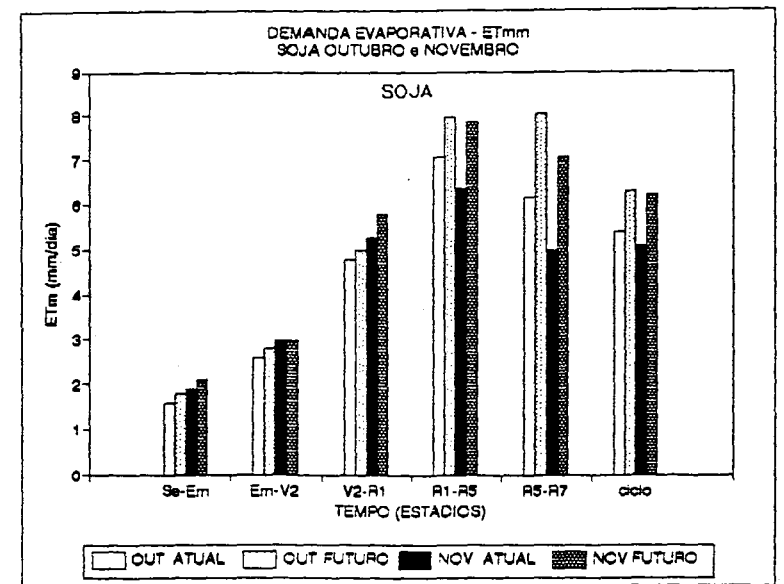
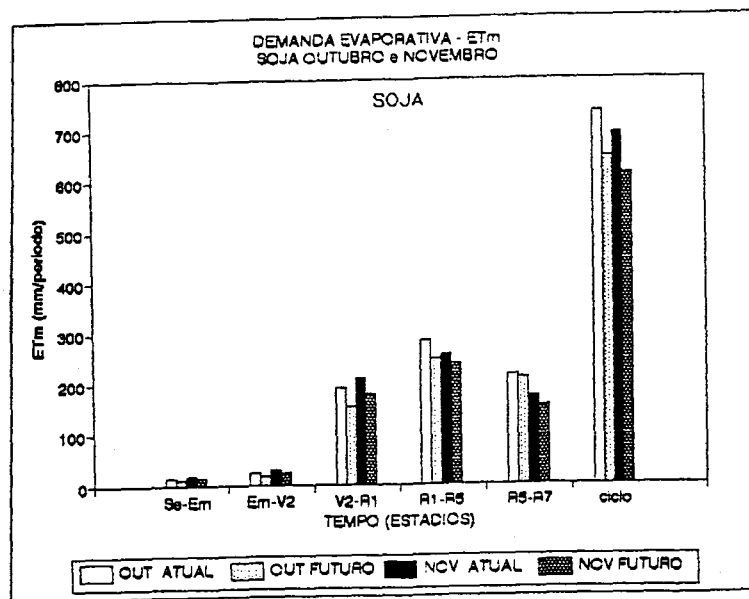
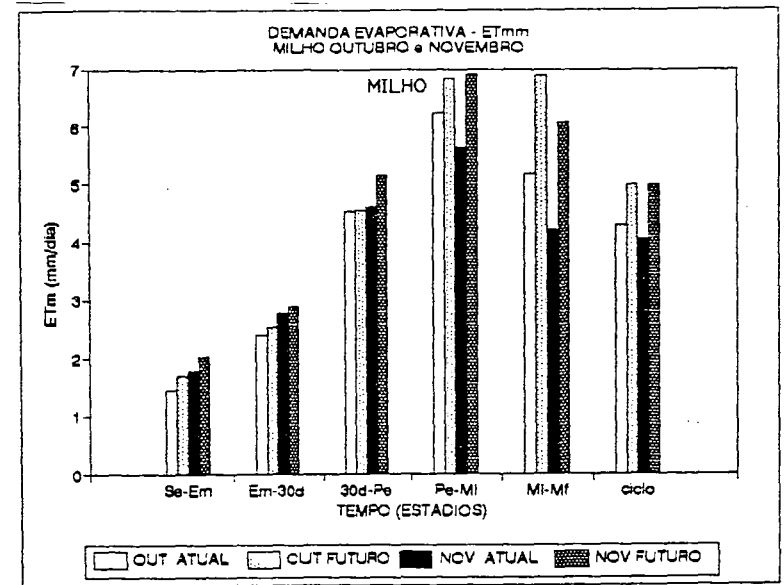
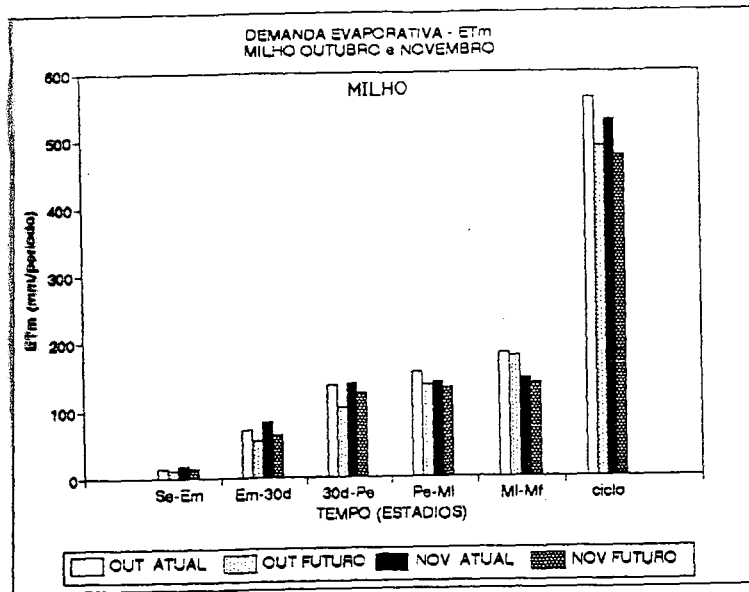


Figura 4.27. Demanda de Evapotranspiração Máxima (ET<sub>m</sub>) total e média ao longo do ciclo das culturas do Milho e Soja nas duas épocas de de semeadura para os cenários atual e futuro.

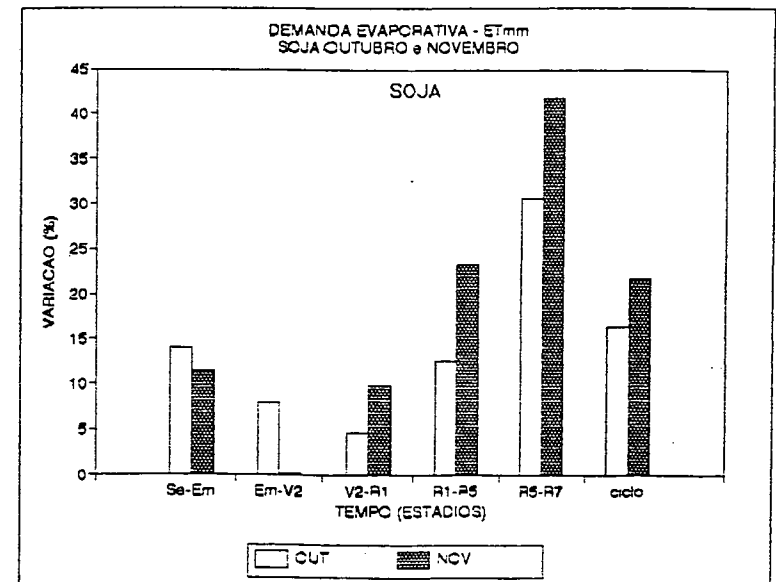
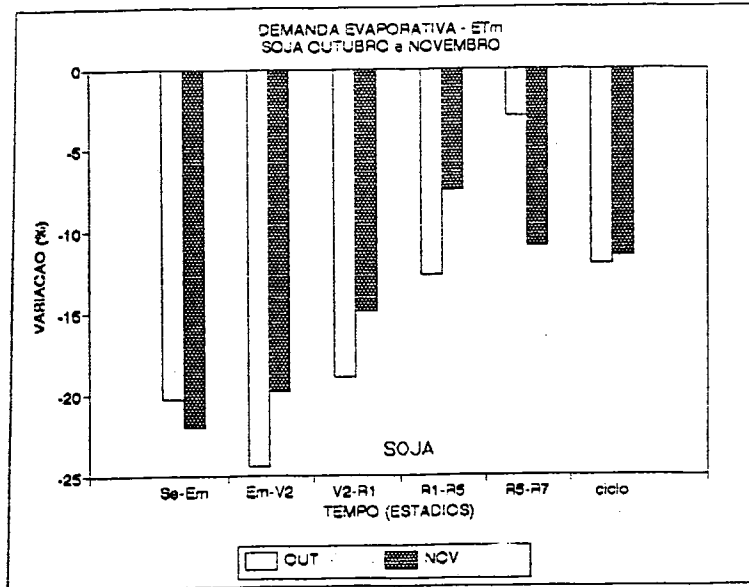
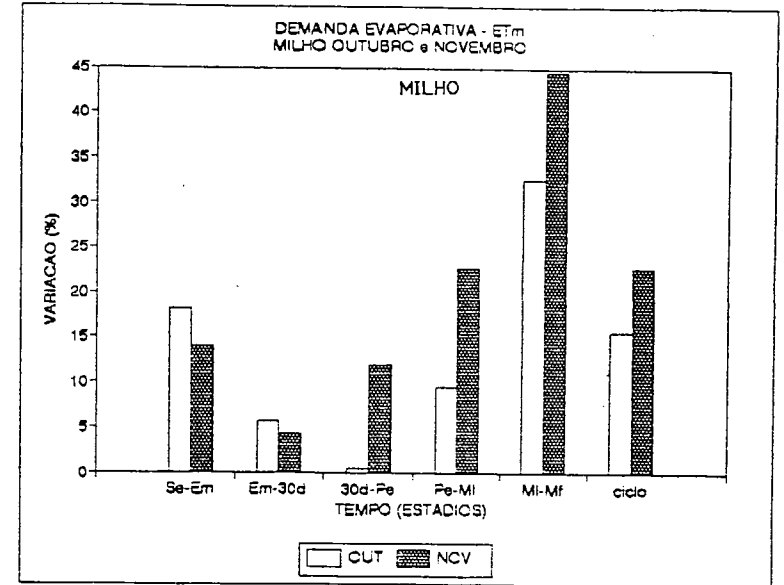
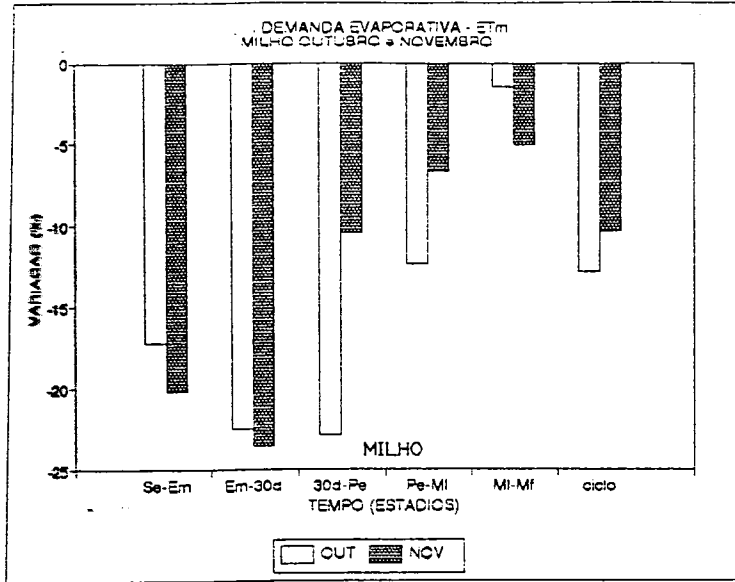


Figura 4.28. Variações relativas das demandas de evapotranspiração máxima total e média entre os cenários para as duas épocas de semeadura (futuro/atuai).

listados nas tabelas 69 a 72 do anexo 16.

Assim, como podemos verificar pelas tabelas, foram obtidas as seguintes relações:

a) Totais de dias com déficit hídrico em cada estágio de desenvolvimento da cultura do milho, durante o ciclo das safras simuladas, para o cenário futuro, em duas épocas de semeadura (outubro e novembro), tabela 69 (anexo 16).

b) Totais de dias com déficit hídrico em cada estágio de desenvolvimento da cultura da soja, durante o ciclo das safras simuladas, para o cenário futuro, em duas épocas de semeadura (outubro e novembro), tabela 71 (anexo 16).

Nestas tabelas pode-se obter o número total de dias (não consecutivos) com ocorrência de déficit hídrico, durante os ciclos das culturas, simulados pelos modelos de balanço hídrico, para o cenário futuro (intensificação do efeito estufa).

Assim por exemplo, para a cultura do milho, na primeira safra simulada para o cenário futuro, com semeadura em outubro, obteve-se no estágio PE-ML (pendoamento à maturação leitosa) 14, 8 e 7 dias nos modelos BHT, BHM e BHB. Já para a semeadura em novembro para o mesmo estágio, obteve-se 11, 6 e 11 dias nos respectivos modelos.

A partir destas tabelas obteve-se os valores percentuais da ocorrência de dias com déficit hídrico nos estádios e ciclos de desenvolvimento das culturas do milho e da soja (tabelas 73 e 75 do anexo 16).

Analisando estas tabelas pode-se observar que a ocorrência proporcional de dias com déficit hídrico nos estádios apresenta um comportamento bastante variável ao longo dos estádios do ciclo das culturas do milho e da soja, decorrente, principalmente, da variabilidade da precipitação nestes períodos.

Na figura 4.29 pode-se observar os totais de dias deficitários (média das safras) ao longo dos estádios e ciclo de desenvolvimento das culturas do milho e soja e suas respectivas porcentagens.

c) Magnitude dos déficit hídrico totais em cada estágio de desenvolvimento da cultura do milho, durante o ciclo das safras simuladas, para o cenário futuro, em duas épocas de semeadura (outubro e novembro), tabela 70 (anexo 16).

d) Magnitude dos déficit hídrico totais em cada estágio de desenvolvimento da cultura da soja, durante o ciclo das safras

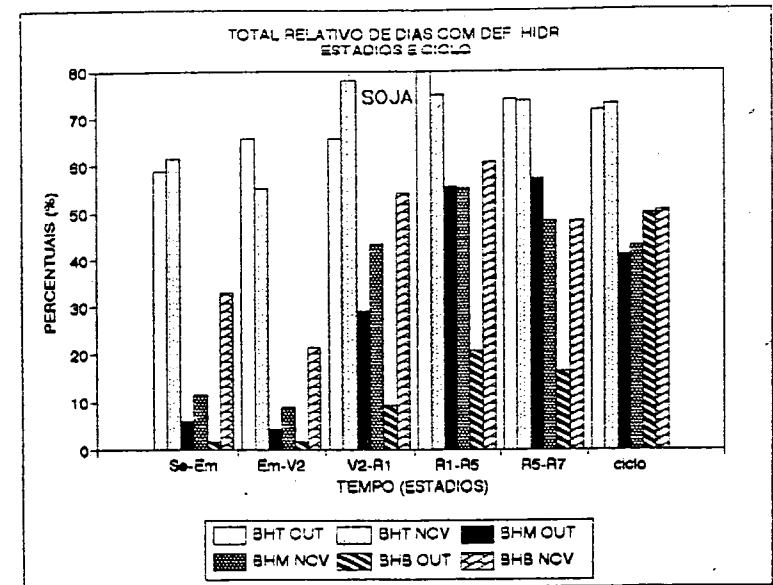
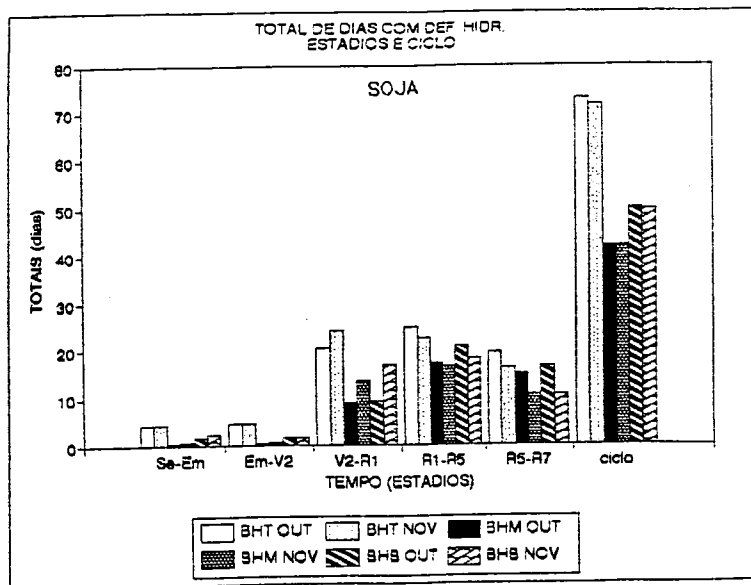
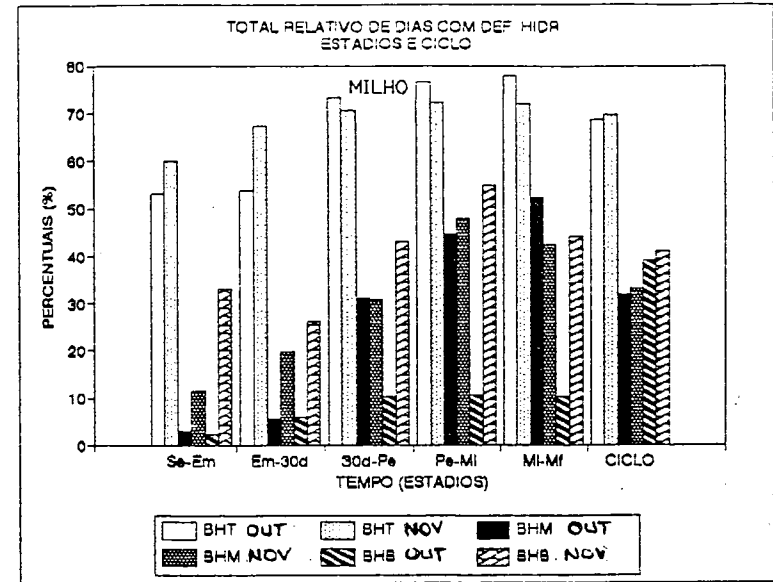
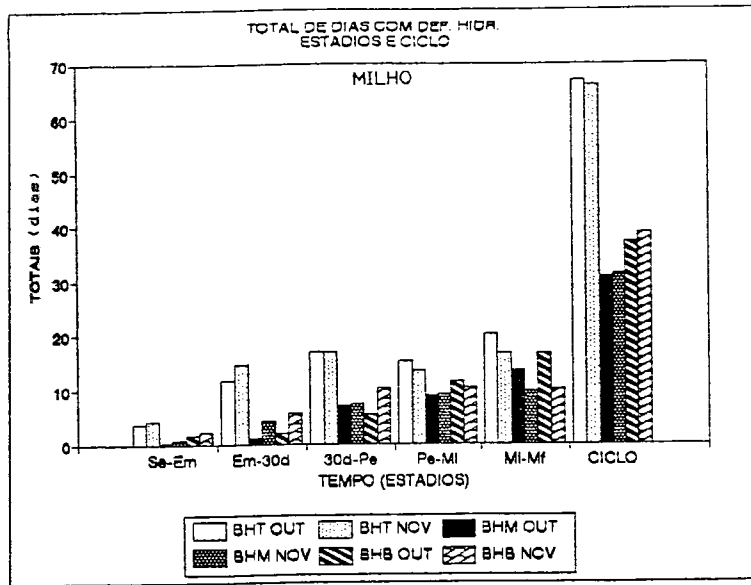


Figura 4.29. Totais e Percentuais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo das culturas do Milho e Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para o cenário futuro.

simuladas, para o cenário futuro, em duas épocas de semeadura (outubro e novembro), tabela 72 (anexo 16).

Nestas tabelas pode-se observar quais os estádios de maior severidade de déficit hídrico (não consecutivos) durante o ciclo das culturas, simulados pelos modelos de balanço hídrico, para o cenário futuro (intensificação do efeito estufa).

Assim por exemplo, para a cultura do milho, na primeira safra simulada para o cenário futuro, com semeadura em outubro, obteve-se, no estádio PE-ML, 26,4, 36,4 e 43,3 mm nos modelos BHT, BHM e BHB. Para a semeadura em novembro obteve-se, 22,6, 24,6 e 72,8 mm nos respectivos modelos.

Analisando as magnitudes médias diárias (tabelas 74 e 76 do anexo 16) observa-se que para a cultura do Milho com semeadura em outubro as maiores intensidades ocorrem durante o estádio que vai da maturação leitosa à maturação fisiológica e para a semeadura em novembro no estádio do Pendoamento à Maturação leitosa. Para a Cultura da soja as maiores intensidades ocorrem durante os estádios que vai do início do enchimento de grãos à maturação fisiológica e do início da floração ao início do enchimento de grãos nas semeaduras de outubro e novembro, respectivamente.

Nestas tabelas pode-se, também, definir qual a melhor época de semeadura, evitando as situações mais críticas e minimizando os riscos de perdas relativos as deficiências hídricas.

Assim por exemplo, analisando os valores destas tabelas (médias da série), observa-se que a semeadura em outubro resulta em uma situação mais crítica do que a semeadura em novembro, em termos de magnitude dos déficits totais e médias, principalmente nas fases finais. Isto ocorre, devido ao fato de que os períodos de maior exigência hídrica das culturas coincidirem com os períodos de maior demanda evaporativa da atmosfera. Isto pode ser melhor observado na figura 4.30 a seguir.

#### 4.7.9. DEFINIÇÃO DO PERÍODO DE MAIOR OCORRÊNCIA E MAGNITUDE DE DÉFICIT HÍDRICO DURANTE O CICLO DAS CULTURAS PARA O CENÁRIO FUTURO

Analisando os resultados obtidos durante os ciclos simulados das culturas (tabelas 69 a 72 do anexo 16), estimados pelos modelos de



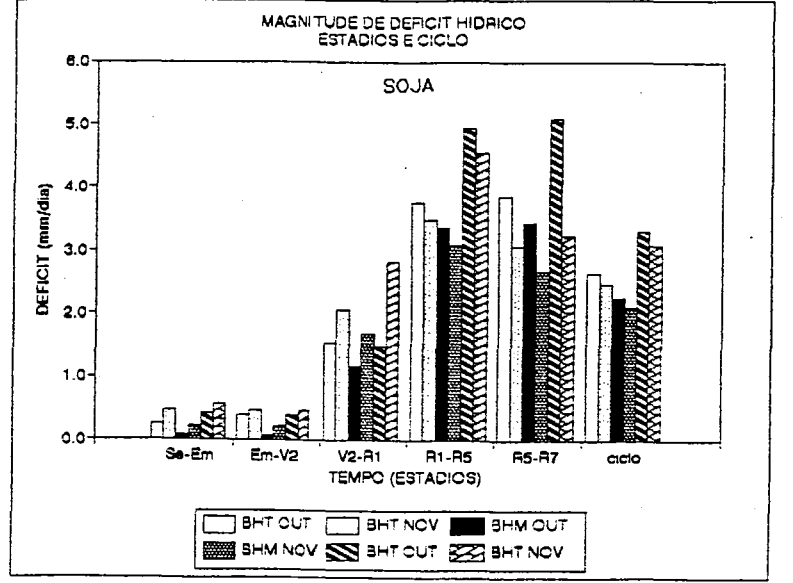
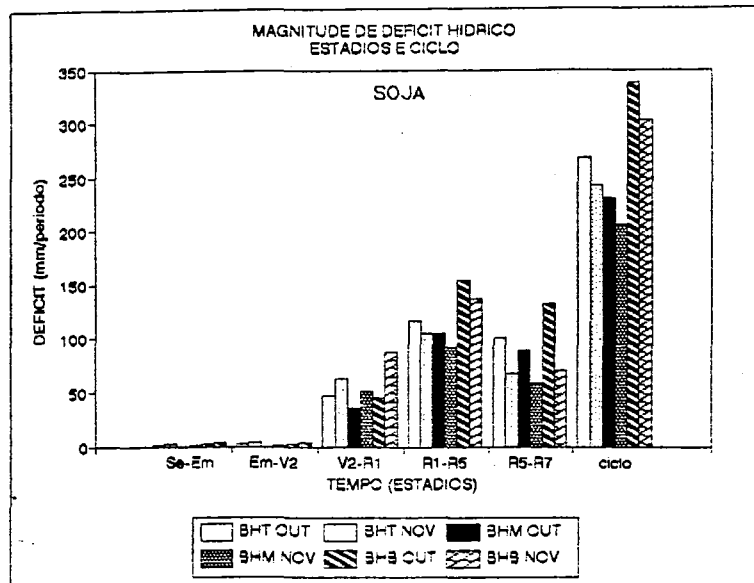
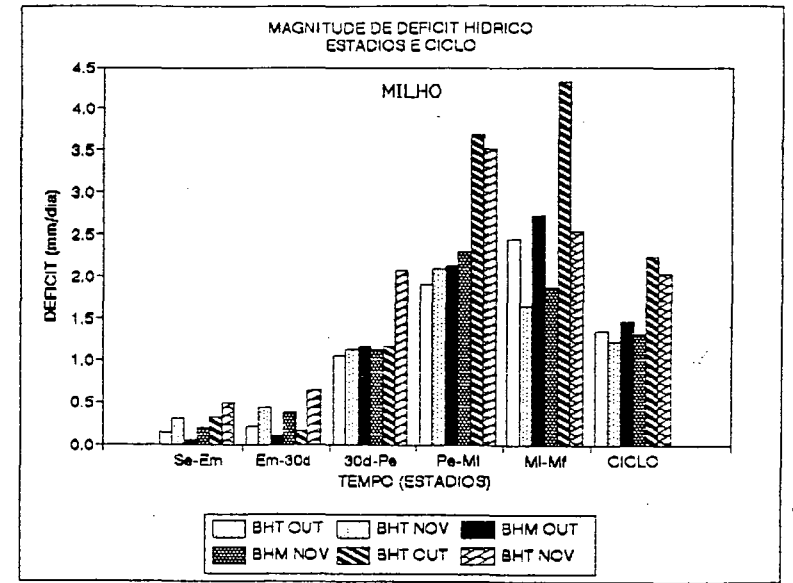
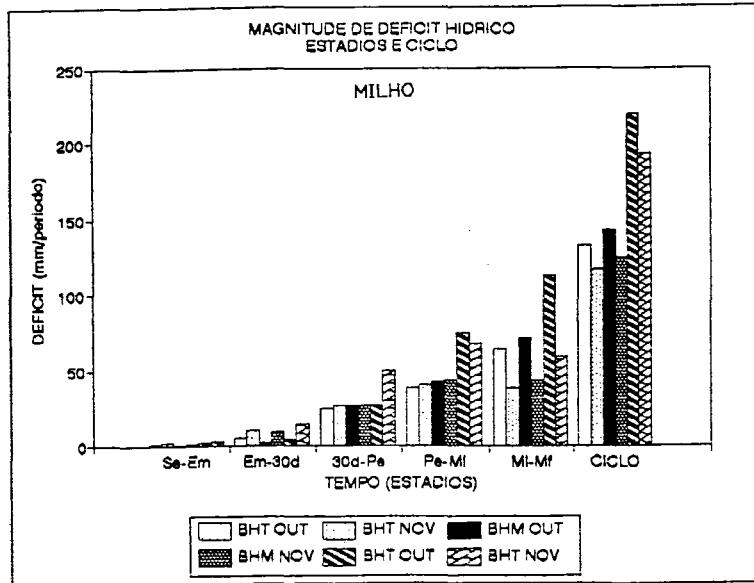


Figura 4.30. Magnitude total e média de déficit hídrico em cada estágio e ciclo das culturas do Milho e Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para o cenário futuro.

balanço hídrico para o cenário futuro (intensificação do efeito estufa), pode-se observar quais os períodos de maior severidade à nível de ocorrência de dias com déficit hídrico, bem como, das magnitudes dos déficits, para as culturas nas duas épocas de semeadura.

Assim sendo, podemos inferir que, para a cultura do milho, o estágio que evidencia-se pela maior ocorrência de déficit hídrico, apresentando também as maiores magnitudes de déficit, corresponde ao período das fases de maturação leitosa até a maturação fisiológica para a semeadura em outubro, e do pendoamento à maturação leitosa para a semeadura em novembro.

Para a cultura da soja, com semeadura em outubro, a maior ocorrência de dias deficitários corresponde ao estágio do início da floração ao início da formação da produção estimados nos modelos BHB e BHT e para o início da formação da produção até a maturação fisiológica no modelo BHM. Para a semeadura em novembro, o estágio que vai do início da floração ao início da formação da produção apresentou a maior ocorrência de dias com déficit hídrico. Quanto as magnitudes a maior severidade ocorreu durante os estádios início da formação da produção à maturação fisiológica para a semeadura em outubro e início da floração ao início da formação da produção para a semeadura em novembro.

Destarte, pode-se inferir que em decorrência do possível encurtamento dos ciclos destas culturas para o cenário futuro, suas fases finais do ciclo de desenvolvimento irão coincidir diretamente com os períodos de maior demanda evaporativa da atmosfera, o que torna a situação bastante crítica (principalmente durante o florescimento), demandando uma maior quantidade de água para suprir suas necessidades fisiológicas, que certamente terá que ser adicionada através da irrigação com maiores taxas (intensidades). Neste contexto, a irrigação então passará a ser uma prática necessária e não alternativa, como acontece agora para o cenário atual, concorrendo pelo uso da água com os outros setores da atividade humana.

Estas observações ficam melhor evidenciadas na figura 4.30.

#### 4.7.10. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS MODELOS ENTRE OS CENÁRIOS

Através da análise das tabelas 69 a 76 (anexo 16), pode-se in-

ferir que, o número total de dias com déficit hídrico ao longo dos estádios e ciclo das culturas apresenta um comportamento variado, principalmente devido aos diferentes comprimentos destes estádios (encurtamento) e a grande variabilidade da ocorrência de precipitações nestes períodos e cenários. Analisando em termos relativos da ocorrência de dias deficitários (diferenças percentuais) ao longo dos ciclos de desenvolvimento nos cenários, observa-se para a cultura do milho com semeadura em outubro, acréscimos de 4,6; 7,6 e 7,1 % (64,4; 25,2 e 31,9% no cenário atual e 69,0; 32,8 e 39,0% no cenário futuro) nos modelos BHT, BHM e BHT, respectivamente; e para a semeadura em novembro 2,5; 9,4 e 9,1 % (67,0; 23,8; e 32,1% no cenário atual e 69,5; 33,2 e 41,2% no cenário futuro) nos referidos modelos de B.H.

Para a cultura da soja os acréscimos percentuais foram de 2,4; 7,8 e 6,5% (69,7; 33,1 e 42,3% no cenário atual e 72,1; 40,9 e 48,8% no cenário futuro) para a semeadura de outubro; e 1,5; 10,2 e 6,2% (71,6; 32,7 e 44,3% no cenário atual e 73,1; 42,9 e 50,5% no cenário futuro) para a de novembro, estimados pelos modelos BHT, BHM e BHB, respectivamente.

Já para as magnitudes totais ao longo dos ciclos totais de desenvolvimento das culturas, os acréscimos observados apresentam os seguintes valores:

Para o ciclo do milho obteve-se em média 5,5; 11,2 e 6,3 % para a semeadura em outubro (125,0; 127,6 e 206,6 mm/ciclo no cenário atual e 131,9; 141,9 e 219,6 mm/ciclo no cenário futuro); e 11,0; 26,3 e 15,9% (103,5; 96,7 e 167,5 mm/ciclo no cenário atual e 114,9; 122,1 e 194,1 mm/ciclo no cenário futuro) para a semeadura em novembro, obtidos nos modelos BHT, BHM e BHB, respectivamente.

Para a soja obteve-se em média 2,4; 9,3 e 3,2% (261,5; 210,7 e 326,9 mm/ciclo no cenário atual e 267,7; 230,4 e 337,2 mm/ciclo no cenário futuro) para a semeadura em outubro; e 3,0; 15,7 e 3,1% (233,8; 178,1 e 293,1 mm/ciclo no cenário atual e 240,9 206,0 302,2 mm/ciclo no cenário futuro) para a semeadura em novembro, nos modelos BHT, BHM e BHB, respectivamente. Cabe aqui lembrar que os ciclos do cenário futuro sofreram reduções (encurtamento dos estádios) e que a nível diário os acréscimos são ainda maiores, como será visto a seguir.

Então analisando em termos de magnitude média diária (intensidade de déficit) para o ciclo total da cultura do milho obteve-se 40,6; 48 e 40,9% de acréscimos nas intensidades dos déficits para a

semeadura em outubro (0,96; 0,98 e 1,59 mm/dia no cenário atual e 1,35; 1,45 e 2,24 mm/dia no cenário futuro); e 51,2; 73 e 58,1% para a semeadura em novembro (0,8; 0,74 e 1,29 mm/dia no cenário atual e 1,21; 1,28 e 2,04 mm/dia no cenário futuro) estimadas nos modelos BHB, BHM e BHT, respectivamente.

Para a cultura da soja os acréscimos na intensidade dos déficits foram de 35,1; 44,9 e 36,8% para a semeadura em outubro (1,94; 1,56 e 2,42 mm/dia no cenário atual e 2,52; 2,26 e 3,31 mm/dia no cenário futuro); e 42,2; 59,1 e 41,9% para a semeadura em novembro (1,73; 1,32 e 2,17 mm/dia no cenário atual e 2,46; 2,10 e 3,08 mm/dia no cenário futuro) estimados pelos modelos BHB, BHM e BHT, respectivamente.

As figuras 4.31 e 4.34 ilustram o exposto acima.

Estes valores evidenciam a necessidade de maiores quantidades e taxas de irrigação para que as culturas mantenham suas produtividades e a viabilidade da atividade agrícola na região.

Neste contexto podemos inferir que, possivelmente:

Estas culturas deverão ser exploradas em outras épocas do ano (datas de semeaduras diferentes às analisadas), fazendo com que seus ciclos de desenvolvimento não coincidam com as altas demandas evaporativas; seguindo este ponto de vista, pode-se imaginar que as culturas estivais poderão ser semeadas no "inverno" e as culturas hibernais serem deslocadas para maiores latitudes.

Cultivares mais adaptadas às condições hídricas adversas deverão ser estudadas pelos fitotecnistas.

Sistemas de irrigação mais eficientes serão necessários.

A água será um fator de produção bastante concorrido.

Este panorama é meramente especulativo, mas vários estudos evidenciam a grande possibilidade do aumento da temperatura e não há nenhuma dúvida do aumento das taxas de CO<sub>2</sub>. Por estas razões, este tipo de estudo, mesmo sujeito a limitações, passa a ter grande importância, para que medidas preventivas possam ser planejadas no cenário do uso dos recursos hídricos, antecipando às modificações, minimizando seu possível impacto.

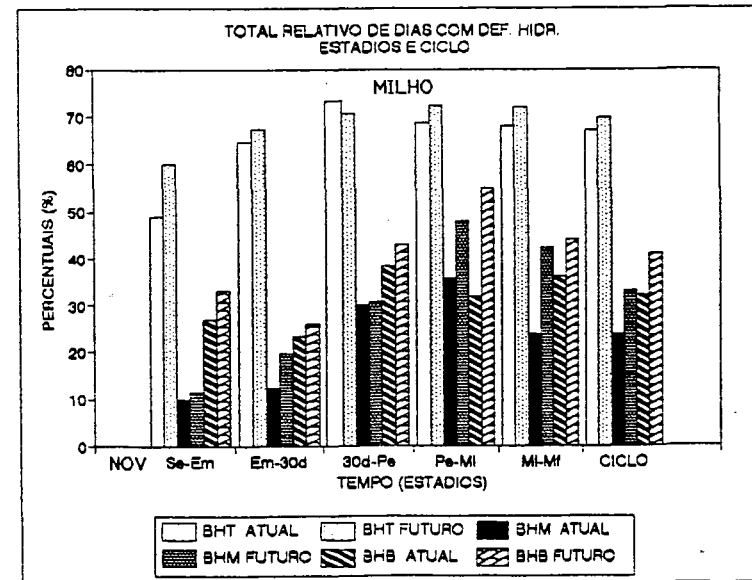
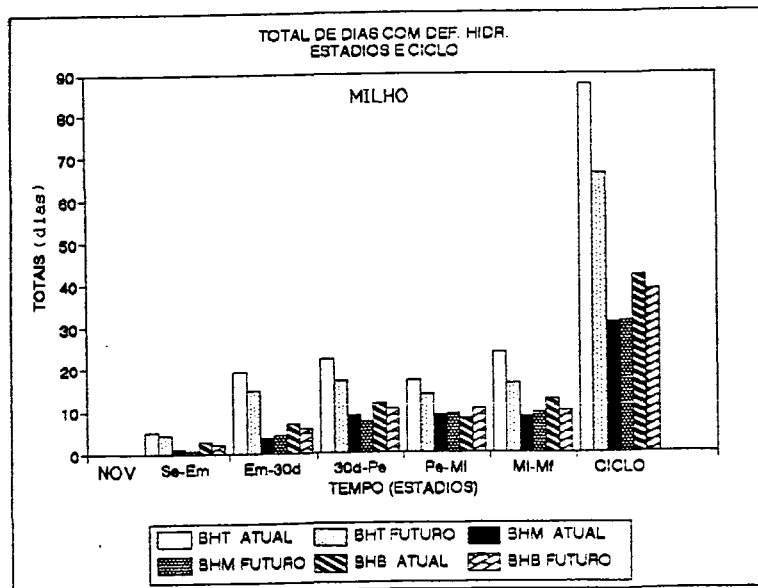
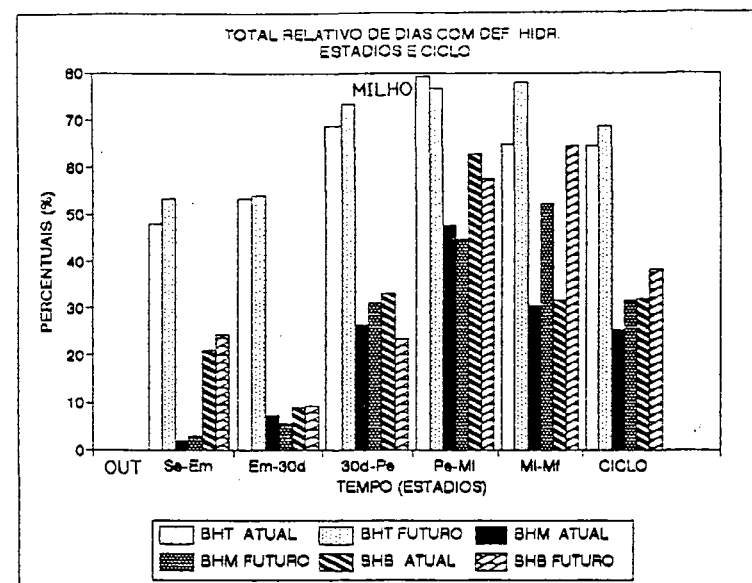
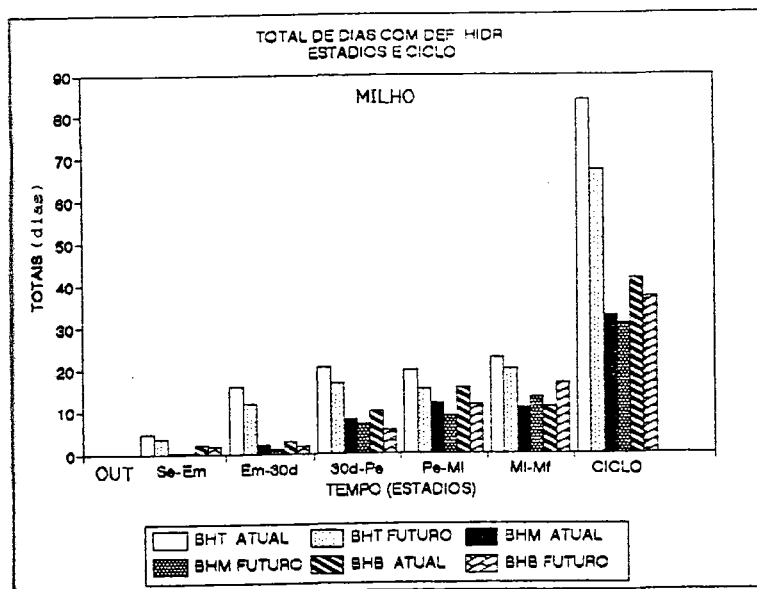


Figura 4.31. Totais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura do Milho em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para os cenários atual e futuro e variações relativas.

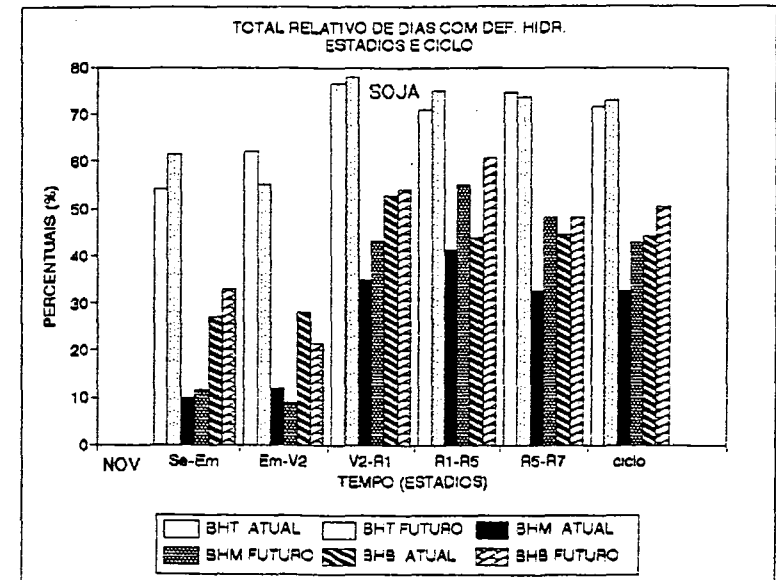
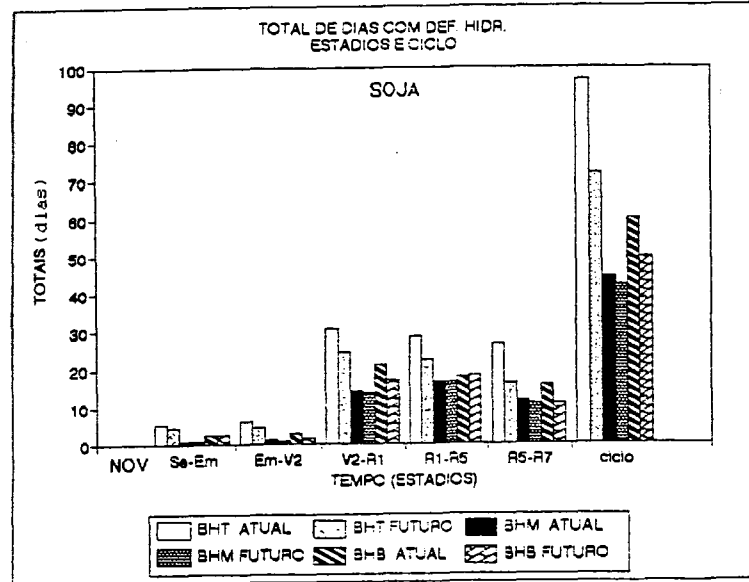
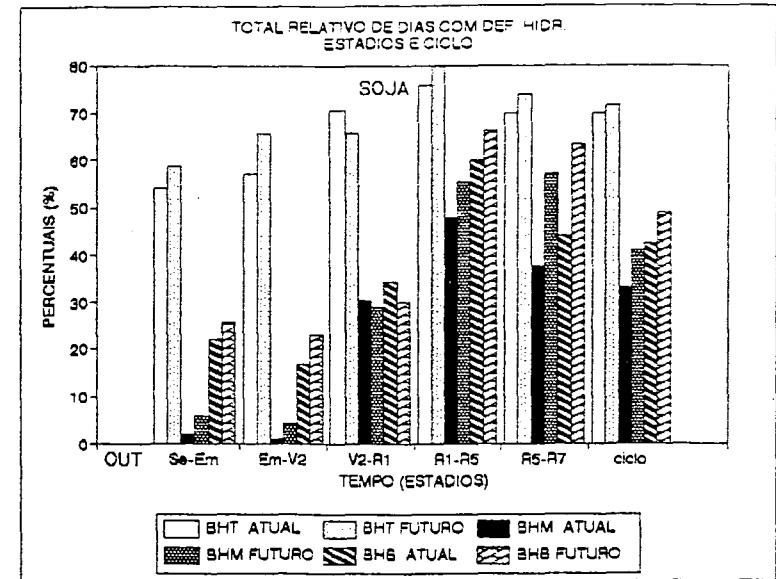
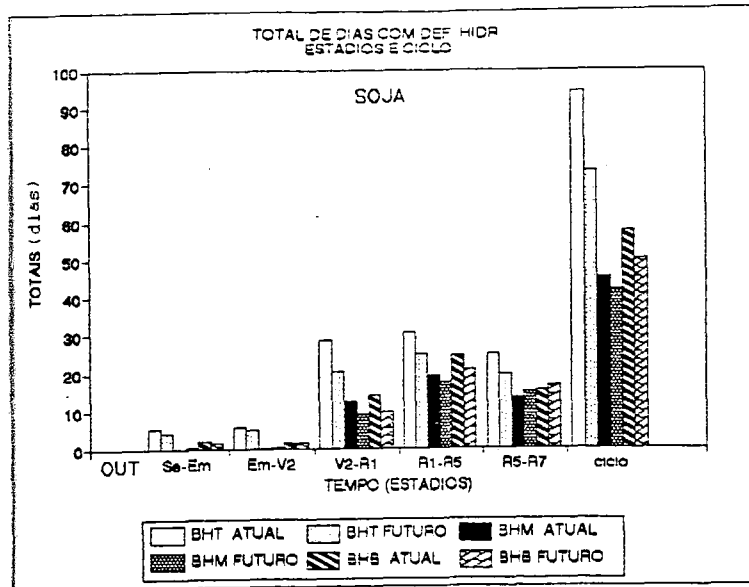


Figura 4.32. Totais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura da Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para os cenários atual e futuro e variações relativas.

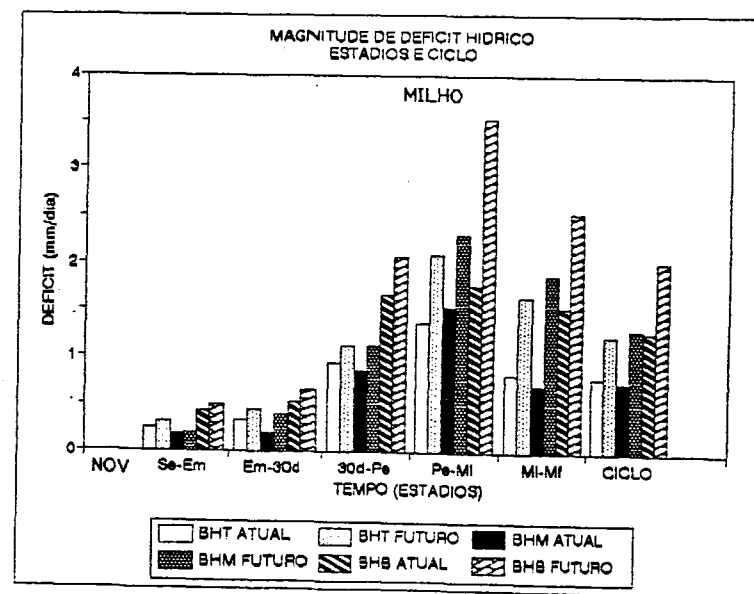
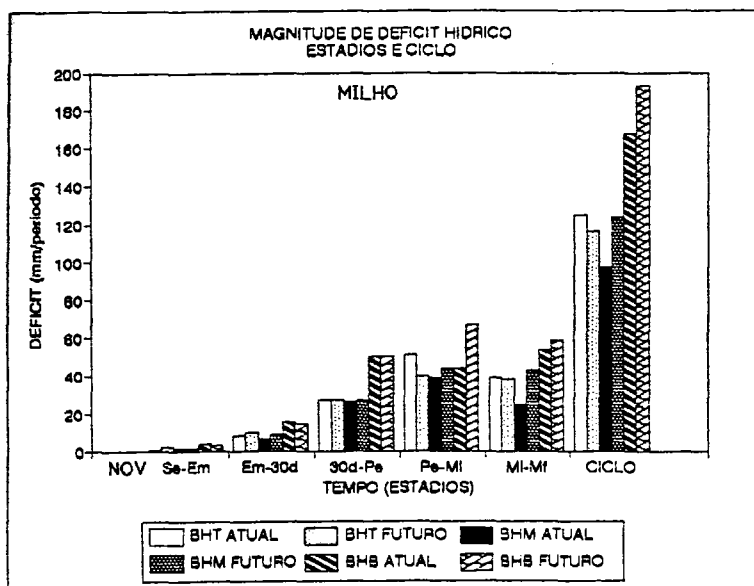
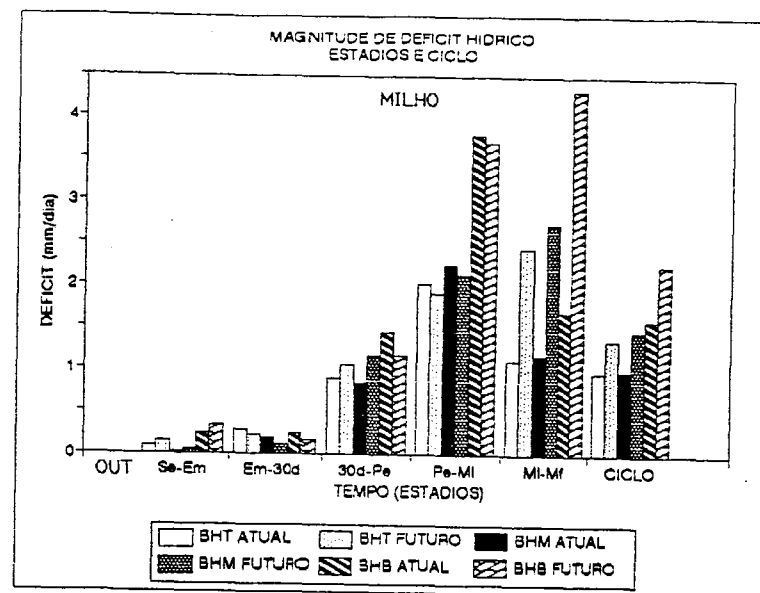
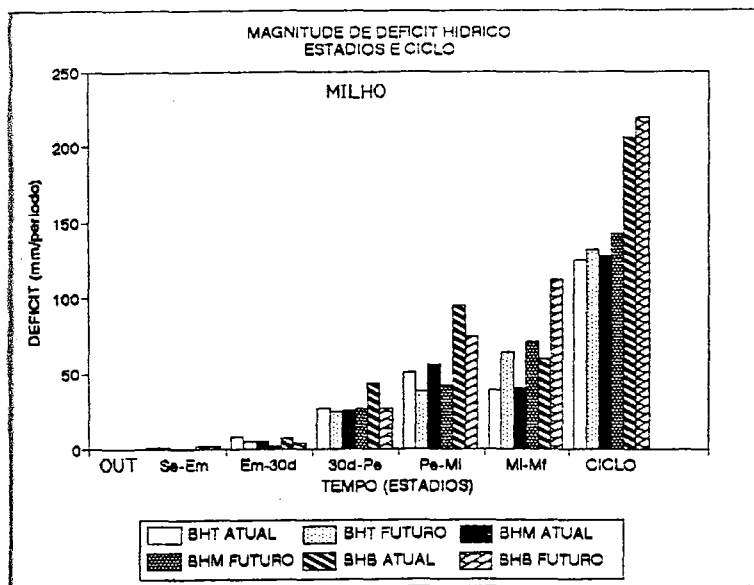


Figura 4.33. Magnitude total e média de déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura do Milho em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para os cenários atual e futuro.

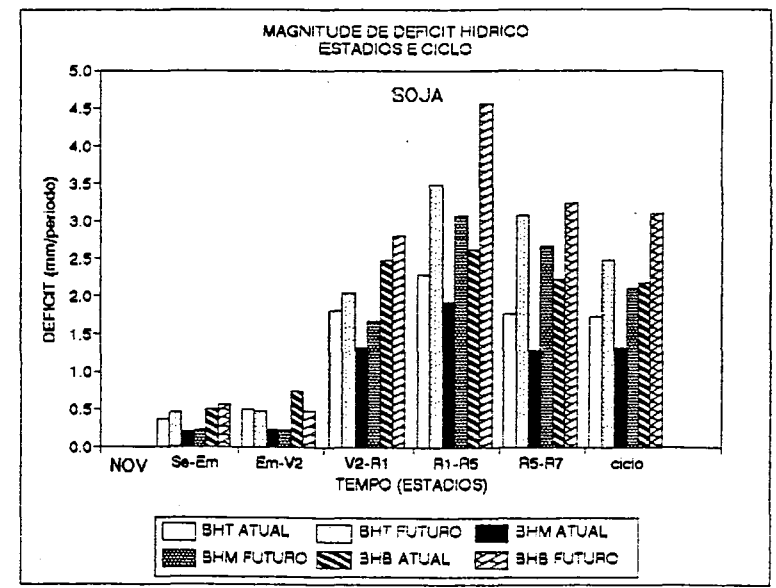
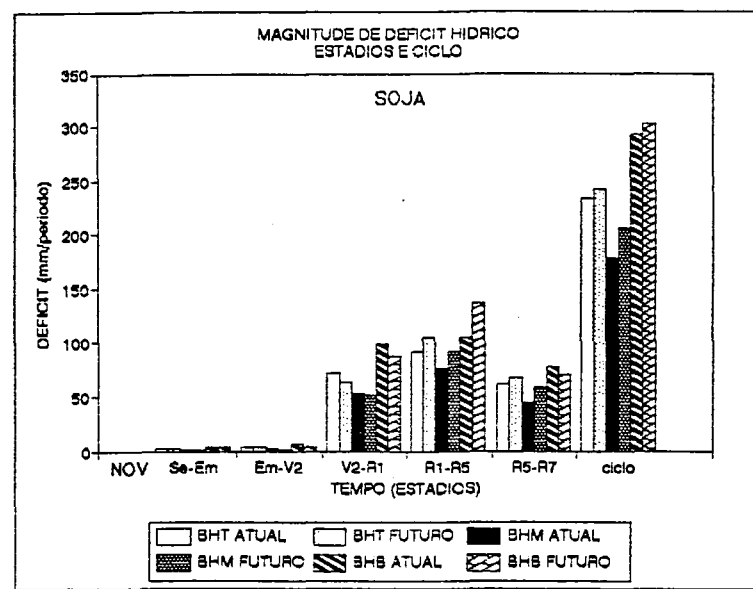
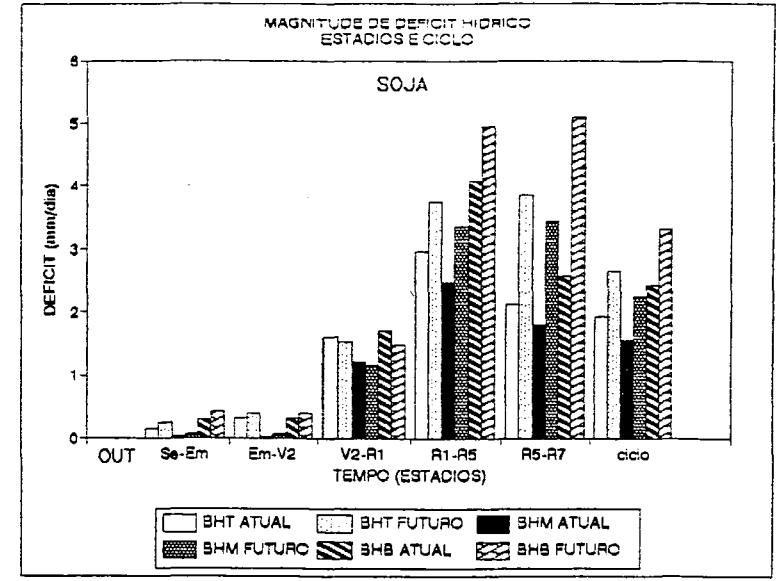
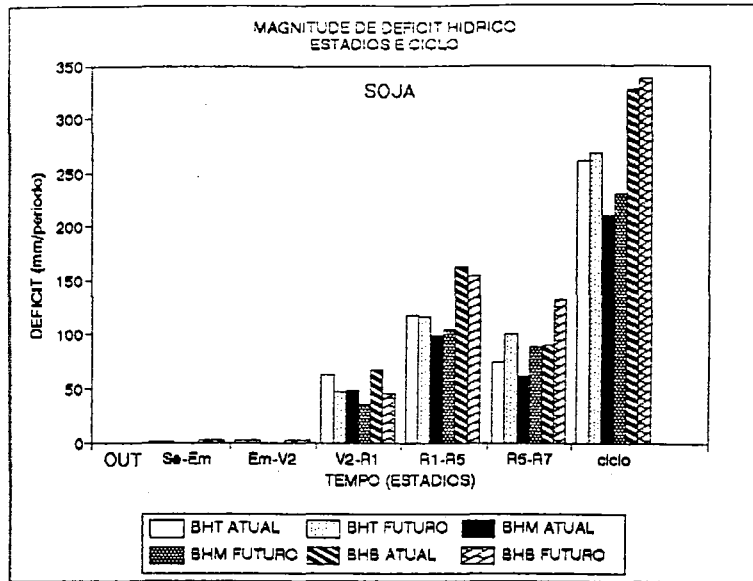


Figura 4.34. Magnitude total e média de déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura da Soja em duas épocas de semeadura, estimados pelos modelos de Balanço Hídrico para os cenários atual e futuro.



## 5. CONCLUSÕES

Tomando por base os resultados obtidos pelas equações de estimativa da evapotranspiração potencial "ETP" mediante os critérios de paralelismo e concordância tendo como referência as observações de evaporação do tanque classe A, podemos concluir que:

A equação de Penman demonstrou as melhores estimativas nos intervalos de cálculo diário, quinidial e decendial.

Para o intervalo mensal a equação de Ivanov obteve uma melhor performance em relação à de Penman nos critérios de desempate.

As equações de Blaney-Criddle, Hargreaves e Thornthwaite, que baseiam-se, principalmente, na temperatura, não apresentaram bons resultados, classificando-se nos últimos lugares, em todos os intervalos de estimativa.

A equação de Jensen-Haise apresentou resultados satisfatórios principalmente nos intervalos quinidial, decendial e mensal.

A equação de Penman, devido ao seu bom desempenho em todos os intervalos de estimativa, foi selecionada para compor as entradas nos modelos agro-hidrológicos de balanço hídrico.

Considerando os resultados da contabilização dos déficits hídricos através dos modelos de balanço hídricos realizados para a bacia hidrográfica sem cultura específica, evidenciando as distinções na modelagem da extração de umidade da água no solo (teorias), podemos concluir:

Existem diferenças significativas entre os resultados dos modelos, tanto no que se refere a ocorrência como na magnitude dos déficits hídricos estimados, que podem ser atribuídas as distintas teorias da extração de umidade do solo, em que se baseiam tais modelos de balanço hídrico.

O modelo de THORNTHWAITE & MATHER, baseando-se na teoria de THORNTHWAITE, apresentou os maiores resultados no número de dias com ocorrência de déficits hídricos.

O modelo BALHIDRO SIMPLIFICADO, baseando-se na teoria de

VIEHMEYER & HENDRICKSON, apresenta maiores valores de magnitude de déficits nas épocas secas e prolongadas.

O modelo MODIFICADO, baseando-se em ambas as teorias, apresenta valores semelhantes aos do modelo de THORNTHWAITTE & MATHER durante os períodos secos e aos do modelo BALHIDRO nos períodos úmidos.

Através destes modelos pode-se concluir que:

O período de maior severidade dos déficit hídricos corresponde os meses de dezembro (1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> decêndios) e janeiro (1<sup>o</sup> decêndio), tanto em ocorrência (dias) como em magnitude (mm), porém com diferentes valores dos modelos de B.H..

Nos modelos de B.H. para as culturas, pode-se concluir que:

A situação mais crítica ocorreu quando os períodos de maior exigência hídrica das culturas (florescimento e formação da produção) coincidiram com aqueles de maior demanda evaporativa da atmosfera (3<sup>o</sup> decêndio de dezembro e 1<sup>o</sup> decêndio de janeiro) e com frequentes escassez de chuva, fato evidenciado nas safras com semeadura em outubro para ambas as culturas (Milho e Soja) no cenário atual.

Aceitando-se a hipótese da intensificação do efeito estufa e analisando as simulações efetuadas para o cenário futuro, podemos inferir que:

O acréscimo nas temperaturas provocará um aumento da soma térmica da atmosfera, encurtando o ciclo das culturas.

As alterações no regime das precipitações, com épocas secas mais prolongadas, o aumento da demanda evaporativa da atmosfera (aumento da temperatura), e conseqüentemente, a maior exigência hídrica das culturas, ocasionarão acréscimos nas quantidades e taxas de irrigação. A irrigação, nesta região, poderá passar a ter um caráter obrigatório e não suplementar, como no cenário atual, concorrendo com o abastecimento doméstico e outros usos.

Os modelos de balanço hídricos estimam acréscimos de necessidades de irrigação (mm/ciclo) na faixa de 5 a 27% para a cultura do Milho e 2 a 16% para a cultura da Soja (acrécimos da magnitude dos déficits), sendo que, em decorrência do encurtamento dos ciclos de desenvolvimento das culturas (devido à intensificação do efeito estufa) as intensidades dos déficits (mm/dia) apresentaram significantes acréscimos que variam de 40 a 73% para a cultura do Milho e 35 a 59% para a cultura da Soja. Estes acréscimos foram maiores nos ciclos com semeadura em novembro.

## 6. RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas dificuldades foram encontradas, principalmente, quanto a disponibilidade de dados fenológicos das culturas para o local dos estudo; na incorporação das variáveis meteorológicas a nível diário para a extensão da série, o que levou-nos a optar por procedimentos alternativos, com algumas limitações.

Deve ser mencionada, também, a grande dificuldade, pela falta da boa vontade de algumas pessoas, para a obtenção dos registros das variáveis meteorológicas, junto aos órgãos "públicos" competentes que detem sua posse (só para eles?), dificultando a cessão dos mesmos, os quais deveriam estar a disposição de todos e, principalmente das entidades de pesquisa (também órgãos públicos), para seus estudos, e não ficar entregue as traças, pois estas não realizam pesquisas mais sim os destroí, perdendo-se informações importantes, que poderiam ter uma relevante finalidade.

Os resultados da simulação para o cenário futuro ficam prejudicados devido: o tamanho da série disponível; incertezas do algoritmo de desagregação usado para a incorporação das variações climáticas na extensão das séries para o cenário futuro; falta de informações sobre o comportamento fenológico e fisiológico das culturas (ciclo, Kc e PSR), além de outras; as incertezas nos prognósticos dos modelos MCGs para as variações do clima.

Os modelos MCGs, são limitados e provavelmente serão atualizados nos próximos anos. Os resultados obtidos poderão se alterar com base em prognósticos de clima mais confiáveis.

Os resultados obtidos para o cenário futuro são simples investigações sobre o clima do próximo século em parte da bacia do Rio Uruguai e entretanto, poderão se tornar em previsões mais confiáveis a medida que os modelos MCGs reduzam as incertezas e limitações existentes em seus prognósticos.

Estes resultados, mesmo sujeitos a limitações devem ser analisados para que medidas preventivas possam ser planejadas no contexto do uso dos recursos hídricos e agrícolas naquela região.

Recomenda-se portanto, a validação dos modelos de balanço hídrico para o local do estudo, para que se possa conhecer qual o mais adequado para esta região.

Recomenda-se a realização de estudos utilizando-se a técnica do balanço hídrico agro-hidrológico, adotando-se outras condições no que se refere as épocas de semeaduras e comprimento do ciclo das culturas.

Recomenda-se a extensão deste tipo de estudo para outras culturas e regiões.

Sabe-se que a atividade agrícola depende das interações ligadas a variabilidade das condições do meio e notadamente as diversidades climáticas. Espera-se que os resultados aqui obtidos tenham significativa importância, e que venham a contribuir para melhorar o planejamento agrícola destas culturas, aumentando suas produtividades e minimizando os custos de produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, D. J. 1985. Determinação da Evapotranspiração Potencial Decidial de Dourados, MS, por meio de métodos indiretos. Dourados, EMBRAPA-UEPAE Dourados, 35p. (EMBRAPA-UEPEAE. Documentos, 16).
- AGUINSKY, S. D.; DORFMAN, R. & MATZENAUER, R. 1988. Modelos Água Rendimento para a Cultura da Soja (*Glycine max* L. Merrill) em Planossolo Pelotas. In CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM 8. Florianópolis, SC, 1988. Anais... Fpólis ABID, 1988. vi, p 161-82.
- AGUINSKY, S. D. 1991. Prognóstico e Otimização do Rendimento do Milho (*Zea mays* L.) no Rio Grande do Sul. Porto Alegre. UFRGS. Curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. 196 f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia)
- ALMEIDA, J. P., 1993. Estimativa de Déficits e Excessos Hídricos em Regiões de Clima Úmido Através de Diferentes Modelos de Balanço Hídrico. UFRGS. Curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. 212f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia)
- AZEVEDO, P.V DE. 1991. Estimativa do Consumo Hídrico de um Cultivo de Algodão Herbáceo Irrigado. In VII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Viçosa, M.G., Resumos. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária. 314p.
- BAIER, W. & ROBERTSON, G. W., 1966. A New Versatile Soil Moisture Budget. Canadian Journal of Plant Science, 46:299-315.
- BAIER, W.; CHAPUT, D.; RUSSELLO, P. & SHARP, R., 1972. Soil Moisture Estimator Program System. Canadian Department of Agriculture, Plant Research Institute-Technical Bulletin 78, Ottawa, Canada 55p.
- BELTRAME, L.F.S, TAYLOR, J., CAUDURO, F. 1979. Probabilidade de Ocorrência de Déficits e Excessos Hídricos em Solos do Rio Grande

do Sul. Porto Alegre, IPH, UFRGS, 79 p.

- BELTRAME, L.F.S. & GONDIM, L.A.P. 1981. Estudos Hidrológicos do Consumo de Água em Lavoura de Arroz. Anais: IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos. Fortaleza, 1981. São Paulo. Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos.
- BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; WESTPHALEN, S.L., 1977. Épocas de Semeadura de Soja no Rio Grande do Sul. IPAGRO informa, Porto Alegre, 18:7-14.
- BERGAMASCHI, H. 1992. Efeitos da Disponibilidade Hídrica sobre o Rendimento das Culturas. In BERGAMASCHI, H (Coord.). Agrometeorologia Aplicada à Irrigação. Editora da Universidade. Porto Alegre, R.S. 125p. 85-96.
- BERGAMASCHI, H. 1992. Desenvolvimento de Déficit Hídrico em Culturas. In BERGAMASCHI, H. (Coord.). Agrometeorologia Aplicada à Irrigação. Editora da Universidade. Porto Alegre, R.S. 125p. 25-32.
- BERLATO, M.A.; SUTILI, V.; CASTRO, A.O., 1974. Comparação de 3 Métodos de Cálculo das Exigências Térmicas para o Espigamento do Milho (*Zea mays*, L.). Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 10(1):87-94.
- BERLATO, M.A. & MOLION, L.C.B. 1981. Evaporação e Evapotranspiração. Porto Alegre, IPAGRO - Instituto de Pesquisas Agronômicas. 96 p. (IPAGRO. Boletim Técnico, 7)
- BERLATO, M.A. 1987. Modelo de Relação entre o Rendimento de Grãos da Soja e o Déficit Hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul. INPE, São José dos Campos, S.P. 93p. (Tese de Doutorado)
- BERLATO, M.A. & BERGAMASCHI, H. & MATZENAUER, R., 1987. Evapotranspiração Máxima da Soja e Relações com a Evapotranspiração Calculada pela Equação de Penman, Evaporação do Tanque "Classe A" e Radiação Solar Global. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 22(2):251-59
- BERLATO, M.A. (1990). As Condições de Precipitações do Estado do Rio Grande do Sul e os Impactos das Estiagens na Produção Agrícola. In: BERGAMASCHI, H. Agrometeorologia Aplicada à Irrigação. Editora da Universidade. Porto Alegre, R.S. 146p. 11-23.

- BRAGA, H.J. 1982. Caracterização da Seca Agronômica Através de Novo Modelo de Balanço Hídrico, na Região de Laguna, Litoral Sul do Estado de Santa Catarina. Piracicaba, S.P. ESALQ/USP. 139 p. (Dissertação de Mestrado)
- BRASIL, Ministério da Agricultura. 1973. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Recife, 431p (Boletim Técnico n. 30)
- BROWN, D.M., 1960. Soybean Ecology: I. Development Temperature Relationships from Controlled Environment Studies. Agronomy Journal, Madison, 52(9):493-6.
- BROWN, D.M. & CHAPMAN, L.J., 1961. Soybean Ecology: II. Development Temperature-moisture Relationships from Field Studies. Agronomy Journal, Madison, 52(9):496-9.
- BRUNINI, O. 1987. Consumo Hídrico e Parâmetros Ecológicos da Cultura do Milho. In Simpósio sobre o Manejo de Água na Agricultura. Campinas, S.P., Anais. 226p. (Fundação Cargil, 127)
- CAMARGO, A.P. 1987. Balanço Hídrico, Florescimento e Necessidade de Água para o Cafeeiro. In Simpósio sobre o Manejo de Água na Agricultura. Campinas, S.P. Anais. 226p. (Fundação Cargil, 127)
- CAMARGO, A.P. & PEREIRA, A.R., 1990. Prescrição de Rega por Modelo Climatológico. Fundação Cargil. Campinas, 27 p.
- CHANG, J. 1968. Climate and Agriculture. An Ecological Survey. Chicago, Aldine Publishing Company, 304p.
- CNEC, 1983. Diagnóstico e Planejamento da Utilização dos Recursos Hídricos, DNAEE/CNEC.
- COSTA, A.C.S., 1986. Balanço Hídrico em Culturas de Feijão e de Milho sob Condições de Campo. Piracicaba, S.P. ESALQ/USP. 166 p. (Dissertação de Mestrado).
- CUNHA, G.R. 1992. Balanço Hídrico Climático. In BERGAMASCHI, H. (Coord.). Agrometeorologia Aplicada à Irrigação. Editora da Universidade. Porto Alegre, R.S. 125p. p 63-84.

- DAMIANI, A.R.R., 1991. Avaliação da Alteração do Escoamento Devido ao Efeito Estufa na Bacia do Rio Uruguai. Porto Alegre. UFRGS. Curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. 196f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia)
- DENMEAD, O.P. & SHAW, R.H. 1962. Availability of Soil Water to Plants as Affected by Soil Moisture Content and Meteorological Conditions. Agronomy Journal, Washington, 54(5):385-90.
- DOORENBOS, J & PRUITT, W.O. 1976. Las necesidades de Agua de los Cultivos. Roma. Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. 194 p. (FAO: Riego y Drenaje, 24)
- DOORENBOS, J. & KASSAN, A.H. 1979. Yeld Response to Water. Roma, FAO. 193p. (FAO Irrigation and drainage, 33).
- DORFMAN, R. 1977. Critérios de Avaliação de Alguns Métodos de Cálculo da Evapotranspiração Potencial, CPGRHS/UFRGS, Porto Alegre, R.S. 150p. (Master Thesis)
- DORFMAN, R. 1989. Hidrologia Agrícola, Problemas e Soluções. UFRGS (FA/DS-IPH/DOH). Porto Alegre, R.S. 196p.
- EMBRAPA, 1987. Diagnóstico e Prioridades de Pesquisa em Agricultura Irrigada, Região Sul. Versão Preliminar. Departamento de Estudos e Pesquisas, Brasília, D.F. 177 p. (EMBRAPA/DEP. Documentos, 34)
- FAO, 1987. Irrigation Water Needs - Irrigation Water Management. Training Manual n.3. Roma, Italy.
- FAO, 1990. Expert Consultation on Revision of FAO Methodologies for Crop Water Requeriments. FAO
- FAO, 1991. Manual and Guidelines for Cropwat (version 5.7) - A Computer Program. FAO
- FONTANA, D.C. 1992. Determinação da Evapotranspiração. In BERGAMASCHI, H. (Coord.). Agrometeorologia Aplicada à Irrigação. Editora da Universidade. Porto Alegre, R.S. 125p. 48-61.
- FRANZ, P.R.F., 1977. Balanço Hídrico Horário na Bacia de Serra Azul (MG) Visando ao Desenvolvimento Agropecuário em Cerrados. Porto



- Alegre, R.S. IPH/UFRGS. 152p. (Tese de Mestrado).
- FIETZ, C.R. et alii.(1986). Modelo de Cálculo de Demanda Hídrica em Lavoura de Arroz Irrigado. In Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 7. Brasília. Anais, vol. 3: pg. 155-167.
- FINARDI, C.E., 1979. Comportamento Fenológico de 16 Cultivares de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) de Diferentes Grupos de Maturação, em Sete Épocas de Semeaduras na Depressão Central do Rio Grande do Sul. Porto Alegre R.S., UFRGS. 80 p. (Dissertação Mestrado)
- GALBIATTI, J.A., 1978. Efeitos do Ambiente sobre o Potencial Matricial da Água no Solo em uma Bacia Hidrográfica Simulada. In
- GRASSI, C.J., 1968. Estimacion de los Usos Consuntivos de Agua y Requerimientos de Riego con Fines de Formulacion y Diseño de Proyectos. Merida, Venezuela. 96 p. (Documento 53).
- GILMORE, E.C. & ROGERS, J.S., 1958. Heat Units as a Method of Measuring Maturity in Corn. *Agronomy Journal*, Madison, 50:611-5.
- HAGAN, R.M. & STEWART, J.I., 1965. Predicting effects of Water Shortage on Crop Yield. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*. 95(1):91-104.
- HANKS, R.J., 1974. Model for Predicting Plant Yield as Influenced by Water Use. *Agronomy Journal*. v.65. p 660-665.
- HANSEN, J.; FUND, I.; LACIS, A.; LEBEDEFF, S.; RIND, D.; RUEDY, R. & RUSSEL, G., 1988. Global Climate Change as Forecast by GISS 3-d Model Institute for Space Studies Three-dimensional Model. *Journal of Geophysical Research*, 93:9341-64.
- HARGREAVES, G.H., 1974. Potencial Evapotranspiration and Irrigation Requeriments for Northeast Brazil. s.1, Utah State University, 55p.
- HARGREAVES, G.H., 1977. Water Requeriments Manual for Irrigated Crops and Rainfed Agriculture. s.1., Utah State University, 41p.
- HARTWIG, E.E., 1975. Varietal Development. In: CALDWELL, B.E., ed. Soybeans: Improvement, Production and Uses. Madison, American Society of Agronomy. Cap.6, p 187.

- HERRERA, J.H., 1988. Necesidades de Água y Programacion de Riegos. In II Curso Internacional de Ingenieria de Regadios. Brasília, D.F. (PRONI/Curso Internacional de EspecializaçãO em Engenharia de IrrigaçãO. Brasilia, D.F. 140 p.
- HIMAT, 1985. Calculo Estadístico de Requerimientos de Agua de Riego. Progama Balhídr. Memoria de Utilizacion. Instituto Colombiano de Hidrologia y Adecuacion de Tierras. Bogotá
- HOUGHTON, J.T., et alii, 1990. Climate Change. In Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). WMO-UNEP.EUA.
- INEMET - Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura, 1986. Climanálise-Boletim de Monitoramento e Análise Climática, Brasília, 124 p.
- IPAGRO, 1989. Atlas Agroclimático. Estado do Rio Grande do Sul.
- JENNE, R., 1989. Data From Climate Models, the CO<sub>2</sub> Warming, "DRAFT", may, 22 p.
- JENSEN, M.E., 1973. Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requeriments. New York, American Society of Civil Engineers, 215p.
- KIMBALL, B.A., 1983. Carbon Dioxide and Agricultura Yeld. An Assemblage and Análise of 430 prior Observations. In Agronomy Journal. v.75, September-october. 779-88.
- LANNA, A.E. & ALMEIDA, J. P., 1989. Estimativa de Necessidade de IrrigaçãO por Balanço Hídrico BALHIDRO. Poa, R.S. IPH/UFRGS. 16p. n.p.
- LANNA, A.E. et alii. 1990. Modelo de Balanço Hídrico para AvaliaçãO de Necessidade de Água para a IrrigaçãO, BALHIDRO. Porto Alegre, R.S. IPH/UFRGS. Nota Técnica.
- LANNA, A.E. et al. 1991. ComparaçãO entre Modelos Diários e Mensais de Balanço Hídrico para Estimativa de Necessidades de IrrigaçãO. Porto Alegre, R.S. IPH/UFRGS. 15p. nãO publicado.
- LANNA, A.E., BELTRAME, L.F. & AGUINSKY, S.D., 1989. Estimativa de Necessidades de IrrigaçãO por Balanço Hídrico diário, Programa Balhídro - Manual do Usuário. IPH, UFRGS. 25p. (VersãO Preliminar).

- LANNA, A.E. & CHAVES, E.M.B., 1993. Avaliação da Alteração do Escoamento Devido ao Efeito Estufa na Bacia do Rio Uruguai - Consideração da Variabilidade das Chuvas. In X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e I Simpósio de Recursos Hídricos do Cone Sul. Gramado R.S. Anais v.3. p. 301-9. (ABRH/IPH).
- LIBARDI, P.L., 1984. Dinâmica da Água no Sistema Solo-Planta-Atmosfera. Piracicaba, S.P.
- MAJOR, D.J.; JOHNSON, O.R.; LUEDERS, V.D., 1975. Evaluation of Eleven Thermal Unit Methods for Predicting Soybeans Development. Crop Science, Madison, 15:172-4.
- MALUF, J.R.T.; CUNHA, G.R.; SILVA, A.V., 1980. Agroclimatologia do Estado do Rio Grande do Sul: I. Comparação entre Unidades Térmicas Acumuladas Calculadas em Função das Temperaturas Média Diária e Média Mensal. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 16(2):283-311.
- MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; CUNHA, G.R.; WESTPHALEN, S.L. 1983. Agroclimatologia do Estado do Rio Grande do Sul: II. Zoneamento Agroclimatológico da Cultura do Milho (*Zea mays*, L.). IPAGRO informa, Porto Alegre, (26): 3-15.
- MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; WESTPHALEN, S.L.; SUTILI, V.R., 1986. Zoneamento Agroclimatológico da Cultura do Milho (*Zea mays*, L.) para o Estado do Rio Grande do Sul. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 22(2): 261-85.
- MATHER, J.R., 1974. Climatology: fundamentals and applications. New York: McGraw-Hill, 412 p.
- MATHER, J.R., 1954. The Determination of Soil Moisture from Climate Data. Bulletin of the American Meteorological Society, Easton, Pa, 35:63-8.
- MATZENAUER, R. 1980. Evapotranspiração do Milho (*Zea mays* L.) e suas Relações com Fórmulas e Parâmetros Meteorológicos. Porto Alegre, RS UFRGS. 128p. (Dissertação de Mestrado).
- MATZENAUER, R., 1984. Estimativa da Evapotranspiração do Milho (*Zea mays* L.), Através de Parâmetros Meteorológicos. Agronomia Sulrio-

grandense. 20(1):133-144.

- MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; SUTILI, V.R., 1989. Evapotranspiração Máxima e Coeficiente de Cultura para o Milho em Três Épocas de Semeadura. In Reunião Técnica Anual do Milho, 34. Porto Alegre, 1989. Ata. Porto Alegre, IPAGRO/EMATER-RS, 1989.
- MATZENAUER, R. 1992. Evapotranspiração de Plantas Cultivadas e Coeficiente de Cultura. In BERGAMASCHI, H. (Coord.). Agrometeorologia Aplicada à Irrigação. Editora da Universidade. Porto Alegre, R.S.. 125p. p 33-47.
- MOLION, L.C.B., 1991. Destaque: Arrefecimento o Aquecimento Global. Boletim informativo ABRH, n. 42, jan-fev.p 5-8.
- MOTA, F.S.; BEIRSDORF, M.I.C.; GARCEZ, J.R.B. 1974. Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Pelotas, IPEAS. v.2. (IPEAS. Circular 50).
- MOTA, F. S. 1985. Meteorologia Agrícola. 5. ed. São Paulo, S. P. Nobel. 376 p.
- MOTA, F. S.; VERONA, L.; AGENDES, M., 1985. Processamento Manual e Microcomputadorizado do Balanço Hídrico Diário Versátil para Monitoramento das no Brasil. Pelotas, EMBRAPA - UEPAE de Pelotas/UFPEL, 31p. (Boletim Técnico,II).
- NETO, D.D. et alii. 1991. Generalização do Critério de Iniciar o Balanço Hídrico Referente ao Método de Thornthwaite & Mather. In VII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Viçosa, M.G. Resumos. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária. 314p.
- OMETTO, J.C., 1981. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 436 p.
- ORTOLANI, A.F.; BENINCASA, M.; LOPES, LR.; LATANZE, R.J., 1987. Bacia Hidrográfica Experimental: I - Um Equipamento para Estudo de Relações Solo-Planta-Clima. In Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 16, Jundiaí. Resumos, p 17.
- PADILHA Jr., I.C. 1987. Evapotranspiração - Utilização de Modelos. In VII CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem p 391-436

- PARFITT, J.M.B., 1991. Modelos Água-Rendimento para Cultura da Soja (*Glycine max* L. Merrill) em Planossolo Pelotas. Porto Alegre, R.S. IPH/UFRGS. 93p. (Tese de mestrado).
- PASCALE, A.J. & DAMARIO, E.A. 1976. El Balance Hidrológico Seriado y su utilizacion en estudios agroclimáticos. Revista Fac. Agr. La Plata, Argentina.
- PORTO, R.L., 1986. Bases Hidrológicas para Projetos de Irrigação. In Elaboração de Projetos de Irrigação. PRONI, Brasília.
- REICHARDT, K. 1985. Processos de Transferência no Sistema Solo-Planta-Atmosfera. 4. ed. Campinas, S.P. Fundação Cargil. 466p.
- REICHARDT, K. 1987. A Água em Sistemas Agrícolas. 1. ed. São Paulo, S.P. Editora Manole, 178p.
- REICHARDT, K. 1987. Parâmetros do Solo que Influenciam o Manejo o Manejo de Água. In Simposio sobre o Manejo de Água na Agricultura. Campinas, S.P. Anais. 26-27. (Fundação Cargil, 127).
- RIJTEMA, P.E & ABOUKLALED, A. 1974. Crop Water Use. In Research on Crop Water Use, Alt Affected Soil and Drainage in the Arab Republic of Egypt. FAO Regional office for the Near East 5-61p.
- ROJAS, O.E., 1985. Estudio de las Condiciones Hídricas des Pacifico Norte de Costa Rica. San José, IICA, 1985. 73p. (IICA Publicaciones Miscelâneas, 546).
- ROSE, E., 1989. Direct (Physiological) Effects of Increasing CO<sub>2</sub> on Crop Plants and Their Interactions on With Indirect (Climatic) Effects. In SMITH, J.B & TIRPAK, D.A., 1989. The Potencial Effects of Global Climate Change on the United States: Appendix C - Agriculture. EPA-230-05-89-053.
- SCHWAB, C.O.; FREVERT, R.K.; EDMINSTER, T.W.; BAINES, K.K., 1981. Soil and Water Conservation Engineering. John Wiley and Sons, New York.
- SEDIYAMA, G.C., 1972. Estudos de Métodos para a Estimativa da Evapo-transpiração Potencial em Viçosa. Viçosa, Imprensa Universitária. 43 p. (Dissertação de Mestrado)

- SEDIYAMA, G.C., 1987. Necessidade de Água para os Cultivos. In Curso de Engenharia da Irrigação. (ABEAS/UFV). Brasília, D.F. Módulo 04. 145 p.
- SEDIYAMA, G.C.; COSTA, M.H.; COELHO, D.T., 1992. Coeficientes de Cultura para o Milho (*Zea mays* L.), em 36 Épocas de Plantios. In Engenharia na Agricultura, Série Irrigação e Drenagem. UFV, Viçosa, M.G. Vol. 1., n.1, jan, 1992.
- SLATYER, R.O., 1967. Plant-water Relationships. New York, Academic Press. 366 p.
- SILVA, A.T., 1976. Estudo Frequencial das Necessidades de Irrigação em Quatro Localidades do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, R.S. IPH/UFRGS. 92p. (Tese de mestrado).
- SILVA, G.A., 1984. Métodos de Unidades Térmicas para Estimativa do Comportamento Fenológico de Genótipos de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill). UFRGS. Porto Alegre. 131 p. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA, C.J.G.C.; YAUCLIN, M.; VACHAUD, G.; DALL'OLIO, A., 1986. Um Modelo Estocástico do Balanço Hídrico no Solo.
- SILVA, J.A. et al. 1991. Análise Agroclimática da Cultura do Milho em Sete Lagoas - MG. In VII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Viçosa, M.G. Resumos. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária. 314p.
- SMITH, J.B. & TIRPAK, D., 1989. The Potencial Effects of Global Climate on the United States. Enviromental Protection Agency - EPA, EPA-230-05-89-050, dezembro.
- SMITH, M., 1990. Use of Simulation on Models for Developing Indicative Irrigation Shedules and Evaluating Irrigation Pratices. In Water Resources, Development and Management Service. Land and Water Development Division. FAO, Rome. Italy.
- SOIL CONCERVATION SERVICE (SCS), 1972. Hidrology National Engineering Handbook, Sectino 4. Washington, D.C.
- SUTILI, V.R.; MATZENAUER, R.; BERLATO, M.A., 1977. Épocas de Semeadura de Milho para o Rio Grande do Sul. In: Reunião Técnica Anual do Milho 22, e do Sorgo Granífero, 6. Porto Alegre, 1977. Ata. p19-31.

- TANNER, C.B., 1967. Measurement of Evapotranspiration. *Agronomy Journal*, 11:534-74..
- THORNTHWAITE, C.W. 1944. The Moisture-Factor in Climate. *Trans. Am. Geophys. Union*, 27:41-48.
- THORNTHWAITE, C.W. 1944. A Contribution to the Report of the Committee on Transpiration and evaporation. *Transactions American Geophys. Union*. n.25 p 686-693.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. 1955. The Water Balance. Centerton, New Jersey, Drexel Institute of Technology. 104 p. (Publications in Climatology, 8).
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. 1957. Instruction and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and Water Balance. Drexel Institute of Technology. *Laboratory of Climatology*, 10(3),185-331.
- TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F.J.L., 1986. *Meteorologia Descritiva - Fundamentos e Aplicações Brasileiras*. São Paulo. Nobel, 374 p.
- TUCCI, C.E.M. et alii., 1991. *Estudos Internacionais do Impacto de Modificação do Clima na Bacia do Rio Uruguai*. Porto Alegre, R.S. IPH/UFRGS. não publicado.
- TUCCI, C.E.M. et al. 1990. *Potenciais Impactos no Escoamento Devido a Modificações Climáticas. Avaliação Preliminar*. Porto Alegre, R.S. IPH/UFRGS. 10p. não publicado.
- UNESCO/ROSTLAC, 1982. *Guia Metodológica para la Elaboracion del Balance Hídrico de America del Sur*. Estudios e informes en hidrologia. Montevideo. 130 p.
- VAN BAVEL, C.H.M. & WILSON, T.V., 1952. *Evapotranspiration Estimates as Criteria for Determining Time of Irrigation*. *Agricultural Engineering*, 33: 417-420.
- VIANELLO, R.L. & ALVES, A.R., 1991. *Meteorologia Básica e Aplicações*. Imprensa universitária UFV. Viçosa M.G, 449 p.
- VIEHMEYER, F.J. & HENDRICKSON, A.H., 1949. *Methods of Measuring Field Capacity and Wilting Percentages of soils*. ver

**ANEXOS**



## ANEXO 1

TABELA 1. Grupos de culturas de acordo com a fração de água disponível no solo (fator "p" de disponibilidade efetiva de água no solo).

GRUPO	CULTIVOS
1	Cebola, Pimenteiro, Batata
2	Banana, Couve, Videira, Ervilha, Tomate
3	Alfafa, Feijão, Citricos, Amendoim, Girassol, Melância, Trigo
4	Algodão, Milho, Oliveira, cartamo, Sorgo, Soja, Beterraba açucareira, Cana-de-açucar, Fumo.

TABELA 2. Fração "p" de água efetivamente disponível no solo para os grupos de cultivos e evapotranspiração máxima (Etm).

GRUPO	Etm (mm/dia)									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0,500	0,425	0,350	0,300	0,250	0,225	0,200	0,200	0,175	
2	0,675	0,575	0,475	0,400	0,350	0,325	0,275	0,250	0,225	
3	0,800	0,700	0,600	0,500	0,450	0,425	0,375	0,350	0,300	
4	0,875	0,800	0,700	0,600	0,550	0,500	0,450	0,425	0,400	

FONTE: DOORENBOS &amp; KASSAN (1979).

ANEXO 2

TABELA 3. Valores do Coeficiente de Cultivo (Kc) para o Milho segundo vários autores.

ETAPAS	ESTÁDIOS	DIAS	KC			PSR	UC
			MATZEN	FAO	SEDIYA		
I	SE-EM	10	0,40	0,30-0,50	0,35	10	
II	EM-30D	30	0,54	0,70-0,90	0,80	30	
III	30D-PE	30	0,93	1,05-1,20	1,15	50	
IV	PE-ML	25	1,05	1,00-1,15	1,15	50	
V	ML-MF	35	0,78	0,95-1,10	0,60	40	
CICLO		130					

Fonte: MATZENAUER (1990); FAO (1975); SEDIYAMA (1992)

TABELA 4. Valores do Coeficiente de Cultivo (Kc) para o Soja segundo vários autores.

ETAPAS	ESTÁDIOS	DIAS	KC			PR	UC
			BERG	FAO	MATZEN		
I	SE-EM	10	0,40	0,30-0,40	0,44	10	
II	EM-V2	10	0,56	0,70-0,80	0,70	30	
III	V2-R1	40	1,21	1,00-1,15	0,90	50	
IV	R1-R5	40	1,50	0,70-0,80	1,21	50	
V	R5-R7	35	1,41	0,04-0,50	1,09	40	
CICLO		135					

Fonte: BERGAMASCHI et alii (1987); FAO (1975); MATZENAUER (1990)

Profundidade efetiva das raízes  
cultura PSR (cm)  
SOJA 40-50  
MILHO 50-100

Fonte: FAO (1990)

## ANEXO 3

TABELA 5. Fatores de ajustamento da Evapotranspiração Potencial Mensal estimada pelo método de THORNTHWAITE.

LAT	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	1.038	0.938	1.042	1.008	0.000	1.017	1.041	1.043	1.0	1.035	1.004	1.036
2	1.044	0.941	1.042	1.006	1.032	1.011	1.037	1.040	1.0	1.038	1.009	1.042
3	1.050	0.944	1.043	1.004	1.028	1.006	1.032	1.037	1.0	1.040	1.014	1.048
4	1.055	0.947	1.043	1.002	1.024	1.000	1.027	1.034	1.0	1.043	1.019	1.054
5	1.061	0.950	1.044	1.000	1.020	0.994	1.022	1.031	1.0	1.046	1.023	1.060
6	1.066	0.953	1.044	0.998	1.016	0.988	1.017	1.028	1.0	1.049	1.028	1.066
7	1.072	0.956	1.045	0.996	1.012	0.983	1.012	1.025	1.0	1.051	1.033	1.072
8	1.078	0.959	1.045	0.994	1.008	0.977	1.007	1.022	1.0	1.054	1.038	1.078
9	1.083	0.962	1.046	0.992	1.004	0.971	1.002	1.019	1.0	1.057	1.043	1.084
10	1.089	0.965	1.046	0.990	1.000	0.965	0.997	1.016	1.0	1.060	1.047	1.090
11	1.094	0.968	1.047	0.988	0.996	0.960	0.992	1.013	1.0	1.062	1.052	1.096
12	1.100	0.971	1.047	0.986	0.992	0.954	0.987	1.010	1.0	1.065	1.057	1.102
13	1.105	0.974	1.048	0.984	0.988	0.948	0.982	1.007	1.0	1.068	1.062	1.108
14	1.111	0.977	1.048	0.982	0.984	0.942	0.977	1.004	1.0	1.070	1.067	1.114
15	1.117	0.980	1.049	0.980	0.980	0.936	0.972	1.001	1.0	1.073	1.071	1.120
16	1.122	0.983	1.049	0.978	0.976	0.931	0.967	0.998	1.0	1.076	1.076	1.126
17	1.128	0.986	1.050	0.976	0.972	0.925	0.962	0.995	1.0	1.079	1.081	1.132
18	1.133	0.989	1.050	0.974	0.968	0.919	0.957	0.992	1.0	1.081	1.086	1.138
19	1.139	0.992	1.051	0.972	0.964	0.913	0.952	0.989	1.0	1.084	1.091	1.144
20	1.145	0.995	1.051	0.970	0.960	0.908	0.947	0.986	1.0	1.087	1.095	1.150
21	1.150	0.998	1.052	0.968	0.956	0.902	0.942	0.983	1.0	1.090	1.100	1.156
22	1.156	1.001	1.052	0.966	0.952	0.896	0.938	0.980	1.0	1.092	1.105	1.162
23	1.161	1.004	1.053	0.964	0.948	0.890	0.933	0.977	1.0	1.095	1.110	1.168
24	1.167	1.007	1.053	0.962	0.944	0.885	0.928	0.974	1.0	1.098	1.115	1.174
25	1.172	1.010	1.054	0.960	0.940	0.879	0.923	0.971	1.0	1.101	1.120	1.180
26	1.178	1.013	1.054	0.958	0.936	0.873	0.918	0.968	1.0	1.103	1.124	1.186
27	1.184	1.016	1.055	0.956	0.932	0.867	0.913	0.965	1.0	1.106	1.129	1.192
28	1.189	1.019	1.055	0.954	0.928	0.861	0.908	0.962	1.0	1.109	1.134	1.198
29	1.195	1.022	1.056	0.952	0.924	0.856	0.903	0.959	1.0	1.112	1.139	1.204
30	1.200	1.025	1.056	0.950	0.920	0.850	0.898	0.956	1.0	1.114	1.144	1.210
31	1.206	1.028	1.057	0.948	0.916	0.844	0.893	0.953	1.0	1.117	1.148	1.216
32	1.212	1.031	1.057	0.946	0.912	0.838	0.888	0.950	1.0	1.120	1.153	1.222
33	1.217	1.034	1.058	0.944	0.908	0.833	0.883	0.947	1.0	1.122	1.158	1.228
34	1.223	1.037	1.058	0.942	0.904	0.827	0.878	0.944	1.0	1.125	1.163	1.234
35	1.228	1.040	1.059	0.940	0.900	0.821	0.873	0.941	1.0	1.128	1.168	1.240
36	1.234	1.043	1.059	0.938	0.896	0.815	0.868	0.938	1.0	1.131	1.172	1.246
37	1.239	1.046	1.060	0.936	0.892	0.810	0.863	0.935	1.0	1.133	1.177	1.252
38	1.245	1.049	1.060	0.934	0.888	0.804	0.858	0.932	1.0	1.136	1.182	1.258
39	1.251	1.052	1.061	0.932	0.884	0.798	0.853	0.929	1.0	1.139	1.187	1.264
40	1.256	1.055	1.061	0.930	0.880	0.792	0.848	0.927	1.0	1.142	1.192	1.270

Fonte: FONTANA, (1990).

## ANEXO 4

TABELA 6 - Descrição dos tipos de solo para entrada na tabela de CN

Grupo de Solo	descrição	Taxa final de infiltração (mm/h)
A	Baixo potencial de escoamento: incluem areias profundas com muito silte e areia.	8 - 12
B	Potencial de escoamento médio baixo: incluem principalmente solos arenosos menos profundos que o tipo A, mas este grupo tem no conjunto uma taxa de infiltração média alta depois de completamente umidecidos.	4 - 8
C	Potencial de escoamento médio alto: incluem solos rasos e solos que contêm considerável quantidade de argila e colóides, ainda que menos que os solos do grupo D. Este grupo tem uma taxa de infiltração média baixa depois da pré-saturação.	1 - 4
D	Alto potencial de escoamento: incluem principalmente argilas expansivas, mas também alguns solos rasos com sub-horizontes quase impermeáveis próximos à superfície.	0 - 1

Fonte: U.S. Soil Conservation Service, National Engineering Handbook, Hydrology, Section 4 (1972) e Soil and Water Conservation Engineering, Schwab et alii (1981).

TABELA 7. Valores de CN (condição II) com base no uso do solo, prática cultural, condições de infiltração e tipo de solo.

Uso do solo ou cobertura veg.	Prática Cultural	Condições de Infiltração	Tipo de Solo			
			A	B	C	D
Pousio	LR		77	86	91	94
Culturas em Linha	LR	Pobre	72	81	88	91
	LR	Boa	67	78	85	89
	C	Pobre	70	79	84	88
	C	Boa	65	75	82	86
	C e T	Pobre	66	74	80	82
	C e T	Boa	62	71	78	81
Grãos pequenos	LR	Pobre	65	76	84	88
	LR	Boa	63	75	83	87
	C	Pobre	63	74	82	85
	C	Boa	61	73	81	84
	C e T	Pobre	61	72	79	82
	C e T	Boa	59	70	78	81
Semeadura à lanço, legumes ou campos para fenação em rotação	LR	Pobre	66	77	85	89
	LR	Boa	58	72	81	85
	C	Pobre	64	75	83	85
	C	Boa	55	69	78	83
	C e T	Pobre	63	73	80	83
	C e T	Boa	51	67	76	80
Pastagem Nativa		Pobre	68	79	86	89
		Regular	49	69	79	84
		Boa	39	61	74	80
	C	Pobre	47	67	81	88
	C	Regular	25	59	75	83
	C	Boa	6	35	70	79
Fenação permanente			30	58	71	78
Matas agrícolas		Pobre	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Boa	25	55	70	77
Florestas		+ Pobre	56	75	86	91
		- Pobre	46	68	78	84
		Regular	36	60	70	76
		Boa	26	52	62	69
		ótima	15	44	54	61
Estradas		Permeável	72	82	87	89
		Impermeável	74	84	90	92
Zonas sociais rurais			59	74	82	86

Convenções: LR = linha reta; C = contorno; T = terraceamento

Fonte: U.S. Soil Conservation Service, Hydrology Section 4, (1972).

TABELA 8. Valores tabelados para correção do CN em função da umidade e exploração do solo.

Valor de CN para a CONDIÇÃO	VALOR CORRIGIDO DE CN	
	CONDIÇÃO I	CONDIÇÃO III
100	100	100
95	87	98
90	78	96
85	70	94
80	63	91
75	57	88
70	51	85
65	45	82
60	40	78
55	35	74
50	31	70
45	26	65
40	22	60
35	18	55
30	15	50
25	12	43
20	9	37
15	6	30
10	4	22
5	2	13

Condições antecedentes de umidade,  
em função da irrigação e da chuva  
total ocorrida nos últimos 5 dias.

Condições antecedentes de umidade, em função da irrigação e da chuva total ocorrida nos últimos 5 dias.		CONDIÇÃO
sem cultivo	com cultivo	
< 12 mm	< 36 mm	Condição I
12 a 28 mm	36 a 53 mm	Condição II
> 28 mm	> 53 mm	Condição III

Fonte: U.S. Soil Conservation Service, National Engineering Handbook, Hydrology, Section 4, (1972).

## ANEXO 5

TABELA 9. Valores diversos de Capacidade de Armazenamento Máximo (CAD) e correspondentes valores de Coeficientes Angulares (b) da equação original de THORNTHWAITE e MATHER (1955) para o cálculo do armazenamento de água no solo.

CAD (mm)	b	CAD (mm)	b	CAD (mm)	b
15	-0,0683730	60	-0,0170932	115	-8,809379. 10 <sup>-3</sup>
20	-0,0512797	65	-0,0157784	125	-8,104629. 10 <sup>-3</sup>
25	-0,0410238	70	-0,0146513	135	-7,504286. 10 <sup>-3</sup>
30	-0,0341865	75	-0,0136746	150	-6,753857. 10 <sup>-3</sup>
35	-0,0293027	80	-0,0128200	165	-6,139870. 10 <sup>-3</sup>
40	-0,0256398	85	-0,0120658	175	-5,789021. 10 <sup>-3</sup>
45	-0,0227910	90	-0,0113955	185	-5,476101. 10 <sup>-3</sup>
50	-0,0205119	95	-0,0107957	200	-5,065393. 10 <sup>-3</sup>
55	-0,0186472	100	-0,0102559	215	-4,726659. 10 <sup>-3</sup>

Fonte: BRAGA (1982).

TABELA 10. Valores das curvas de retenção de água no solo.

SOLO	Pressão (atm)	Umidade Volumétrica (%)
Santo Angelo	0,1	50,1
	0,3	46,3
	1,0	42,6
	3,0	42,0
	15,0	41,8
Cruz Alta	0,1	45,5
	0,3	43,5
	1,0	39,2
	3,0	36,5
	15,0	35,7
Passo Fundo	0,1	43,1
	0,3	38,7
	1,0	34,7
	3,0	34,6
	15,0	34,3

Fonte: BELTRAME et alii, (1979)

TABELA 11. Valores da Capacidade de Armazenamento de água nos solos.

SOLO	Prof. solo (mm)	Densidade do solo (g/cm <sup>3</sup> )	CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO		
			0,1 a 15 (mm)	0,1 a 3 (mm)	0,1 a 1 (mm)
Santo Angelo	1000	1,40	83	81	75
Cruz Alta	1000	1,25	98	90	63
Passo Fundo	1000	1,30	88	85	84
Média	1000	1,32	90	85	74

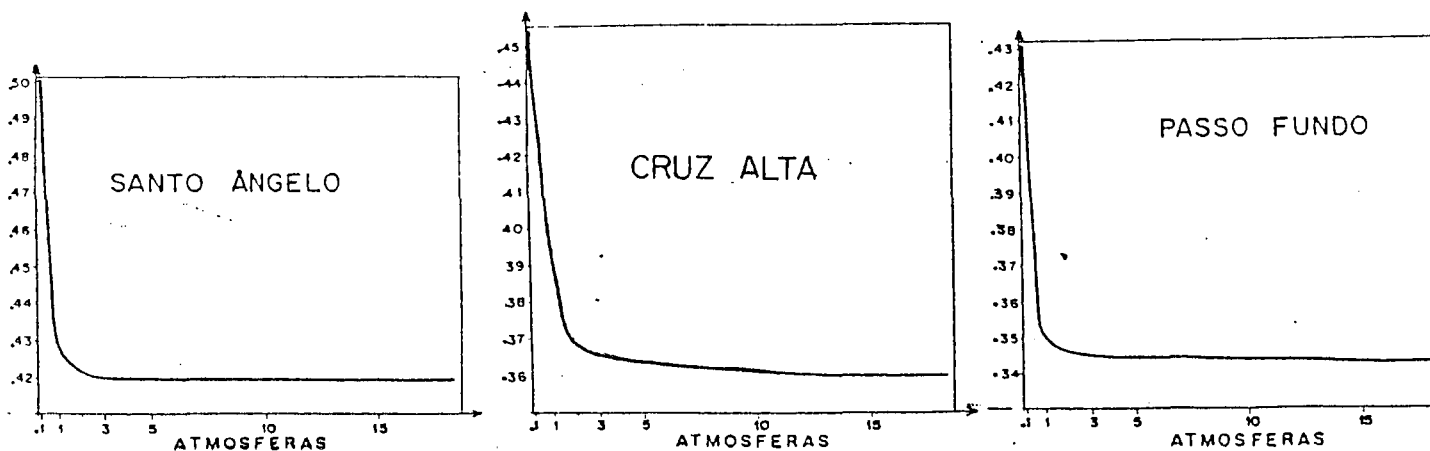


Figura 1. Curvas de retenção de água no solo a) Santo Angelo, b) Cruz Alta c) Passo Fundo.



ANEXO 7

TABELA 12. Totais decêndiais (mensais e anuais) de Evapotranspiração Potencial estimados pela equação de Penman (cenário atual).

ano	mes	dec	CENÁRIO ATUAL									série média	
			1981 ETP	1982 ETP	1983 ETP	1984 ETP	1985 ETP	1986 ETP	1987 ETP	1988 ETP	1989 ETP		1990 ETP
												(mm)	
jan	1		60.0	58.0	61.9	58.6	68.4	69.3	74.0	75.8	59.6	63.2	64.9
jan	2		55.9	71.3	58.3	49.5	74.2	62.3	60.3	55.7	52.6	44.5	58.4
jan	3		57.1	74.6	55.1	62.2	65.9	62.9	61.2	58.6	43.5	60.3	60.1
	mês		172.9	203.9	175.2	170.3	208.5	194.5	195.5	190.1	155.7	168.1	183.5
fev	1		53.4	53.1	51.8	51.7	49.7	56.8	64.8	71.2	53.0	59.7	56.5
fev	2		47.1	49.1	52.8	65.6	39.7	58.5	60.3	60.2	49.2	48.1	53.1
fev	3		43.8	39.0	27.8	44.8	41.6	32.5	34.6	41.4	34.0	27.1	36.6
	mês		144.3	141.1	132.3	162.1	131.0	147.8	159.7	172.8	136.2	135.0	146.2
mar	1		45.0	55.4	48.9	44.0	45.8	44.2	49.2	52.3	43.5	38.8	46.7
mar	2		41.0	47.8	32.8	43.3	41.2	30.1	38.7	44.1	35.7	42.6	39.7
mar	3		44.5	40.0	44.3	48.6	36.9	39.5	43.6	44.9	37.9	35.9	41.6
	mês		130.6	143.2	126.0	135.8	123.9	113.7	131.4	141.2	117.1	117.3	128.0
abr	1		40.2	39.4	26.6	30.6	31.7	22.5	33.9	31.0	28.0	24.2	30.8
abr	2		37.9	30.1	28.3	24.2	26.8	25.0	25.1	25.6	27.1	24.5	27.4
abr	3		21.5	26.7	19.6	18.4	22.7	26.6	23.4	26.7	23.3	21.3	23.0
	mês		99.5	96.1	74.5	73.2	81.2	74.0	82.4	83.2	78.3	69.9	81.2
mai	1		30.8	25.9	17.4	24.6	18.3	21.0	19.6	16.1	18.6	20.8	21.3
mai	2		23.4	23.1	14.4	13.3	19.2	19.5	14.9	16.1	20.4	16.3	18.0
mai	3		20.3	16.7	15.4	32.0	20.9	18.6	14.2	15.2	18.4	14.9	18.7
	mês		74.6	65.7	47.2	69.9	58.4	59.1	48.7	47.4	57.4	52.0	58.0
jun	1		13.8	17.2	10.0	14.6	12.1	13.9	13.0	10.9	12.9	11.4	13.0
jun	2		9.4	16.7	17.2	13.3	14.4	21.7	14.5	14.4	11.8	10.2	14.4
jun	3		15.0	10.2	18.4	14.6	16.6	16.0	17.1	15.0	11.0	10.0	14.4
	mês		38.2	44.1	45.5	42.5	43.1	51.6	44.6	40.3	35.7	31.6	41.7
jul	1		21.4	15.6	11.7	26.2	16.4	14.9	14.4	18.3	11.1	12.2	16.2
jul	2		15.9	15.8	14.4	18.1	18.7	15.5	28.1	17.4	13.2	15.7	17.3
jul	3		18.2	18.5	15.1	17.4	24.9	17.2	26.1	24.0	15.8	12.5	19.0
	mês		55.5	49.8	41.1	61.6	60.0	47.6	68.5	59.6	40.1	40.4	52.4
ago	1		29.8	15.1	19.0	16.4	15.8	23.4	17.1	18.9	20.0	24.0	19.9
ago	2		21.7	25.0	18.2	22.4	20.1	16.5	20.2	20.9	27.8	23.4	21.6
ago	3		29.2	34.4	36.9	22.8	24.2	30.7	27.7	30.3	23.8	30.4	29.0
	mês		80.7	74.4	74.1	61.6	60.1	70.6	65.0	70.1	71.5	77.8	70.6
set	1		31.9	32.3	24.4	32.8	32.9	31.6	29.4	33.1	24.6	21.6	29.5
set	2		30.1	30.2	25.9	33.0	25.9	28.5	29.7	25.3	24.7	29.9	28.3
set	3		31.4	30.9	38.3	28.6	34.2	34.7	38.2	30.8	33.0	27.4	32.7
	mês		93.4	93.5	88.6	94.4	93.0	94.8	97.3	89.2	82.3	78.9	90.5
out	1		45.9	38.5	43.6	38.8	42.5	37.1	37.7	47.7	40.5	36.7	40.9
out	2		48.2	47.5	40.8	50.8	46.7	45.0	39.2	45.4	40.8	40.8	44.5
out	3		58.7	52.6	60.9	66.0	56.7	57.9	52.8	57.5	51.8	50.1	56.5
	mês		152.9	138.7	145.3	155.6	146.0	140.0	129.7	150.6	133.1	127.7	142.0
nov	1		53.0	42.2	41.9	39.5	67.9	50.0	43.5	58.6	55.7	40.9	49.3
nov	2		57.3	43.6	42.6	57.1	73.2	62.0	49.8	57.7	49.5	50.7	54.3
nov	3		52.2	50.5	62.6	66.9	65.8	45.4	65.5	59.0	59.5	59.3	58.7
	mês		162.5	136.3	147.1	163.5	206.9	157.3	158.8	175.3	164.6	150.9	162.3
dez	1		64.0	59.8	72.2	52.5	72.2	54.2	56.6	65.2	58.6	50.3	60.5
dez	2		52.6	60.7	60.3	59.4	62.4	72.2	71.2	53.7	68.3	59.7	62.1
dez	3		58.6	62.4	80.7	78.6	87.9	57.0	61.5	64.9	51.6	62.6	66.6
	mês		175.1	182.9	213.2	190.5	222.5	183.4	189.2	183.8	178.5	172.7	189.2
total			1380	1370	1310	1381	1435	1334	1371	1404	1250	1222	1346

ETP = Evapotranspiração potencial (total/período) cenário atual



TABELA 14. Totais decendiais (mensais e anuais) de Precipitação efetiva estimada para o cenário atual.

		CENÁRIO ATUAL										
ano		1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	série
mês	dec	pef	pef	pef	pef	pef	pef	pef	pef	pef	pef	média
		(mm)										
jan	1	12.4	12.2	45.0	94.4	14.1	7.9	7.5	7.0	8.2	0.0	20.9
jan	2	74.8	0.6	25.8	67.9	46.4	74.5	66.5	23.8	105.2	47.8	53.3
jan	3	6.0	1.0	81.9	112.5	15.0	23.4	54.8	108.0	43.9	78.3	52.5
	mês	93.1	13.8	152.7	274.8	75.5	105.7	128.7	138.8	157.3	126.1	126.6
fev	1	51.7	54.9	30.7	37.5	55.0	55.0	33.3	0.0	2.5	21.0	34.2
fev	2	92.3	47.0	74.3	7.5	91.4	20.0	12.9	5.5	34.9	2.2	38.8
fev	3	12.9	25.3	111.0	23.7	0.8	76.7	51.8	14.3	1.0	44.9	36.2
	mês	156.8	127.1	216.0	68.7	147.2	151.7	98.0	19.8	38.4	68.1	109.2
mar	1	22.8	0.6	5.0	43.2	25.6	41.5	29.3	7.5	49.4	82.8	30.8
mar	2	12.0	53.9	0.4	14.0	25.7	67.3	40.4	0.0	18.2	37.5	26.9
mar	3	4.8	17.1	0.5	54.6	109.6	9.5	38.3	68.6	31.6	35.6	37.0
	mês	39.6	71.6	5.9	111.8	160.9	118.3	107.9	76.1	99.2	155.9	94.7
abr	1	5.3	0.0	77.0	16.2	85.8	125.9	64.2	17.0	61.7	114.2	56.7
abr	2	3.6	24.3	66.7	54.3	72.4	50.6	88.8	1.7	7.4	35.8	40.5
abr	3	60.8	1.2	88.5	49.7	39.4	2.0	3.9	85.1	39.8	76.1	44.6
	mês	69.6	25.5	232.2	120.2	197.5	178.5	156.9	103.8	108.9	226.1	141.9
mai	1	0.0	42.8	119.1	127.0	92.7	15.8	76.7	14.0	19.4	10.0	51.7
mai	2	9.8	33.6	85.0	6.1	49.1	46.6	85.8	0.5	0.0	8.8	32.5
mai	3	20.6	0.0	47.2	44.3	65.4	67.2	13.5	8.4	0.0	107.3	37.4
	mês	30.4	76.4	251.3	177.4	207.2	129.6	176.0	22.9	19.4	126.1	121.7
jun	1	60.9	57.9	2.7	94.2	2.0	27.0	75.8	38.2	33.0	70.9	46.3
jun	2	0.0	42.4	44.0	5.5	27.4	1.8	14.5	14.0	5.0	70.0	22.5
jun	3	29.1	70.5	60.1	41.9	52.6	121.4	13.7	30.9	98.4	21.4	54.0
	mês	90.0	170.8	106.7	141.7	82.0	150.2	104.0	83.1	136.4	162.3	122.7
jul	1	12.1	49.6	118.4	74.5	57.0	0.0	81.5	12.4	36.2	36.8	47.8
jul	2	22.3	65.7	35.5	55.8	0.0	40.9	12.0	0.0	7.2	56.6	29.6
jul	3	0.0	22.3	95.2	0.0	69.1	0.6	117.0	16.2	21.2	8.3	35.0
	mês	34.4	137.5	249.1	130.3	126.1	41.5	210.5	28.6	64.6	101.7	112.4
ago	1	4.3	97.4	3.2	98.6	102.6	99.4	5.2	1.2	41.0	0.0	45.3
ago	2	3.2	34.6	92.2	50.4	61.0	41.9	0.9	20.8	27.6	28.4	36.1
ago	3	4.3	67.7	19.3	10.2	30.9	8.5	63.5	0.0	106.5	24.4	33.5
	mês	11.8	199.7	114.7	159.2	194.5	149.7	69.6	22.0	175.1	52.8	114.9
set	1	12.0	1.0	9.5	0.0	24.9	14.0	65.8	62.3	80.8	65.6	33.6
set	2	98.7	100.1	34.0	82.4	112.1	77.6	9.4	90.9	41.4	63.2	71.0
set	3	68.7	61.2	80.4	70.8	3.0	37.0	54.7	51.6	91.1	42.1	56.1
	mês	179.4	162.3	123.9	153.2	140.0	128.6	129.9	204.8	213.3	170.9	160.6
out	1	25.4	34.7	31.3	80.5	0.0	50.6	0.0	35.1	64.4	91.2	41.3
out	2	28.5	21.0	62.1	32.4	39.4	39.1	57.6	3.4	0.3	62.1	34.6
out	3	12.2	78.8	48.5	37.0	0.4	44.2	33.8	82.7	48.0	24.2	41.0
	mês	66.1	134.5	141.9	149.9	39.8	133.8	91.4	121.1	112.7	177.5	116.9
nov	1	37.8	180.0	54.3	74.7	0.0	104.2	49.0	0.0	12.3	88.3	60.1
nov	2	21.0	60.2	29.7	6.1	0.0	15.3	70.9	88.4	35.6	63.8	39.1
nov	3	62.7	11.2	0.0	41.0	18.1	83.7	0.5	12.8	49.4	12.8	29.2
	mês	121.5	251.4	83.9	121.9	18.1	203.2	120.4	101.2	97.3	164.9	128.4
dez	1	33.6	0.8	11.5	11.5	1.6	24.5	21.5	9.8	2.4	70.4	18.8
dez	2	111.7	16.0	31.3	39.0	32.8	70.9	10.5	29.3	28.7	16.6	38.7
dez	3	30.9	46.9	33.3	26.4	0.0	10.0	7.2	22.0	63.3	11.6	24.7
	mês	176.2	59.8	75.3	76.9	34.4	105.4	39.2	61.1	94.4	98.6	82.1
total		1069	1430	1753	1686	1423	1596	1432	983	1317	1631	1432

pef = precipitação efetiva (total/período)

## ANEXO 8

TABELA 15. Totais de dias com déficit hídrico decendiais (mensais e anuais) estimados pelo modelo THORNTHWAITTE e MATHER para série histórica (1981-1990) na bacia hidrográfica

	ano	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	série
mês	dec	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	média
(dias)												
jan	1	8	7	9	6	8	10	9	8	10	10	8.5
jan	2	4	10	8	5	9	7	4	7	6	5	6.5
jan	3	11	11	7	5	9	7	8	3	3	6	7.0
total		23	28	24	16	26	24	21	18	19	21	22.0
fev	1	6	7	9	6	6	8	8	10	10	8	7.8
fev	2	5	6	8	8	3	7	8	10	5	9	6.9
fev	3	6	7	2	6	8	1	2	6	7	3	4.8
total		17	20	19	20	17	16	18	26	22	20	19.5
mar	1	8	10	9	8	7	9	9	8	7	6	8.1
mar	2	8	8	9	6	9	4	4	10	7	6	7.1
mar	3	9	7	11	8	3	9	8	9	7	7	7.8
total		25	25	29	22	19	22	21	27	21	19	23.0
abr	1	8	10	5	8	5	1	7	8	5	2	5.9
abr	2	8	6	7	7	6	5	1	10	7	4	6.1
abr	3	2	9	5	7	3	9	8	4	8	2	5.7
total		18	25	17	22	14	15	16	22	20	8	17.7
mai	1	10	8	0	4	7	8	4	6	6	9	6.2
mai	2	7	6	1	6	7	4	4	10	10	6	6.1
mai	3	8	11	5	7	5	3	7	7	11	6	7.0
total		25	25	6	17	19	15	15	23	27	21	19.3
jun	1	1	8	5	2	7	7	3	6	3	1	4.3
jun	2	6	2	2	5	6	8	6	5	6	3	4.9
jun	3	6	3	2	2	8	5	4	3	0	1	3.4
total		13	13	9	9	21	20	13	14	9	5	12.6
jul	1	9	5	0	3	1	7	4	6	3	1	3.9
jul	2	3	2	4	3	10	7	8	10	6	5	5.8
jul	3	8	4	2	9	6	10	4	7	8	5	6.3
total		20	11	6	15	17	24	16	23	17	11	16.0
ago	1	8	6	6	1	1	5	7	10	3	10	5.7
ago	2	8	7	2	7	3	4	10	7	7	6	6.1
ago	3	11	6	9	6	7	9	6	11	3	10	7.8
total		27	19	17	14	11	18	23	28	13	26	19.6
set	1	6	10	8	10	6	8	4	5	4	4	6.5
set	2	4	6	7	4	0	5	7	5	5	5	4.8
set	3	3	3	5	6	10	6	8	4	7	6	5.8
total		13	19	20	20	16	19	19	14	16	15	17.1
out	1	9	7	7	5	10	5	9	7	5	6	7.0
out	2	8	6	8	9	6	8	7	8	10	6	7.6
out	3	8	7	6	7	11	10	7	6	9	8	7.9
total		25	20	21	21	27	23	23	21	24	20	22.5
nov	1	6	3	7	2	10	3	6	10	8	2	5.7
nov	2	8	4	6	9	10	8	8	4	6	3	6.6
nov	3	4	7	10	8	8	5	10	7	7	7	7.3
total		18	14	23	19	28	16	24	21	21	12	19.6
dez	1	9	10	6	7	10	8	8	8	10	5	8.1
dez	2	6	6	7	7	8	7	8	7	8	7	7.1
dez	3	8	6	8	9	11	10	11	10	6	9	8.8
total mes		23	22	21	23	29	25	27	25	24	21	24.0
Total	ano	247	241	212	218	244	237	236	262	233	199	232.9

T = numero total de dias com déficit hídrico decendial

TABELA 16. Totais de dias com déficit hídrico decendiais (mensais e anuais) estimados pelo modelo MODIFICADO para a série histórica (1981-1990) na bacia hidrográfica

mês	ano	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	série média
		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
(dias)												
jan	1	5	2	4	3	6	7	6	6	7	5	5.1
jan	2	2	9	5	1	6	3	1	3	3	3	3.6
jan	3	4	11	4	0	7	5	2	1	2	3	3.9
total		11	22	13	4	19	15	9	10	12	11	12.6
fev	1	3	2	4	1	5	4	6	7	5	6	4.3
fev	2	0	0	1	7	0	1	1	8	3	4	2.5
fev	3	1	2	1	3	3	1	1	3	1	1	1.7
total		4	4	6	11	8	6	8	18	9	11	8.5
mar	1	3	7	4	1	6	3	3	5	3	0	3.5
mar	2	3	3	0	5	0	0	0	7	0	0	1.8
mar	3	6	0	10	1	0	2	4	7	0	0	3.0
total		12	10	14	7	6	5	7	19	3	0	8.3
abr	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4
abr	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0.6
abr	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
total		2	5	2	2	0	0	0	0	0	0	1.1
mai	1	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0.5
mai	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
mai	3	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0.3
total		2	3	1	0	0	2	0	0	2	0	1.0
jun	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
jun	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0.2
jun	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
total		0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0.3
jul	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
jul	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
jul	3	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0.3
total		0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0.3
ago	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.3
ago	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0.4
ago	3	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0.4
total		3	1	2	1	0	0	0	2	0	2	1.1
set	1	0	1	1	1	0	1	0	4	0	0	0.8
set	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.1
set	3	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0.4
total		1	1	1	2	1	1	2	4	0	0	1.3
out	1	1	0	3	0	5	3	2	2	0	0	1.6
out	2	7	0	0	3	3	0	0	2	3	0	1.8
out	3	2	2	5	3	4	5	4	2	4	3	3.4
total		10	2	8	6	12	8	6	6	7	3	6.8
nov	1	1	0	0	1	9	0	0	6	3	0	2.0
nov	2	7	0	1	5	10	7	1	2	3	1	3.7
nov	3	1	1	9	8	5	0	7	1	4	1	3.7
total		9	1	10	14	24	7	8	9	10	2	9.4
dez	1	3	6	3	0	10	3	4	8	9	1	4.7
dez	2	3	2	2	1	5	3	6	1	5	1	2.9
dez	3	1	1	6	8	11	9	8	3	3	4	5.4
total		7	9	11	9	26	15	18	12	17	6	13.0
Total	ano	61	58	68	58	98	59	59	80	60	36	63.7

T = numero total de dias com déficit hídrico decendial

TABELA 17. Totais de dias com déficit hídrico decendiais (mensais e anuais) estimados pelo modelo BALHIDRO para a série histórica (1981-1990) na bacia hidrográfica

mês	ano dec	1981 T	1982 T	1983 T	1984 T	1985 T	1986 T	1987 T	1988 T	1989 T	1990 T	série média
(dias)												
jan	1	5	6	3	0	9	10	10	9	10	3	6.5
jan	2	5	10	6	0	4	1	1	7	3	4	4.1
jan	3	2	11	6	0	9	4	4	2	0	0	3.8
total		12	27	15	0	22	15	15	18	13	7	14.4
fev	1	2	1	0	0	6	8	5	5	1	8	3.6
fev	2	0	0	2	7	0	0	5	10	5	6	3.5
fev	3	0	3	0	5	0	1	1	6	8	0	2.4
total		2	4	2	12	6	9	11	21	14	14	9.5
mar	1	5	10	1	1	7	0	4	9	5	0	4.2
mar	2	7	2	10	5	1	0	0	10	0	0	3.5
mar	3	10	2	11	3	1	0	4	9	5	0	4.5
total		22	14	22	9	9	0	8	28	10	0	12.2
abr	1	9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9
abr	2	9	5	0	3	0	0	0	0	0	0	1.7
abr	3	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6
total		19	20	0	3	0	0	0	0	0	0	4.2
mai	1	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0.9
mai	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
mai	3	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0.7
total		8	8	0	0	0	1	0	0	4	0	2.1
jun	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.1
jun	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
jun	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
total		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.1
jul	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
jul	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
jul	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
total		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
ago	1	5	0	0	0	0	0	0	8	0	0	1.3
ago	2	9	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1.3
ago	3	11	0	0	0	0	0	0	8	0	6	2.5
total		25	0	0	0	0	0	0	20	0	6	5.1
set	1	4	0	0	1	0	2	0	5	0	0	1.2
set	2	1	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0.6
set	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0.2
total		5	0	0	3	0	5	2	5	0	0	2.0
out	1	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0.9
out	2	6	0	0	0	7	0	0	8	1	0	2.2
out	3	4	0	2	4	6	4	1	6	4	5	3.6
total		10	0	2	4	21	5	1	14	5	5	6.7
nov	1	3	0	0	0	10	0	3	3	5	0	2.4
nov	2	7	0	0	2	10	5	0	2	3	0	2.9
nov	3	4	0	9	8	8	0	9	3	2	3	4.6
total		14	0	9	10	28	5	12	8	10	3	9.9
dez	1	0	9	8	3	10	0	7	9	10	1	5.7
dez	2	2	8	8	4	5	2	9	5	6	3	5.2
dez	3	0	4	9	8	11	8	11	9	6	10	7.6
total		2	21	25	15	26	10	27	23	22	14	18.5
Total	ano	119	94	75	56	112	50	76	137	79	49	84.7

T = numero total de dias com déficit hídrico decendial

TABELA 18. - Valores da magnitude de déficit hídrico totais decendiais (mensais e anuais) estimados pelo modelo THORNTHWAITE & MATHER, série histórica (1981-1990), na bacía hidrográfrica

ano	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	série
mês/dec	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	média
	(mm)										
jan 1	22.8	12.2	17.0	13.7	23.0	59.9	31.0	42.5	39.8	28.7	29.1
jan 2	8.8	48.4	20.1	4.5	27.4	20.2	9.0	13.0	22.5	16.2	19.0
jan 3	19.9	69.1	20.5	6.0	27.2	20.2	9.9	3.4	1.9	12.6	19.1
total	51.6	129.7	57.6	24.3	77.6	100.3	49.9	58.9	64.2	57.5	67.2
fev 1	11.5	13.4	19.6	7.9	28.9	17.8	25.8	38.0	19.6	23.8	20.6
fev 2	2.5	2.9	12.0	34.3	2.6	10.3	12.0	48.9	11.4	16.6	15.3
fev 3	8.8	8.5	3.6	12.2	13.9	2.9	3.1	14.6	9.0	0.5	7.7
total	22.8	24.7	35.2	54.4	45.4	31.0	40.8	101.5	40.0	40.9	43.7
mar 1	13.4	39.3	17.5	4.8	24.2	13.4	15.4	19.1	14.1	4.1	16.5
mar 2	12.8	17.7	8.7	16.0	7.4	0.7	1.5	26.4	6.5	6.3	10.4
mar 3	23.7	5.4	30.2	8.5	2.1	11.9	13.0	30.2	3.3	4.4	13.3
total	49.8	62.4	56.4	29.4	33.6	26.1	29.9	75.8	23.9	14.8	40.2
abr 1	10.1	18.5	2.3	7.0	3.2	0.3	5.8	5.8	1.3	0.5	5.5
abr 2	6.7	6.6	8.3	6.3	2.3	1.1	0.1	8.2	2.5	1.1	4.3
abr 3	1.4	5.5	1.2	1.9	2.3	5.1	4.2	1.0	6.0	0.3	2.9
total	18.3	30.6	11.8	15.2	7.9	6.6	10.1	15.1	9.7	1.8	12.7
mai 1	9.8	11.3	0.0	5.2	1.6	8.7	0.3	1.3	1.3	4.4	4.4
mai 2	7.7	1.9	0.1	0.6	2.2	0.7	0.3	5.4	7.4	0.8	2.7
mai 3	1.4	3.5	1.4	2.3	0.8	0.2	1.1	2.2	10.8	1.2	2.5
total	18.8	16.7	1.5	8.1	4.5	9.6	1.8	8.8	19.5	6.4	9.6
jun 1	0.3	6.0	0.4	0.9	1.2	0.7	0.5	1.6	1.3	0.1	1.3
jun 2	0.7	0.1	0.7	2.6	0.7	3.5	0.7	0.6	0.8	0.2	1.1
jun 3	1.3	0.2	0.1	0.2	3.1	2.8	0.8	0.2	0.0	0.2	0.9
total	2.2	6.3	1.2	3.7	5.0	7.0	2.0	2.4	2.0	0.5	3.2
jul 1	6.8	0.6	0.0	1.8	0.0	1.8	0.7	2.1	0.3	0.1	1.4
jul 2	0.5	0.2	0.3	0.6	4.0	3.6	5.9	4.2	0.9	0.2	2.0
jul 3	2.7	0.4	0.4	2.5	8.3	2.5	4.4	3.9	1.1	0.4	2.7
total	10.0	1.2	0.7	4.8	12.3	7.9	11.0	10.2	2.3	0.7	6.1
ago 1	10.0	0.9	1.4	0.1	0.1	2.4	1.3	8.4	1.1	7.1	3.3
ago 2	2.9	3.4	0.4	1.9	0.8	0.8	5.5	6.9	3.5	6.2	3.2
ago 3	11.8	2.8	12.4	2.1	1.6	5.8	4.3	8.6	0.5	7.3	5.7
total	24.7	7.1	14.2	4.0	2.5	8.9	11.1	24.0	5.1	20.5	12.2
set 1	6.5	9.4	2.2	16.0	4.4	7.5	2.0	12.1	1.6	2.3	6.4
set 2	3.5	4.5	3.2	4.4	0.0	5.1	2.8	2.5	2.8	2.9	3.2
set 3	1.1	1.9	5.4	2.2	9.6	5.5	15.3	2.5	5.9	2.8	5.2
total	11.1	15.8	10.8	22.6	14.0	18.1	20.1	17.1	10.3	8.0	14.8
out 1	9.3	4.3	11.9	4.9	29.6	11.9	11.5	11.5	3.6	6.0	10.5
out 2	27.8	5.6	6.0	11.4	22.1	10.0	6.0	14.3	14.3	4.2	12.2
out 3	12.9	10.9	16.9	16.0	24.1	20.3	13.2	9.8	20.3	20.1	16.5
total	49.9	20.9	34.7	32.3	75.9	42.3	30.8	35.6	38.2	30.4	39.1
nov 1	7.6	3.3	5.8	3.5	58.2	3.4	6.8	25.3	17.3	0.8	13.2
nov 2	27.9	2.7	5.8	23.1	71.1	31.6	12.2	5.7	11.1	5.8	19.7
nov 3	7.1	8.9	40.6	41.6	24.7	1.8	47.8	10.1	15.4	9.6	20.8
total	42.5	14.9	52.3	68.2	154.0	36.8	66.8	41.1	43.8	16.1	53.7
dez 1	14.8	32.3	16.8	9.2	60.5	16.0	22.1	29.1	44.3	7.2	25.2
dez 2	12.9	12.9	13.6	14.9	25.1	18.7	31.1	10.7	43.7	9.6	19.3
dez 3	9.8	9.2	33.6	38.7	74.1	35.9	36.8	21.5	18.1	21.3	29.9
total	37.6	54.5	64.0	62.8	159.7	70.5	90.1	61.3	106.2	38.1	74.5
Tot	339.3	384.8	340.4	330.0	592.4	365.0	364.3	451.9	365.2	235.7	376.9

deft = soma dos déficits hídricos decendiais

TABELA 19. Valores da magnitude de déficit hídrico totais decendiais (mensais e anuais) estimados pelo modelo MODIFICADO para a série histórica (1981-1990) na bacia hidrográfica

ano	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	série
mêsdec	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	média
						(mm)					
jan 1	20.1	3.6	10.0	10.7	18.6	42.3	30.1	40.2	33.7	24.7	23.4
jan 2	3.1	42.4	15.6	1.6	25.4	17.6	5.2	7.2	18.1	12.6	14.9
jan 3	17.4	69.5	19.4	0.0	27.6	18.7	4.3	0.3	0.4	9.7	16.7
total	40.5	115.5	45.0	12.2	71.6	78.6	39.6	47.8	52.2	47.0	55.0
fev 1	8.7	7.0	10.9	3.8	24.1	11.1	24.3	36.7	16.2	20.5	16.3
fev 2	0.0	0.0	1.6	36.5	0.0	0.9	1.9	38.0	11.4	12.7	10.3
fev 3	3.1	1.8	0.6	8.7	9.3	3.0	2.7	8.0	3.3	0.4	4.1
total	11.8	8.8	13.1	48.9	33.3	15.0	28.9	82.6	30.9	33.5	30.7
mar 1	6.9	32.8	13.3	2.6	21.0	7.6	10.6	17.7	8.3	0.0	12.1
mar 2	7.3	13.1	0.0	14.9	0.0	0.0	0.0	23.2	0.0	0.0	5.9
mar 3	20.1	0.0	34.9	1.0	0.0	5.9	5.6	26.5	0.0	0.0	9.4
total	34.3	45.9	48.2	18.5	21.0	13.4	16.2	67.3	8.3	0.0	27.3
abr 1	3.4	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
abr 2	0.0	5.4	2.5	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
abr 3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
total	4.3	9.4	2.5	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
mai 1	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
mai 2	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
mai 3	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.4
total	4.0	4.4	1.1	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0	1.6
jun 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
jun 2	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
jun 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
total	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3
jul 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
jul 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
jul 3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
total	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
ago 1	6.6	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
ago 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	4.4	0.6
ago 3	0.7	0.6	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
total	7.3	0.6	6.4	0.9	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	4.4	2.2
set 1	0.0	0.7	0.6	1.8	0.0	0.4	0.0	10.5	0.0	0.0	1.4
set 2	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
set 3	2.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	1.0
total	2.0	0.7	0.6	3.6	1.7	0.4	6.8	10.5	0.0	0.0	2.6
out 1	0.5	0.0	8.6	0.0	23.5	4.7	6.0	8.6	0.0	0.0	5.2
out 2	25.8	0.0	0.0	7.4	16.4	0.0	0.0	5.1	8.4	0.0	6.3
out 3	3.6	6.5	16.2	14.4	16.8	19.2	10.4	6.2	17.7	8.2	11.9
total	29.8	6.5	24.8	21.7	56.8	23.9	16.3	19.8	26.1	8.2	23.4
nov 1	1.7	0.0	0.0	3.0	55.2	0.0	0.0	16.0	10.4	0.0	8.6
nov 2	29.5	0.0	1.4	20.8	71.1	23.3	1.4	5.7	6.2	3.5	16.3
nov 3	0.3	2.5	42.8	43.3	21.4	0.0	42.8	1.9	11.5	1.2	16.8
total	31.6	2.5	44.2	67.2	147.7	23.3	44.2	23.6	28.1	4.7	41.7
dez 1	6.1	26.1	13.1	0.0	61.6	7.2	17.6	29.5	43.5	3.2	20.8
dez 2	10.9	7.3	7.2	6.6	20.5	16.9	30.4	0.8	26.2	3.1	13.0
dez 3	1.1	5.2	32.9	40.5	78.0	36.2	32.8	11.1	13.4	8.5	26.0
total	18.1	38.5	53.1	47.1	160.1	60.4	80.9	41.4	83.1	14.8	59.8
Tot	183.7	232.8	239.0	225.3	497.1	218.1	232.9	295.1	231.8	112.9	246.9

deft = soma dos déficit hídricos decendiais



TABELA 20. Valores da magnitude de déficit hídrico totais decendiais (mensais e anuais) estimados pelo modelo BALHIDRO para a série histórica (1981-1990) na bacia hidrográfica

ano	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	série
mêsdec	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	média
	(mm)										
jan 1	27.2	28.5	15.6	0.0	48.6	61.4	62.3	68.7	51.3	19.2	38.3
jan 2	31.5	70.6	29.4	0.0	30.1	6.6	6.6	32.5	20.1	20.0	24.7
jan 3	6.1	73.5	29.2	0.0	48.6	22.6	14.0	9.0	0.0	0.0	20.3
total	64.7	172.6	74.2	0.0	127.3	90.7	82.9	110.3	71.4	39.2	83.3
fev 1	11.2	4.4	0.0	0.0	34.9	43.7	31.8	30.0	5.5	49.3	21.1
fev 2	0.0	0.0	5.2	42.8	0.0	0.0	26.7	54.6	16.6	27.9	17.4
fev 3	0.0	9.6	0.0	30.0	0.0	1.5	6.1	27.0	30.5	0.0	10.5
total	11.2	14.0	5.2	72.8	34.9	45.2	64.6	111.6	52.7	77.2	49.0
mar 1	17.3	54.7	2.4	0.8	30.1	0.0	16.0	44.7	21.3	0.0	18.7
mar 2	28.9	13.1	31.9	22.8	3.2	0.0	0.0	44.1	0.0	0.0	14.4
mar 3	39.7	5.0	43.7	12.3	2.8	0.0	10.9	35.9	14.1	0.0	16.4
total	85.9	72.8	78.0	35.9	36.2	0.0	26.9	124.6	35.4	0.0	49.6
abr 1	34.8	39.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
abr 2	34.1	17.3	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
abr 3	3.3	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
total	72.2	70.5	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8
mai 1	0.0	20.9	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
mai 2	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
mai 3	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	1.0
total	14.0	20.9	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	5.4	0.0	4.2
jun 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.2
jun 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
jun 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.2
jul 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
jul 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
jul 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ago 1	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	0.0	2.3
ago 2	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	2.7
ago 3	24.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	0.0	8.7	5.6
total	56.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.7	0.0	8.7	10.5
set 1	19.9	0.0	0.0	3.3	0.0	5.0	0.0	20.0	0.0	0.0	4.8
set 2	3.0	0.0	0.0	7.7	0.0	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
set 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	0.7
total	22.9	0.0	0.0	11.0	0.0	15.8	6.6	20.0	0.0	0.0	7.6
out 1	0.0	0.0	0.0	0.0	31.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
out 2	30.3	0.0	0.0	0.0	36.0	0.0	0.0	34.5	2.0	0.0	10.3
out 3	24.5	0.0	10.0	21.2	27.6	22.1	3.4	29.8	22.7	17.4	17.9
total	54.8	0.0	10.0	21.2	95.1	24.4	3.4	64.3	24.8	17.4	31.5
nov 1	15.2	0.0	0.0	0.0	67.8	0.0	7.4	13.6	24.4	0.0	12.8
nov 2	45.0	0.0	0.0	9.7	73.1	29.8	0.0	5.1	15.0	0.0	17.8
nov 3	18.7	0.0	56.4	51.1	47.7	0.0	50.9	10.4	8.9	15.1	25.9
total	78.9	0.0	56.4	60.8	188.6	29.8	58.3	29.1	48.3	15.1	56.5
dez 1	0.0	53.2	60.6	15.8	70.5	0.0	35.0	55.3	56.2	6.4	35.3
dez 2	9.7	44.7	29.0	20.3	29.6	11.6	60.7	24.4	42.4	17.4	29.0
dez 3	0.0	23.7	68.1	57.7	87.9	41.0	54.2	42.9	29.4	51.0	45.6
total	9.7	121.6	157.7	93.8	188.1	52.5	149.9	122.5	128.0	74.8	109.9
total	470.4	472.3	381.6	300.7	670.1	260.2	392.5	623.2	367.6	232.5	417.1

deft = soma dos déficit hídricos decendiais

ANEXO 9

TABELA 21. Classes dos Totais de Dias com Déficit Hídrico em cada decêndio, Frequência Absoluta (%), Frequência Acumulada Complementar (%) e Probabilidade Linear (%), para a série histórica (1981-1990) obtidos do modelo BHT

mes: JAN												mes: JUL														
decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3				decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	1	10	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1-2	2	20	90	85.7	1	10	100	-	1	10	100	-	
3-4	0	-	-	-	2	20	100	-	2	20	100	-	3-4	3	30	70	68.5	3	30	90	83.2	2	20	90	85.0	
5-6	1	10	100	-	3	30	80	77.7	2	20	80	79.5	5-6	2	20	40	50.3	2	20	60	63.9	2	20	70	66.3	
7-8	4	40	90	79.6	3	30	50	52.1	3	30	60	56.6	7-8	1	10	20	32.1	2	20	40	44.7	3	30	50	47.6	
09-11	5	50	50	49.6	2	20	20	26.5	3	30	30	33.6	09-11	1	10	10	13.9	2	20	20	25.4	2	20	20	28.9	

mes: FEV												mes: AGO														
decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3				decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	3	30	100	-	1-2	2	20	100	-	1	10	100	-	0	-	-	-	
3-4	0	-	-	-	1	10	100	-	1	10	70	77.5	3-4	1	10	80	81.4	2	20	90	85.6	1	10	100	-	
5-6	3	30	100	-	3	30	90	81.9	3	30	60	55.2	5-6	3	30	70	63.2	1	10	70	65.5	3	30	90	83.8	
7-8	4	40	70	70.0	4	40	60	55.8	3	30	30	33.0	7-8	2	20	40	44.9	5	50	60	45.4	1	10	60	63.4	
09-11	3	30	30	33.9	2	20	20	29.8	0	-	-	-	09-11	2	20	20	26.7	1	10	10	25.3	5	50	50	43.1	

mes: MAR												mes: SET														
decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3				decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	1	10	100	-	0	-	-	-	
1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1-2	0	-	-	-	0	0	90	93.1	0	-	-	-	
3-4	0	-	-	-	2	20	100	-	1	10	100	-	3-4	3	30	100	-	2	20	90	74.0	3	30	100	-	
5-6	1	10	100	-	2	20	80	79.5	0	0	90	87.9	5-6	3	30	70	74.5	5	50	70	55.0	4	40	70	72.3	
7-8	5	50	90	77.7	3	30	60	56.6	5	50	90	68.2	7-8	2	20	40	49.1	2	20	20	35.9	2	20	30	43.3	
09-11	4	40	40	44.8	3	30	30	33.6	4	40	40	48.5	09-11	2	20	20	23.6	0	-	-	-	1	10	10	14.2	

mes: ABR												mes: OUT														
decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3				decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
1-2	2	20	100	-	1	10	100	-	2	20	100	-	1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
3-4	0	0	80	83.3	1	10	90	86.4	2	20	80	80.7	3-4	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
5-6	3	30	80	63.7	3	30	80	65.7	1	10	60	63.0	5-6	4	40	100	-	3	30	100	-	2	20	100	-	
7-8	4	40	50	44.1	4	40	50	45.1	3	30	50	45.4	7-8	3	30	60	67.9	5	50	70	67.6	5	50	80	72.2	
09-11	1	10	10	24.4	1	10	10	24.4	2	20	20	27.7	09-11	3	30	30	31.8	2	20	20	28.1	3	30	30	36.2	

mes: MAI												mes: NOV														
decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3				decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	1	10	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
1-2	0	0	90	92.2	1	10	100	-	0	-	-	-	1-2	2	20	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
3-4	2	20	90	77.2	2	20	90	84.5	1	10	100	-	3-4	2	20	80	80.2	3	30	100	-	1	10	100	-	
5-6	2	20	70	62.2	3	30	70	65.2	3	30	90	81.9	5-6	2	20	60	61.9	2	20	70	75.7	1	10	90	84.5	
7-8	3	30	50	47.1	2	20	40	45.9	4	40	60	55.8	7-8	2	20	40	43.7	3	30	50	50.8	6	60	80	59.8	
09-11	2	20	20	32.1	2	20	20	26.7	2	20	20	29.8	09-11	2	20	20	25.4	2	20	20	25.9	2	20	20	35.0	

mes: JUN												mes: DEZ														
decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3				decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	100	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
1-2	3	30	100	-	2	20	100	-	3	30	90	86.7	1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
3-4	2	20	70	76.4	1	10	80	79.1	3	30	60	63.1	3-4	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
5-6	2	20	50	53.6	6	60	70	51.8	2	20	30	39.4	5-6	2	20	100	-	2	20	100	-	2	20	100	-	
7-8	3	30	30	30.8	1	10	10	24.4	1	10	10	15.8	7-8	4	40	80	74.3	8	80	80	68.6	2	20	80	78.1	
09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	09-11	4	40	40	41.4	0	-	-	-	6	60	60	50.8	

TABELA 22. Classes dos Totais de Dias com Déficit Hídrico em cada decêndio, Frequência Absoluta (%), Frequência Acumulada Complementar (%) e Probabilidade Linear (%), para a série histórica (1981-1990) obtidos do modelo BHM

cont...												
mes: JAN				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	100	-
1-2	1	10	100	-	3	30	100	-	3	30	90	84.5
3-4	2	20	90	83.1	4	40	70	72.3	3	30	60	66.3
5-6	5	50	70	57.7	2	20	30	50.5	1	10	30	48.2
7-8	2	20	20	32.3	0	0	10	28.6	1	10	20	30.1
09-11	0	-	-	-	1	10	10	6.8	1	10	10	12.0
mes: FEV				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	3	30	100	-	0	-	-	-
1-2	2	20	100	-	3	30	70	77.3	7	70	100	-
3-4	3	30	80	76.7	2	20	40	57.6	3	30	30	38.0
5-6	4	40	50	48.2	0	0	20	37.9	0	-	-	-
7-8	1	10	10	19.7	2	20	20	18.2	0	-	-	-
09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: MAR				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	1	10	100	-	6	60	100	-	4	40	100	-
1-2	1	10	90	89.5	0	0	40	71.8	2	20	60	74.2
3-4	5	50	80	65.7	2	20	40	52.1	1	10	40	58.9
5-6	2	20	30	41.9	1	10	20	32.5	1	10	30	43.7
7-8	1	10	10	18.1	1	10	10	12.8	1	10	20	29.4
09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	13.1
mes: ABR				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	8	80	100	-	7	70	100	-	9	90	100	-
1-2	1	10	20	62.8	3	30	30	38.0	1	10	10	21.2
3-4	1	10	10	10.6	0	-	-	-	0	-	-	-
5-6	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
7-8	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: MAI				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	8	80	100	-	9	90	100	-	8	80	100	-
1-2	1	10	20	62.8	1	10	10	21.2	2	20	20	31.0
3-4	1	10	10	10.6	0	-	-	-	0	-	-	-
5-6	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
7-8	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: JUN				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	10	100	100	-	9	90	100	-	9	90	100	-
1-2	0	-	-	-	1	10	10	21.2	1	10	10	21.2
3-4	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
5-6	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
7-8	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: JUL				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	10	100	100	-	10	100	100	-	10	100	100	-
1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
3-4	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
5-6	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
7-8	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: AGO				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	8	80	100	-	8	80	100	-	7	70	100	-
1-2	2	20	20	31.0	2	20	20	31.0	3	30	30	38.0
3-4	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
5-6	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
7-8	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: SET				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	5	50	100	-	9	90	100	-	7	70	100	-
1-2	4	40	50	69.6	1	10	10	21.2	3	30	30	38.0
3-4	1	10	10	14.7	0	-	-	-	0	-	-	-
5-6	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
7-8	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: OUT				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	4	40	100	-	5	50	100	-	0	-	-	-
1-2	3	30	60	75.7	1	10	50	73.0	3	30	100	-
3-4	2	20	30	44.5	3	30	40	51.5	5	50	70	67.6
5-6	1	10	10	13.3	0	0	10	30.0	2	20	20	29.1
7-8	0	-	-	-	1	10	10	8.5	0	-	-	-
09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: NOV				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	5	50	100	-	1	10	100	-	1	10	100	-
1-2	2	20	50	69.9	4	40	90	84.1	4	40	90	84.1
3-4	1	10	30	54.3	1	10	50	67.0	1	10	50	67.0
5-6	1	10	20	38.8	1	10	40	49.9	1	10	40	49.9
7-8	0	0	10	23.2	2	20	30	32.9	2	20	30	32.9
09-11	1	10	10	15.7	1	10	10	15.8	1	10	10	15.8
mes: DEZ				decendio: 1			decendio: 2			decendio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	1	10	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	1	10	90	87.5	5	50	100	-	2	20	100	-
3-4	4	40	80	71.3	2	20	50	66.0	3	30	80	79.1
5-6	1	10	40	55.0	3	30	30	30.0	1	10	50	60.8
7-8	1	10	30	38.8	0	-	-	-	2	20	40	42.6
09-11	2	20	20	22.6	0	-	-	-	2	20	20	24.3

TABELA 23. Classes dos Totais de Dias com Déficit Hídrico em cada decêndio, Frequência Absoluta (%), Frequência Acumulada Complementar (%) e Probabilidade Linear (%), para a série histórica (1981-1990) obtidos do modelo BHB

cont...											
mes: JÂN			decêndio: 1			decêndio: 2			decêndio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	
0	1	10 100 -	1	10 100 -	3	30 100 -					
1-2	0	0 90 90.6	2	20 90 86.7	2	20 70 76.9					
3-4	2	20 90 78.6	3	30 70 68.5	2	20 50 62.9					
5-6	2	20 70 66.6	2	20 40 50.3	0	0 30 49.0					
7-8	0	0 50 54.6	1	10 20 32.1	1	10 30 35.1					
9-11	5	50 50 42.6	1	10 10 13.9	2	20 20 21.2					
mes: JUL			decêndio: 1			decêndio: 2			decêndio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	
0	10	100 100 -	10	100 100 -	10	100 100 -					
1-2	0	- - -	0	- - -	0	- - -					
3-4	0	- - -	0	- - -	0	- - -					
5-6	0	- - -	0	- - -	0	- - -					
7-8	0	- - -	0	- - -	0	- - -					
9-11	0	- - -	0	- - -	0	- - -					
mes: FEV			decêndio: 1			decêndio: 2			decêndio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	
0	2	20 100 -	4	40 100 -	4	40 100 -					
1-2	3	30 80 82.4	1	10 60 77.0	2	20 60 76.2					
3-4	0	0 50 63.8	0	0 50 61.8	1	10 40 55.9					
5-6	3	30 50 45.2	3	30 50 46.7	2	20 30 35.5					
7-8	2	20 20 26.6	1	10 20 31.5	1	10 10 15.1					
9-11	0	- - -	1	10 10 16.3	0	- - -					
mes: AÇO			decêndio: 1			decêndio: 2			decêndio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	
0	8	80 100 -	8	80 100 -	8	80 100 -					
1-2	0	0 20 64.3	0	0 20 60.8	0	0 20 60.8					
3-4	0	0 20 46.6	1	10 20 47.2	0	0 10 33.3					
5-6	1	10 20 28.9	0	0 10	1	10 10 6.1					
7-8	1	10 10	0	0 10	1	- - -					
9-11	0	- - -	1	10 10	1	- - -					
mes: MAR			decêndio: 1			decêndio: 2			decêndio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	
0	2	20 100 -	4	40 100 -	2	20 100 -					
1-2	2	20 80 81.9	2	20 60 74.3	2	20 80 80.6					
3-4	1	10 60 57.3	0	0 40 61.4	2	20 60 67.0					
5-6	2	20 50 52.8	1	10 40 48.5	1	10 40 53.4					
7-8	1	10 30 38.3	1	10 30 35.6	0	0 30 39.9					
9-11	2	20 20 23.8	2	20 20 22.7	3	30 30 26.3					
mes: SET			decêndio: 1			decêndio: 2			decêndio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	
0	6	60 100 -	7	70 100 -	9	90 100 -					
1-2	2	20 40 70.4	2	20 30 65.3	1	10 10 21.2					
3-4	1	10 20 40.4	1	10 10 12.1	0	- - -					
5-6	1	10 10 10.3	0	- - -	0	- - -					
7-8	0	- - -	0	- - -	0	- - -					
9-11	0	- - -	0	- - -	0	- - -					
mes: OUT			decêndio: 1			decêndio: 2			decêndio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	
0	8	80 100 -	6	60 100 -	1	10 100 -					
1-2	1	10 20 61.5	1	10 40 70.5	2	20 90 88.7					
3-4	0	0 10 42.8	0	0 30 53.9	4	40 70 62.2					
5-6	0	0 10 24.1	1	10 30 37.4	3	30 30 35.7					
7-8	1	10 10 5.5	2	20 20 20.9	0	- - -					
9-11	0	- - -	0	- - -	0	- - -					
mes: NOV			decêndio: 1			decêndio: 2			decêndio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	
0	5	50 100 -	4	40 100 -	2	20 100 -					
1-2	0	0 50 72.6	2	20 60 74.2	1	10 80 82.7					
3-4	3	30 50 56.6	1	10 40 58.9	3	30 70 68.4					
5-6	1	10 20 40.6	1	10 30 43.7	0	0 40 54.0					
7-8	0	0 10 24.6	1	10 20 28.4	2	20 40 39.7					
9-11	1	10 10 8.6	1	10 10 13.1	2	20 20 25.4					
mes: DEZ			decêndio: 1			decêndio: 2			decêndio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	
0	2	20 100 -	0	- - -	1	10 100 -					
1-2	1	10 80 83.2	2	20 100 -	0	0 90 91.7					
3-4	1	10 70 72.3	2	20 80 82.6	1	10 90 80.9					
5-6	0	0 60 61.4	3	30 60 60.7	1	10 80 70.2					
7-8	2	20 60 50.6	2	20 30 38.9	2	20 70 59.5					
9-11	4	40 40 39.7	1	10 10 17.0	5	50 50 48.8					
mes: JÂN			decêndio: 1			decêndio: 2			decêndio: 3		
Classes	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)FA(%)PL(%)	
0	9	90 100 -	10	100 100 -	10	100 100 -					
1-2	1	10 10 21.2	0	- - -	0	- - -					
3-4	0	- - -	0	- - -	0	- - -					
5-6	0	- - -	0	- - -	0	- - -					
7-8	0	- - -	0	- - -	0	- - -					
9-11	0	- - -	0	- - -	0	- - -					

TABELA 24. Classes das Magnitudes de Déficit Hídrico Totais decêndiais Frequência Absoluta, Frequência Acumulada Complementar e Probabilidade Linear, para a série histórica (1981-1990), obtidas do modelo BHT.

mes: JAN				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>0-10	0	-	-	-	3	30	100	-	4	40	100	-	0	-	-	-
>10-20	3	30	100	-	2	20	70	74.7	2	20	60	67.7	0	-	-	-
>20-30	3	30	70	74.5	4	40	50	52.9	3	30	40	54.9	0	-	-	-
>30-40	2	20	40	53.7	0	0	10	31.0	0	0	10	42.1	0	-	-	-
>40-50	1	10	20	32.8	1	10	10	9.2	0	0	10	29.3	0	-	-	-
>50-60	1	10	10	12.0	0	-	-	-	0	0	10	16.5	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	3.7	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: FEV				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>0-10	1	10	100	-	3	30	100	-	7	70	100	-	0	-	-	-
>10-20	5	50	90	78.7	5	50	70	73.9	3	30	30	38.0	0	-	-	-
>20-30	3	30	40	48.5	0	0	20	52.4	0	-	-	-	0	-	-	-
>30-40	1	10	10	18.4	1	10	20	30.8	0	-	-	-	0	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	1	10	10	9.3	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: MAR				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>0-10	2	20	100	-	6	60	100	-	5	50	100	-	0	-	-	-
>10-20	6	60	80	72.9	3	30	40	58.5	2	20	50	69.7	0	-	-	-
>20-30	1	10	20	42.5	1	10	10	14.1	1	10	30	44.8	0	-	-	-
>30-40	1	10	10	12.1	0	-	-	-	2	20	20	19.9	0	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

cont...

mes: ABR				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>0-10	8	80	100	-	10	100	100	-	10	100	100	-	10	100	100	-
>10-20	2	20	20	31.0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: MAI				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	1	10	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>0-10	8	80	90	94.4	10	100	100	-	9	90	100	-	9	90	100	-
>10-20	1	10	10	21.2	0	-	-	-	1	10	10	21.2	0	-	-	-
>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: JUN				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	100	-
>0-10	10	100	100	-	10	100	100	-	10	100	100	-	9	90	90	78.8
>10-20	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

cont...															
mes: JUL				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)			
0	1	10	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>0-10	9	90	90	78.8	10	100	100	-	10	100	100	-			
>10-20	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
mes: AGO															
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3							
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)			
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>0-10	10	100	100	-	10	100	100	-	8	80	100	-			
>10-20	0	-	-	-	0	-	-	-	2	20	20	31.0			
>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
mes: SET															
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3							
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)			
0	0	-	-	-	1	10	100	-	0	-	-	-			
>0-10	8	80	100	-	9	90	90	78.8	9	90	100	-			
>10-20	2	20	20	31.0	0	-	-	-	1	10	10	21.2			
>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			

cont...															
mes: OUT				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)			
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>0-10	5	50	100	-	4	40	100	-	1	10	100	-			
>10-20	4	40	50	60.4	4	40	60	65.5	5	50	90	77.7			
>20-30	1	10	10	16.0	2	20	20	26.0	4	40	40	44.8			
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
mes: NOV															
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3							
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)			
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>0-10	7	70	100	-	4	40	100	-	4	40	100	-			
>10-20	1	10	30	62.1	2	20	60	66.7	2	20	60	73.3			
>20-30	1	10	20	47.7	2	20	40	56.3	1	10	40	57.2			
>30-40	0	0	10	33.2	1	10	20	45.9	0	0	30	41.0			
>40-50	0	0	10	18.8	0	0	10	35.5	3	30	30	24.8			
>50-60	1	10	10	4.4	0	0	10	25.1	0	-	-	-			
>60-70	0	-	-	-	0	0	10	14.7	0	-	-	-			
>70-80	0	-	-	-	1	10	10	4.3	0	-	-	-			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
mes: DEZ															
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3							
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)			
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>0-10	2	20	100	-	1	10	100	-	2	20	100	-			
>10-20	3	30	80	75.8	6	60	90	78.4	1	10	80	79.8			
>20-30	2	20	50	62.2	1	10	30	55.8	2	20	70	67.1			
>30-40	1	10	30	48.6	1	10	20	33.3	4	40	50	54.5			
>40-50	1	10	20	35.0	1	10	10	10.7	0	0	10	41.9			
>50-60	0	0	10	21.4	0	-	-	-	0	0	10	29.2			
>60-70	1	10	10	7.8	0	-	-	-	0	0	10	16.6			
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	4.0			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			

TABELA 25. Classes das Magnitudes de Déficit Hídrico Totais decendiais Frequência Absoluta, Frequência Acumulada Complementar e Probabilidade Linear, para a série histórica (1981-1990), obtidas do modelo BHM.

mes: JAN												cont...													
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3					
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	4	40	100	-	3	30	100	-	4	40	100	-
>0-10	1	10	100	-	4	40	100	-	4	40	100	-	>0-10	4	40	60	79.0	5	50	70	85.9	6	60	60	55.5
>10-20	2	20	90	84.5	3	30	60	70.4	3	30	60	66.4	>10-20	1	10	20	46.3	2	20	20	31.0	0	-	-	-
>20-30	3	30	70	65.2	2	20	30	49.2	2	20	30	53.8	>20-30	1	10	10	13.6	0	-	-	-	0	-	-	-
>30-40	2	20	40	45.9	0	0	10	28.0	0	0	10	41.2	>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>40-50	2	20	20	26.7	1	10	10	6.8	0	0	10	28.6	>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	10	16.0	>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	3.5	>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: FEV												mes: MAI													
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3					
0	0	-	-	-	1	10	100	-	0	-	-	-	0	4	40	100	-	5	50	100	-	8	80	100	-
>0-10	2	20	100	-	4	40	90	-	7	70	100	-	>0-10	5	50	60	82.8	5	50	50	50.0	2	20	20	31.0
>10-20	3	30	80	76.7	3	30	50	66.0	2	20	30	56.4	>10-20	1	10	10	21.2	0	-	-	-	0	-	-	-
>20-30	4	40	50	48.2	0	0	20	47.5	1	10	10	12.0	>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>30-40	1	10	10	19.7	1	10	20	29.0	0	-	-	-	>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	1	10	10	10.5	0	-	-	-	>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: MAR												mes: JUN													
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3					
0	0	-	-	-	2	20	100	-	1	10	100	-	0	5	50	100	-	6	60	100	-	4	40	100	-
>0-10	3	30	100	-	4	40	80	87.4	5	50	90	87.9	>0-10	5	50	50	50.0	4	40	40	44.3	5	50	60	82.8
>10-20	2	20	70	74.7	2	20	40	52.3	1	10	40	63.4	>10-20	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	21.2
>20-30	4	40	50	46.9	2	20	20	17.2	2	20	30	38.8	>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>30-40	1	10	10	19.0	0	-	-	-	1	10	10	14.3	>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

cont...

mes: JUL decendio: 1					decendio: 2					decendio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)		
0	5	50	100	-	5	50	100	-	4	40	100	-		
>0-10	5	50	50	50.0	5	50	50	50.0	6	60	60	55.5		
>10-20	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		

mes: AGO decendio: 1					decendio: 2					decendio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)		
0	4	40	100	-	5	50	100	-	2	20	100	-		
>0-10	5	50	60	82.8	4	40	50	80.0	6	60	80	89.3		
>10-20	1	10	10	21.2	1	10	10	21.2	2	20	20	31.0		
>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		

mes: SET decendio: 1					decendio: 2					decendio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)		
0	2	20	100	-	3	30	100	-	2	20	100	-		
>0-10	4	40	80	89.3	7	70	70	61.8	5	50	80	89.3		
>10-20	4	40	40	44.3	0	-	-	-	3	30	30	38.0		
>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		

cont...

mes: OUT decendio: 1					decendio: 2					decendio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)		
0	2	20	100	-	3	30	100	-	0	-	-	-		
>0-10	3	30	80	88.4	2	20	70	85.3	4	40	100	-		
>10-20	4	40	50	53.8	4	40	50	52.6	3	30	60	67.9		
>20-30	1	10	10	19.3	1	10	10	19.9	3	30	30	31.8		
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		

mes: NOV decendio: 1					decendio: 2					decendio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)		
0	3	30	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>0-10	4	40	70	69.9	4	40	100	-	5	50	100	-		
>10-20	2	20	30	56.9	2	20	60	66.7	1	10	50	74.4		
>20-30	0	0	10	44.0	2	20	40	56.3	1	10	40	57.9		
>30-40	0	0	10	31.0	1	10	20	45.9	0	0	30	41.4		
>40-50	0	0	10	18.0	0	0	10	35.5	3	30	30	24.8		
>50-60	1	10	10	5.0	0	0	10	25.1	0	-	-	-		
>60-70	0	-	-	-	0	0	10	14.7	0	-	-	-		
>70-80	0	-	-	-	1	10	10	4.3	0	-	-	-		
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		

mes: DEZ decendio: 1					decendio: 2					decendio: 3				
Classe	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)		
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>0-10	3	30	100	-	3	30	100	-	3	30	100	-		
>10-20	2	20	70	74.3	4	40	70	72.3	2	20	70	73.5		
>20-30	2	20	50	61.5	2	20	30	50.5	0	0	50	62.4		
>30-40	0	0	30	48.6	0	0	10	28.6	3	30	50	51.4		
>40-50	2	20	30	35.8	1	10	10	6.8	1	10	20	40.3		
>50-60	0	0	10	22.9	0	-	-	-	0	0	10	29.2		
>60-70	1	10	10	10.1	0	-	-	-	0	0	10	18.1		
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	7.0		
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>90-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		



TABELA 26. Classes das Magnitudes de Déficit Hídrico Totais decêndiais Frequência Absoluta, Frequência Acumulada Complementar e Probabilidade Linear, para a série histórica (1981-1990), obtidas do modelo BHB.

cont...															
mes: JAN				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)			
0	1	10	100	-	1	10	100	-	3	30	100	-			
>0-10	0	0	90	89.0	2	20	90	83.7	2	20	70	73.7			
>10-20	2	20	90	79.4	0	0	70	72.6	0	0	50	64.5			
>20-30	2	20	70	69.9	3	30	70	61.4	2	20	50	55.2			
>30-40	0	0	50	60.4	3	30	40	50.3	1	10	30	46.0			
>40-50	1	10	50	50.9	0	0	10	39.2	1	10	20	36.7			
>50-60	1	10	40	41.4	0	0	10	28.0	0	0	10	27.5			
>60-70	3	30	30	31.8	0	0	10	16.9	0	0	10	18.2			
>70-80	0	-	-	-	1	10	10	5.7	1	10	10	9.0			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
mes: FEV				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)			
0	2	20	100	-	4	40	100	-	4	40	100	-			
>0-10	2	20	80	84.8	1	10	60	74.7	3	30	60	76.9			
>10-20	1	10	60	71.1	1	10	50	62.7	0	0	30	56.6			
>20-30	0	0	50	57.3	2	20	40	50.7	2	20	30	36.4			
>30-40	3	30	50	43.6	0	0	20	38.8	1	10	10	16.1			
>40-50	2	20	20	29.8	1	10	20	26.8	0	-	-	-			
>50-60	0	-	-	-	1	10	10	14.8	0	-	-	-			
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
mes: MAR				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)			
0	2	20	100	-	4	40	100	-	2	20	100	-			
>0-10	2	20	80	81.0	1	10	60	77.5	2	20	80	83.0			
>10-20	2	20	60	67.8	1	10	50	62.2	3	30	60	66.3			
>20-30	1	10	40	54.6	2	20	40	46.9	0	0	30	49.7			
>30-40	1	10	30	41.3	1	10	20	31.6	2	20	30	33.0			
>40-50	1	10	20	28.1	1	10	10	16.4	1	10	10	16.4			
>50-60	1	10	10	14.9	0	-	-	-	0	-	-	-			
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
mes: ABR				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)			
0	8	80	100	-	7	70	100	-	8	80	100	-			
>0-10	0	0	20	63.6	0	0	30	68.7	1	10	20	70.5			
>10-20	0	0	20	49.6	2	20	30	49.5	1	10	10	21.2			
>20-30	0	0	20	35.7	0	0	10	30.4	0	-	-	-			
>30-40	2	20	20	21.7	1	10	10	11.2	0	-	-	-			
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
mes: MAI				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)			
0	8	80	100	-	9	90	100	-	8	80	100	-			
>0-10	1	10	20	66.1	1	10	10	21.2	2	20	20	31.0			
>10-20	0	0	10	39.1	0	-	-	-	0	-	-	-			
>20-30	1	10	10	12.2	0	-	-	-	0	-	-	-			
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
mes: JUN				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)PL(%)			
0	9	90	100	-	10	100	100	-	10	100	100	-			
>0-10	1	10	10	21.2	0	-	-	-	0	-	-	-			
>10-20	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-			

cont...

mes: JUL	decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	10	100	100	-	10	100	100	-	10	100	100	-
>0-10	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>10-20	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

mes: AGO	decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	8	80	100	-	8	80	100	-	7	70	100	-
>0-10	0	0	20	67.8	1	10	20	70.5	1	10	30	70.1
>10-20	1	10	20	41.8	1	10	10	21.2	0	0	20	46.7
>20-30	1	10	10	15.8	0	-	-	-	2	20	20	23.2
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

mes: SET	decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	6	60	100	-	7	70	100	-	9	90	100	-
>0-10	2	20	40	73.9	2	20	30	74.0	1	10	10	21.2
>10-20	1	10	20	44.2	1	10	10	21.2	0	-	-	-
>20-30	1	10	10	14.6	0	-	-	-	0	-	-	-
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

cont...

mes: OUT	decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	8	80	100	-	6	60	100	-	1	10	100	-
>0-10	1	10	20	61.8	1	10	40	70.3	1	10	90	93.3
>10-20	0	0	10	44.4	0	0	30	56.4	2	20	80	73.2
>20-30	0	0	10	27.0	0	0	30	42.6	6	60	60	53.2
>30-40	1	10	10	9.6	3	30	30	28.8	0	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

mes: NOV	decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	5	50	100	-	4	40	100	-	2	20	100	-
>0-10	1	10	50	65.8	2	20	60	67.6	1	10	80	81.3
>10-20	2	20	40	56.0	1	10	40	59.2	3	30	70	70.3
>20-30	1	10	20	46.2	1	10	30	50.8	0	0	40	59.3
>30-40	0	0	10	36.3	0	0	20	42.4	0	0	40	48.4
>40-50	0	0	10	26.5	1	10	20	34.1	1	10	40	37.4
>50-60	0	0	10	16.7	0	0	10	25.7	3	30	30	-
>60-70	1	10	10	6.9	0	0	10	17.3	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	1	10	10	8.9	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

mes: DEZ	decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3			
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	2	20	100	-	0	-	-	-	1	10	100	-
>0-10	1	10	80	82.0	1	10	100	-	0	0	90	93.9
>10-20	1	10	70	73.7	2	20	90	81.9	0	0	90	84.3
>20-30	0	0	60	65.3	3	30	70	69.2	2	20	90	74.7
>30-40	1	10	60	56.9	1	10	40	56.4	0	0	70	65.1
>40-50	0	0	50	48.5	2	20	30	43.7	2	20	70	55.5
>50-60	3	30	50	40.1	0	0	10	30.9	3	30	50	45.9
>60-70	1	10	20	31.7	1	10	10	18.2	1	10	20	36.3
>70-80	1	10	10	23.4	0	-	-	-	0	0	10	26.7
>80-90	0	0	0	-	0	-	-	-	1	10	10	17.1
>90-100	0	0	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-

ANEXO 10

TABELA 27. Valores dos coeficientes da equação de reta,  $PL = a + b.Li$ , (PL = Probabilidade empírica de ocorrência de Li, Li = número mínimo de dias com déficit hídrico observado) para cada decêndio e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).

MOD.	dec mês	decêndio 1			decêndio 2			decêndio 3		
		a	b	$r^2$	a	b	$r^2$	a	b	$r^2$
BHT	jan	184.81	-15.02	0.9994	141.70	-12.80	0.9552	136.87	-11.47	0.9301
	fev	196.14	-18.02	0.9629	147.03	-13.03	0.9954	110.87	-11.13	0.8674
	mar	192.88	-16.45	0.9992	136.87	-11.47	0.9301	137.16	-9.86	0.8990
	abr	112.80	-9.82	0.9195	117.39	-10.33	0.9749	107.24	-8.84	0.8933
	mai	99.73	-7.52	0.9198	113.38	-9.64	0.9723	147.03	-13.03	0.9954
	jun	110.59	-11.40	0.8677	120.13	-13.68	0.9409	98.56	-11.82	0.9415
	jul	95.75	-9.09	0.9259	112.12	-9.64	0.9537	113.09	-9.35	0.9696
	ago	108.78	-9.12	0.9189	115.76	-10.06	0.9533	134.68	-10.18	0.9237
	set	138.24	-12.74	0.9048	102.58	-9.52	0.8938	144.93	-14.53	0.9412
	out	194.04	-18.02	0.9189	206.06	-19.77	0.9839	198.41	-18.03	0.9924
	nov	107.53	-9.13	0.9066	137.96	-12.46	0.9091	146.38	-12.38	0.9600
	dez	189.48	-16.45	0.9777	213.85	-20.75	0.9999	173.62	-13.65	0.9173
		med	144.23	-12.73	0.9351	138.73	-12.76	0.9552	137.40	-12.02
	Dp	42.99	3.88	0.0407	35.99	3.80	0.0328	28.58	2.57	0.0392
	Var.	1847.83	15.06	0.0017	1295.0	14.45	0.0011	816.78	6.60	0.0015
BHM	jan	121.29	-12.72	0.9879	105.06	-10.92	0.8590	93.51	-9.06	0.8904
	fev	119.54	-14.27	0.9772	87.20	-9.86	0.7342	146.15	-36.05	0.9999
	mar	101.43	-11.90	0.9541	81.62	-9.83	0.6506	81.81	-7.63	0.7072
	abr	88.90	-26.10	0.6690	110.10	-72.10	0.9999	31.80	-10.60	0.9999
	mai	88.90	-26.10	0.6690	110.10	-88.90	0.9999	46.50	-15.50	0.9999
	jun				110.10	-88.90	0.9999	31.80	-10.60	0.9999
	jul							31.80	-10.60	0.9999
	ago	110.10	-79.10	0.9999	110.10	-79.10	0.9999	57.00	-19.00	0.9999
	set	97.04	-27.46	0.8550	110.10	-88.90	0.9999	57.00	-19.00	0.9999
	out	91.33	-15.61	0.8059	83.75	-10.75	0.7144	126.96	-19.77	0.9839
	nov	77.65	-7.78	0.6522	92.65	-8.54	0.8620	92.65	-8.54	0.8620
	dez	95.63	-8.12	0.8932	120.11	-18.02	0.8708	106.43	-9.13	0.8839
		med	99.18	-22.91	0.8463	101.90	-44.17	0.8810	75.28	-14.62
	Dp	14.07	21.08	0.1402	13.11	38.12	0.1319	38.74	8.09	0.0918
	Var.	197.88	444.36	0.0197	171.99	1453.5	0.0174	1500.7	65.49	0.0084
BHB	jan	96.61	-6.01	0.8392	95.75	-9.09	0.9259	83.83	-6.96	0.6923
	fev	91.74	-9.31	0.7887	84.53	-7.58	0.7305	86.44	-10.19	0.7448
	mar	89.11	-7.26	0.7970	80.70	-6.44	0.6120	87.34	-6.78	0.7334
	abr	66.76	-5.42	0.3425	73.05	-7.15	0.5510	110.10	-88.90	0.9999
	mai	70.80	-9.33	0.4719	73.94	-13.56	0.4576	87.50	-22.60	0.5714
	jun									
	jul									
	ago	73.19	-8.85	0.4767	67.56	-6.79	0.4569	73.94	-13.56	0.4576
	set	85.45	-15.02	0.6898	91.90	-26.60	0.7401	110.10	-88.90	0.9999
	out	70.80	-9.33	0.4719	78.74	-8.27	0.5254	101.98	-13.25	0.9384
	nov	80.61	-8.01	0.6980	81.81	-7.63	0.7072	89.87	-7.16	0.7962
	dez	88.60	-5.43	0.6747	115.37	-10.93	0.9811	97.03	-5.36	0.8332
		med	81.57	-8.40	0.6250	84.34	-10.40	0.6688	92.81	-26.37
	Dp	10.40	2.82	0.1709	13.82	6.09	0.1829	11.76	33.34	0.1774
	Var.	108.13	7.94	0.0292	190.95	37.10	0.0335	138.22	1111.4	0.0315

TABELA 28. Valores dos coeficientes da equação de reta,  $PL = a + b.Li$ , (PL = Probabilidade empírica de ocorrência de Li, Li = magnitude mínima de déficit hídrico decendial observada), para cada decêndio e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).

MOD.	dec mês	decendio 1			decendio 2			decendio 3		
		a	b	$r^2$	a	b	$r^2$	a	b	$r^2$
BHT	jan	116.26	-2.09	0.8869	96.54	-2.18	0.8884	80.50	-1.28	0.6998
	fev	108.78	-3.01	0.9940	95.46	-2.15	0.8465	110.11	-7.21	0.9999
	mar	103.37	-3.04	0.9430	102.99	-4.45	0.9286	94.67	-2.49	0.7957
	abr	110.11	-7.91	0.9999						
	mai	94.45	-7.32	0.8796				110.11	-8.89	0.9999
	jun									
	jul									
	ago							110.11	-7.91	0.9999
	set	110.11	-7.91	0.9999				110.11	-8.89	0.9999
	out	104.89	-4.45	0.9603	105.09	-3.96	0.9540	110.64	-3.29	0.9992
	nov	76.50	-1.44	0.6007	77.08	-1.04	0.9999	89.52	-1.62	0.7057
	dez	89.35	-1.36	0.8466	100.94	-2.26	0.9078	92.39	-1.26	0.8510
	med	101.54	-4.28	0.9012	96.35	-2.67	0.9209	100.91	-4.76	0.8946
	Dp	12.53	2.74	0.1261	10.14	1.28	0.0532	11.68	3.38	0.1326
	Var	157.05	7.52	0.0159	102.74	1.63	0.0028	136.38	11.45	0.0176
BHM	jan	103.74	-1.93	0.9723	91.62	-2.12	0.8267	78.93	-1.26	0.6747
	fev	105.27	-2.85	0.9772	84.56	-1.85	0.7743	100.89	-4.45	0.8858
	mar	102.55	-2.79	0.9421	87.36	-3.51	0.7810	87.95	-2.46	0.8059
	abr	79.03	-3.27	0.6186	85.95	-5.50	0.6332			
	mai	82.80	-6.16	0.6293						
	jun	50.01	-5.00	0.9999				82.80	-6.16	0.6293
	jul	50.01	-5.00	0.9999						
	ago	82.80	-6.16	0.6293	80.05	-5.89	0.5612	89.35	-5.84	0.7250
	set	89.35	-4.51	0.6112				89.35	-5.14	0.6713
	out	88.39	-3.46	0.7884	85.30	-3.27	0.7144	103.92	-3.61	0.9189
	nov	69.92	-1.30	0.5684	77.08	-1.04	0.9999	90.92	-1.65	0.7370
	dez	87.18	-1.29	0.8138	94.14	-2.18	0.8590	84.59	-1.11	0.7981
	med	82.59	-3.64	0.7959	85.76	-3.17	0.7687	89.86	-3.52	0.7607
	Dp	18.48	1.72	0.1763	5.56	1.74	0.1360	8.08	1.98	0.0991
	Var	341.62	2.97	0.0311	30.95	3.04	0.0185	65.21	3.92	0.0098
BHB	jan	88.97	-0.95	0.8082	83.72	-1.11	0.8141	73.70	-0.92	0.6936
	fev	84.84	-1.38	0.6993	74.67	-1.20	0.6275	76.87	-2.03	0.5904
	mar	80.98	-1.32	0.7520	77.49	-1.53	0.6433	82.99	-1.67	0.7483
	abr	63.57	-1.40	0.2647	68.68	-1.91	0.4561	70.55	-4.94	0.3418
	mai	66.07	-2.69	0.3582						
	jun									
	jul									
	ago	67.85	-2.60	0.3616	70.55	-4.94	0.3418	70.14	-2.35	0.3406
	set	73.89	-2.97	0.5014	74.05	-5.29	0.4175			
	out	61.84	-1.74	0.3410	70.28	-1.38	0.3247	93.29	-2.01	0.6805
	nov	65.83	-0.98	0.5310	67.57	-0.84	0.5820	81.31	-1.10	0.6673
	dez	82.05	-0.84	0.7393	94.65	-1.27	0.8756	93.88	-0.96	0.9096
	med	73.59	-1.69	0.5357	75.74	-2.16	0.5647	80.34	-2.00	0.6215
	Dp	9.87	0.79	0.2010	8.67	1.70	0.1969	9.37	1.30	0.1957
	Var	97.50	0.62	0.0404	75.21	2.89	0.0388	87.85	1.70	0.0383

ANEXO 11

TABELA 29. Totais de dias com déficit hídrico decendias estimados com os modelos de balanço hídrico, para a cultura do Milho com semeadura em outubro nas safras 80/81 a 89/90.

MODELO	safra		80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	série
	mês	dec	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	média
(dias)													
BHT	out	2	5	8	4	3	5	5	2	3	7	6	4.8
	out	3	2	6	3	6	6	9	6	6	4	7	5.5
	nov	1	4	5	2	4	0	10	2	4	9	8	4.8
	nov	2	7	8	2	3	7	10	8	7	3	5	6.0
	nov	3	5	4	6	10	6	7	2	10	6	6	6.2
	dez	1	8	7	10	6	7	10	9	6	8	10	8.1
	dez	2	5	6	6	6	7	8	5	8	6	8	6.5
	dez	3	7	8	6	8	9	11	10	11	10	6	8.6
	jan	1	8	7	9	6	8	10	9	8	10	10	8.5
	jan	2	4	10	8	5	9	6	4	7	6	5	6.4
	jan	3	11	11	5	5	9	7	6	2	3	6	6.5
	fev	1	6	7	8	6	6	8	8	10	10	8	7.7
	fev	2	4	2	7	8	3	7	8	8	4	9	6.0
total			76	89	76	76	82	108	79	90	86	94	85.6
BHM	out	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.2
	out	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	nov	1	0	0	0	0	0	7	0	0	1	0	0.8
	nov	2	1	3	0	0	1	9	1	0	1	0	1.6
	nov	3	0	0	0	5	2	2	0	7	0	2	1.8
	dez	1	3	1	4	2	0	10	1	2	5	8	3.6
	dez	2	1	3	2	1	2	5	3	4	1	5	2.7
	dez	3	2	1	1	6	7	10	5	7	3	3	4.5
	jan	1	5	2	4	3	6	8	6	6	7	5	5.2
	jan	2	2	9	5	1	7	3	2	3	3	3	3.8
	jan	3	4	11	3	0	7	5	2	1	1	2	3.6
	fev	1	1	1	3	1	5	4	6	7	5	5	3.8
	fev	2	1	0	0	7	0	0	0	3	3	2	1.6
total			20	31	22	26	37	65	26	40	30	35	33.2
BHB	out	2	1	8	0	0	0	4	0	0	7	1	2.1
	out	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0.5
	nov	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1.0
	nov	2	0	1	0	0	0	10	2	0	0	0	1.3
	nov	3	0	0	0	3	6	5	0	6	0	0	2.0
	dez	1	0	0	6	8	0	10	0	5	6	8	4.3
	dez	2	3	0	8	6	2	4	0	8	4	6	4.1
	dez	3	0	0	4	9	8	11	7	11	9	5	6.4
	jan	1	6	6	3	0	9	10	10	9	10	4	6.7
	jan	2	5	10	6	0	4	1	1	7	3	4	4.1
	jan	3	2	11	6	0	9	4	4	2	0	0	3.8
	fev	1	2	1	0	0	6	8	5	5	1	8	3.6
	fev	2	0	0	0	7	0	0	3	9	3	5	2.7
total			19	37	33	33	44	77	32	62	44	45	42.6

T = número total de dias com déficit hídrico decendial

TABELA 30. Totais de dias com déficit hídrico decendias estimados com os modelos de balanço hídrico, para a cultura do Milho com semeadura em novembro nas safras 80/81 a 89/90.

MODELO	safra		80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	série
	mês	dec	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	média
(dias)													
BHT	nov	2	6	7	1	0	4	10	8	6	3	4	4.9
	nov	3	4	5	5	9	6	7	1	10	6	5	5.8
	dez	1	7	7	10	6	6	10	8	6	8	10	7.8
	dez	2	5	5	5	4	6	7	4	8	6	8	5.8
	dez	3	6	8	5	9	9	11	9	9	6	6	7.8
	jan	1	8	8	8	6	8	10	9	8	7	10	8.2
	jan	2	4	10	8	5	9	6	5	7	6	5	6.5
	jan	3	11	11	5	5	9	7	6	2	3	6	6.5
	fev	1	6	7	8	6	6	8	8	10	10	8	7.7
	fev	2	5	6	8	8	3	7	8	10	5	9	6.9
	fev	3	6	7	2	6	8	1	2	6	7	2	4.7
	mar	1	8	10	9	8	7	9	9	8	7	6	8.1
	mar	2	8	7	9	6	8	2	3	10	6	6	6.5
total			84	98	83	78	89	95	80	100	80	85	87.2
BHM	nov	2	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	1.0
	nov	3	0	1	0	2	0	1	0	2	0	0	0.6
	dez	1	1	0	2	1	0	10	0	2	1	4	2.1
	dez	2	1	0	1	2	0	1	1	2	0	2	1.0
	dez	3	0	0	1	4	4	9	2	3	0	2	2.5
	jan	1	3	1	1	2	3	7	6	5	3	4	3.5
	jan	2	2	9	5	1	5	4	1	2	2	3	3.4
	jan	3	4	11	3	0	6	4	2	0	0	2	3.2
	fev	1	3	2	4	1	5	4	6	7	5	6	4.3
	fev	2	0	0	2	7	0	1	2	8	3	4	2.7
	fev	3	1	3	1	3	3	1	1	2	2	1	1.8
	mar	1	3	6	4	1	6	3	3	5	3	0	3.4
	mar	2	3	2	0	4	0	0	1	5	0	0	1.5
total			21	36	24	28	32	54	25	43	19	28	31.0
BHB	nov	2	2	7	0	0	1	10	7	0	0	0	2.7
	nov	3	0	0	0	4	6	1	0	8	0	0	1.9
	dez	1	0	0	3	5	0	10	0	2	3	9	3.2
	dez	2	0	0	5	1	0	1	0	5	1	6	1.9
	dez	3	0	0	1	6	3	9	3	9	2	0	3.3
	jan	1	2	0	1	0	6	10	9	9	8	2	4.7
	jan	2	5	10	3	0	4	1	1	6	3	4	3.7
	jan	3	1	11	6	0	8	2	1	1	0	0	3.0
	fev	1	2	1	1	0	6	8	5	5	2	8	3.8
	fev	2	0	1	2	8	0	0	6	10	5	6	3.8
	fev	3	0	4	0	5	0	1	1	6	8	0	2.5
	mar	1	5	10	1	0	7	0	3	9	5	0	4.0
	mar	2	7	2	10	4	0	0	0	10	0	0	3.3
total			24	46	33	33	41	53	36	80	37	35	41.8

T = número total de dias com déficit hídrico decendial

TABELA 31. Magnitude de déficit hídrico decendiais estimados com os modelos de balanço hídrico, para a cultura do Milho com se-meadura em outubro nas safras 80/81 a 89/90.

MODELO	safr mês dec	80/1 deft	81/2 deft	82/3 deft	83/4 deft	84/5 deft	85/6 deft	86/7 deft	87/8 deft	88/9 deft	89/90 deft	série média	
							(mm)						
BHT	out	2	0.68	2.01	0.19	0.17	0.24	3.53	0.13	0.20	0.84	0.74	0.9
	out	3	0.07	1.07	0.52	1.68	1.48	2.44	0.89	1.03	0.80	1.92	1.2
	nov	1	1.02	0.85	0.37	0.66	0.00	12.25	0.32	0.74	3.89	2.30	2.2
	nov	2	3.73	6.19	0.36	0.19	4.12	25.19	6.96	2.23	0.95	2.06	5.2
	nov	3	2.27	1.71	2.25	10.98	5.97	7.30	0.33	16.53	2.53	4.57	5.4
	dez	1	8.11	5.68	14.30	7.00	3.52	30.34	8.25	7.51	11.78	19.93	11.6
	dez	2	6.63	6.51	6.90	4.77	7.85	14.42	9.31	12.52	4.95	27.22	10.1
	dez	3	4.84	6.18	5.97	23.94	27.26	57.40	13.66	25.84	15.34	11.48	19.2
	jan	1	17.24	8.72	12.29	10.20	17.16	57.16	24.25	35.03	32.68	21.88	23.7
	jan	2	6.38	39.56	15.06	4.00	20.66	13.09	7.10	9.86	19.45	13.80	14.9
	jan	3	13.18	60.10	10.79	3.91	18.70	14.42	8.18	2.23	1.26	8.19	14.1
	fev	1	10.69	7.79	8.09	3.63	20.47	9.70	14.89	22.32	10.81	13.75	12.2
fev	2	2.60	0.16	4.46	16.94	1.00	3.89	4.06	10.60	5.90	6.72	5.6	
	total		77.4	146.5	81.5	88.0	128.4	251.1	98.3	146.6	111.2	134.5	126.4
BHM	out	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.2
	out	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	nov	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.63	0.00	0.00	0.53	0.00	1.7
	nov	2	2.91	6.35	0.00	0.00	1.82	26.60	3.05	0.00	0.62	0.00	4.1
	nov	3	0.00	0.00	0.00	13.32	1.48	8.89	0.00	24.13	0.00	1.47	4.9
	dez	1	9.25	0.37	15.31	6.19	0.00	40.78	0.25	7.71	14.46	20.57	11.5
	dez	2	5.43	8.04	4.67	3.69	7.07	14.95	9.86	12.68	0.12	19.51	8.6
	dez	3	1.26	1.21	5.00	32.34	37.98	68.86	15.86	31.15	10.80	11.51	21.6
	jan	1	21.21	4.35	11.76	12.08	20.07	49.41	32.44	42.23	35.03	26.49	25.5
	jan	2	3.93	45.81	17.14	1.93	28.39	19.02	5.98	8.54	19.20	13.51	16.3
	jan	3	16.61	68.23	16.44	0.00	26.78	19.14	4.99	0.40	0.15	9.21	16.2
	fev	1	6.92	3.79	7.75	1.23	21.27	7.85	19.39	29.50	11.93	16.05	12.6
fev	2	1.98	0.00	0.00	25.85	0.00	0.00	0.00	12.49	8.54	5.17	5.4	
	total		69.5	138.1	78.1	96.6	144.9	274.4	91.8	168.8	101.4	123.5	128.7
BHB	out	2	0.76	8.83	0.00	0.00	0.00	7.24	0.00	0.00	7.16	0.50	2.4
	out	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	4.92	0.6	
	nov	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.96	0.00	0.00	0.00	0.00	2.5
	nov	2	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	34.44	3.63	0.00	0.00	0.00	4.1
	nov	3	0.00	0.00	0.00	13.40	21.26	20.26	0.00	21.40	0.00	0.00	7.6
	dez	1	0.00	0.00	26.03	41.04	0.00	49.60	0.00	17.90	25.41	29.11	18.9
	dez	2	18.81	0.00	35.61	19.56	8.06	19.47	0.00	49.39	15.40	34.09	20.0
	dez	3	0.00	0.00	21.82	65.98	55.38	84.68	34.62	51.44	40.09	23.27	37.7
	jan	1	30.11	30.59	16.34	0.00	51.55	64.16	65.39	71.75	53.52	20.87	40.4
	jan	2	33.32	73.47	34.14	0.00	31.80	6.96	6.96	34.89	21.20	21.06	26.4
	jan	3	6.76	71.81	29.10	0.00	49.45	25.73	16.89	9.59	0.00	0.00	20.9
	fev	1	10.11	3.88	0.00	0.00	31.45	37.73	25.89	25.32	3.95	44.66	18.3
fev	2	0.00	0.00	0.00	28.17	0.00	0.00	11.76	40.26	11.28	17.24	10.9	
	total		99.9	191.1	163.0	168.1	248.9	375.2	165.1	321.9	179.5	195.7	210.9

deft = soma dos déficit hídricos decendiais

TABELA 32. Magnitude de déficit hídrico decendiais estimados com os modelos de balanço hídrico, para a cultura do Milho com semeadura em novembro nas safras 80/81 a 89/90.

MODELO	safr mês	dec	80/1 deft	81/2 deft	82/3 deft	83/4 deft	84/5 deft	85/6 deft	86/7 deft	87/8 deft	88/9 deft	89/90 deft	série média
			(mm)										
BHT	nov	2	1.27	2.18	0.07	0.00	0.50	16.45	2.45	0.67	0.27	0.62	2.4
	nov	3	0.65	2.06	0.60	3.86	1.75	2.50	0.09	6.12	0.69	1.44	2.0
	dez	1	2.84	1.88	5.09	2.38	1.12	12.04	2.00	2.81	4.15	7.33	4.2
	dez	2	2.41	2.26	2.45	2.07	1.80	5.66	2.54	4.61	1.77	11.52	3.7
	dez	3	1.82	6.78	2.51	11.20	12.48	28.06	5.84	8.44	2.25	4.73	8.4
	jan	1	9.00	5.16	6.33	5.76	8.42	33.72	12.54	9.93	7.04	11.96	11.0
	jan	2	4.36	29.36	10.77	1.86	14.07	8.99	7.14	6.31	7.11	8.86	9.9
	jan	3	13.44	57.67	9.34	3.52	18.84	12.91	4.57	1.98	0.94	8.29	13.1
	fev	1	14.33	10.75	11.18	5.70	24.00	13.26	19.57	29.83	14.66	17.85	16.1
	fev	2	1.71	2.03	8.61	27.82	1.80	7.33	8.60	44.06	9.28	12.38	12.4
	fev	3	5.61	5.48	2.51	8.37	9.45	2.08	2.18	11.55	6.00	0.44	5.4
	mar	1	7.50	26.08	10.06	2.18	16.88	7.66	8.85	11.74	9.34	2.24	10.3
	mar	2	5.95	9.91	3.58	7.61	2.93	0.17	0.52	13.12	2.79	2.76	4.9
		total		70.9	161.6	73.1	82.3	114.0	150.8	76.9	151.2	66.3	90.4
BHM	nov	2	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	16.34	0.00	0.00	0.00	0.00	1.7
	nov	3	0.00	1.97	0.00	1.82	0.00	0.39	0.00	3.80	0.00	0.00	0.8
	dez	1	0.44	0.00	5.16	0.48	0.00	18.03	0.00	3.20	1.54	7.94	3.7
	dez	2	0.36	0.00	1.38	1.61	0.00	4.57	1.42	2.17	0.00	3.52	1.5
	dez	3	0.00	0.00	2.23	14.54	12.71	33.69	2.91	6.81	0.00	1.79	7.5
	jan	1	8.65	2.13	2.38	4.95	7.90	27.78	17.65	9.75	7.05	13.62	10.2
	jan	2	1.01	32.32	10.71	0.58	16.82	12.44	3.64	3.12	6.91	9.30	9.7
	jan	3	16.86	67.31	15.12	0.00	26.17	16.72	2.20	0.00	0.00	9.37	15.4
	fev	1	9.20	8.35	12.15	4.65	24.96	12.43	26.11	39.35	17.79	22.20	17.7
	fev	2	0.00	0.00	2.45	38.96	0.00	1.75	3.32	40.44	12.29	14.35	11.4
	fev	3	2.73	2.30	1.08	8.92	9.32	3.56	2.88	8.07	3.39	0.38	4.3
	mar	1	4.00	23.24	10.17	0.95	19.36	5.14	7.86	15.83	7.60	0.00	9.4
	mar	2	5.41	10.08	0.00	8.48	0.00	0.00	0.25	15.06	0.00	0.00	3.9
		total		48.6	148.7	62.8	85.9	117.2	152.8	68.2	147.6	56.6	82.5
BHR	nov	2	3.17	9.35	0.00	0.00	1.08	19.56	9.95	0.00	0.00	0.00	4.3
	nov	3	0.00	0.00	0.00	7.83	10.08	0.86	0.00	14.01	0.00	0.00	3.3
	dez	1	0.00	0.00	7.23	15.30	0.00	24.21	0.00	4.49	5.78	13.65	7.1
	dez	2	0.00	0.00	11.70	3.83	0.00	4.00	0.00	14.94	0.92	17.94	5.3
	dez	3	0.00	0.00	4.21	29.52	12.34	42.68	9.33	27.07	6.30	0.00	13.1
	jan	1	8.01	0.00	1.88	0.00	21.38	41.03	38.75	46.85	33.35	6.41	19.8
	jan	2	24.95	58.96	10.13	0.00	23.93	5.15	5.17	24.04	15.73	15.47	18.4
	jan	3	5.46	71.33	27.09	0.00	40.46	11.30	3.20	6.51	0.00	0.00	16.5
	fev	1	11.50	4.51	0.60	0.00	36.09	45.34	33.39	33.19	7.65	50.99	22.3
	fev	2	0.00	0.31	8.48	47.25	0.00	0.00	30.09	57.26	18.88	30.41	19.3
	fev	3	0.00	13.42	0.00	30.04	0.00	5.13	6.26	26.69	30.80	0.00	11.2
	mar	1	14.99	49.33	1.89	0.00	29.45	0.00	13.04	39.74	20.08	0.00	16.9
	mar	2	20.39	10.93	24.45	13.38	0.00	0.00	0.00	34.77	0.00	0.00	10.4
		total		88.5	218.1	97.6	147.1	174.8	199.3	149.2	329.5	139.5	134.9

deft = soma dos déficit hídricos decendiais



TABELA 33. Totais de dias com déficit hídrico decendias estimados com os modelos de balanço hídrico, para a cultura da Soja com semeadura em outubro nas safras 80/81 a 89/90.

MODELO	safra mês dec	80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	série média
		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
(dias)												
BHT	out 2	6	8	5	5	5	5	2	4	7	7	5.4
	out 3	3	8	5	6	6	10	7	6	4	8	6.3
	nov 1	5	5	3	5	3	10	3	5	9	8	5.6
	nov 2	8	8	4	8	9	10	8	8	5	6	7.4
	nov 3	6	4	7	10	8	8	4	10	7	7	7.1
	dez 1	8	9	10	6	7	10	8	8	8	10	8.4
	dez 2	6	6	6	8	6	8	7	8	7	8	7.0
	dez 3	8	8	6	8	9	11	10	11	9	6	8.6
	jan 1	8	7	9	6	8	10	9	8	10	10	8.5
	jan 2	4	10	8	5	9	7	4	8	6	5	6.6
	jan 3	11	11	9	5	9	7	7	4	4	6	7.3
	fev 1	6	7	8	6	6	8	8	10	10	8	7.7
	fev 2	5	6	8	8	3	7	8	10	5	9	6.9
	fev 3	6	6	2	5	8	1	1	6	7	1	4.3
total		90	103	90	91	96	112	86	106	98	99	97.1
BHM	out 2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.2
	out 3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0.2
	nov 1	0	0	0	0	2	7	0	0	2	2	1.3
	nov 2	2	6	0	1	4	10	5	0	0	2	3.0
	nov 3	1	0	1	8	7	4	0	8	1	4	3.4
	dez 1	4	3	6	4	0	10	3	4	8	9	5.1
	dez 2	4	3	2	4	1	5	3	6	2	5	3.5
	dez 3	1	1	2	7	8	11	8	8	3	5	5.4
	jan 1	6	4	5	4	6	8	8	6	7	7	6.1
	jan 2	2	9	6	1	7	4	2	4	4	3	4.2
	jan 3	4	11	6	2	6	5	2	1	0	3	4.0
	fev 1	3	2	5	1	7	4	7	8	6	6	4.9
	fev 2	0	0	2	7	0	1	2	9	3	4	2.8
	fev 3	0	1	1	3	2	1	1	2	0	0	1.1
total		27	40	36	43	50	73	41	56	36	50	45.2
BHB	out 2	1	8	0	0	0	4	0	0	8	1	2.2
	out 3	0	0	0	2	3	5	1	2	1	4	1.8
	nov 1	0	1	0	0	0	10	0	0	4	4	1.9
	nov 2	3	6	0	0	2	10	5	0	0	1	2.7
	nov 3	0	3	0	8	7	7	0	9	2	2	3.8
	dez 1	2	0	10	8	3	10	2	7	9	10	6.1
	dez 2	4	2	8	8	4	5	2	9	5	6	5.3
	dez 3	0	1	4	9	8	11	10	11	9	6	6.9
	jan 1	7	7	4	1	9	10	10	9	10	5	7.2
	jan 2	5	10	7	0	5	1	2	8	3	4	4.5
	jan 3	4	11	8	1	9	7	6	3	0	1	5.0
	fev 1	2	2	3	0	6	8	6	6	4	9	4.6
	fev 2	1	2	2	9	0	1	7	10	5	6	4.3
	fev 3	2	3	0	5	2	1	1	6	8	0	2.8
total		31	56	46	51	58	90	52	80	68	59	59.1

T = número total de dias com déficit hídrico decendial

TABELA 34. Totais de dias com déficit hídrico decendias estimados com os modelos de balanço hídrico, para a cultura da Soja com semeadura em novembro nas safras 80/81 a 89/90.

MODELO	safra		80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	série
	mês	dec	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	média
(dias)													
BHT	nov	2	6	8	2	1	5	10	8	7	3	4	5.4
	nov	3	5	4	6	10	6	7	2	10	6	6	6.2
	dez	1	7	8	10	6	8	10	8	6	8	10	8.1
	dez	2	5	7	6	4	7	8	5	8	6	8	6.4
	dez	3	7	8	7	9	9	11	10	9	9	6	8.5
	jan	1	8	7	9	6	8	10	9	8	10	10	8.5
	jan	2	5	10	8	5	9	7	4	7	6	5	6.6
	jan	3	11	11	9	5	9	7	8	4	4	6	7.4
	fev	1	6	7	8	6	7	8	8	10	10	8	7.8
	fev	2	5	7	8	10	3	8	8	10	5	9	7.3
	fev	3	6	7	3	6	8	2	2	6	7	3	5.0
	mar	1	8	10	10	8	7	9	9	8	7	6	8.2
	mar	2	8	8	10	6	9	4	5	10	7	6	7.3
	mar	3	9	6	11	7	2	8	8	7	6	6	7.0
	total			96	108	107	89	97	109	94	110	94	93
BHM	nov	2	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	1.0
	nov	3	0	0	0	4	0	2	0	6	0	0	1.2
	dez	1	3	0	4	1	0	10	1	2	4	8	3.3
	dez	2	1	3	1	1	2	3	2	3	0	4	2.0
	dez	3	0	1	1	7	6	10	4	5	4	3	4.1
	jan	1	5	2	4	3	6	8	6	5	7	5	5.1
	jan	2	2	9	6	1	7	4	2	3	4	3	4.1
	jan	3	5	11	6	2	6	5	3	1	1	3	4.3
	fev	1	3	3	5	1	7	4	7	8	6	6	5.0
	fev	2	0	0	2	10	0	3	2	9	3	5	3.4
	fev	3	2	4	1	4	4	1	1	4	2	1	2.4
	mar	1	4	8	5	0	6	4	5	5	3	0	4.0
	mar	2	3	3	6	5	1	1	1	8	0	0	2.8
	mar	3	6	0	8	1	0	2	3	7	0	0	2.7
	total			34	45	49	40	45	66	37	66	34	38
BHB	nov	2	2	6	0	0	2	10	6	0	0	1	2.7
	nov	3	0	0	0	6	7	3	0	10	0	2	2.8
	dez	1	2	0	8	7	0	10	1	3	8	10	4.9
	dez	2	3	2	8	4	1	3	1	8	3	6	3.9
	dez	3	0	1	3	9	8	11	9	10	7	5	6.3
	jan	1	6	6	3	1	9	10	10	9	10	4	6.8
	jan	2	5	10	6	0	5	1	1	7	3	4	4.2
	jan	3	3	11	8	0	9	6	5	2	0	1	4.5
	fev	1	2	2	3	0	6	8	6	6	4	9	4.6
	fev	2	1	5	2	9	0	1	7	10	5	7	4.7
	fev	3	1	5	0	5	1	1	1	6	8	0	2.8
	mar	1	6	10	3	2	7	1	7	9	5	1	5.1
	mar	2	8	2	10	6	3	0	0	10	1	0	4.0
	mar	3	9	4	11	3	1	1	6	8	7	0	5.0
	total			48	64	65	52	59	66	60	98	61	50

T = número total de dias com déficit hídrico decendial

TABELA 35. Magnitude de déficit hídrico decendiais estimados com os modelos de balanço hídrico, para a cultura da Soja com semeadura em outubro nas safras 80/81 a 89/90.

MODELO	safr	mês	dec	80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	série
				deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	média
				(mm)										
BHT	out	2	1.27	3.45	0.50	0.49	0.63	4.75	0.24	0.57	1.70	1.48	1.5	
	out	3	0.48	3.68	3.02	5.04	3.96	7.12	2.95	2.86	2.27	4.66	3.6	
	nov	1	3.73	3.55	1.64	2.75	1.87	31.48	1.58	2.76	12.61	7.84	7.0	
	nov	2	12.68	18.88	1.81	6.61	14.23	53.48	21.20	8.08	7.43	7.43	15.2	
	nov	3	7.25	5.78	7.52	35.70	35.66	21.57	1.54	41.26	8.67	13.49	17.8	
	dez	1	19.79	15.49	33.51	17.88	9.79	60.59	16.17	22.12	28.98	43.79	26.8	
	dez	2	14.80	14.76	14.93	16.49	11.93	28.53	22.74	34.99	13.43	47.30	22.0	
	dez	3	12.17	12.78	12.08	41.87	47.31	87.52	43.41	45.47	21.23	21.91	34.6	
	jan	1	30.10	16.66	23.18	18.44	30.62	72.40	41.41	52.85	51.10	37.31	37.4	
	jan	2	12.02	62.29	26.99	7.95	36.99	26.26	11.95	18.47	28.40	20.50	25.2	
	jan	3	27.01	83.28	28.01	8.50	35.69	27.29	9.84	5.00	2.74	16.88	24.4	
	fev	1	15.81	16.98	19.45	9.95	35.40	23.08	32.97	47.04	25.01	29.95	25.6	
	fev	2	3.04	3.66	14.22	39.56	3.21	12.29	14.51	55.37	13.86	19.62	17.9	
	fev	3	2.83	3.52	3.92	9.57	8.76	3.25	3.28	9.93	5.97	0.03	5.1	
		total		162.9	264.7	190.7	220.8	276.0	459.6	223.8	346.7	223.4	272.2	264.1
BHM	out	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.2	
	out	3	0.00	0.00	0.00	1.58	0.00	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.3	
	nov	1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	29.04	0.00	0.00	3.27	0.72	3.5	
	nov	2	10.11	18.16	0.00	7.09	11.01	53.47	12.12	0.00	0.00	1.65	10.9	
	nov	3	1.26	0.00	1.16	36.59	37.82	18.83	0.00	43.13	0.61	9.35	14.9	
	dez	1	17.74	6.87	26.95	14.22	0.00	61.85	7.05	17.78	29.03	42.88	22.4	
	dez	2	13.87	12.00	9.16	12.68	0.04	24.46	20.39	34.56	2.20	29.09	15.8	
	dez	3	2.65	3.23	7.93	41.53	49.85	91.28	39.68	39.63	16.70	20.73	31.3	
	jan	1	25.78	7.18	17.77	15.86	26.20	57.09	40.71	51.07	41.86	33.68	31.7	
	jan	2	6.49	56.55	23.18	3.60	37.38	23.17	8.45	12.73	23.68	15.81	21.1	
	jan	3	15.68	83.63	30.32	2.22	31.05	26.93	4.93	2.02	0.00	14.37	21.1	
	fev	1	13.92	6.33	15.46	6.00	36.55	16.43	32.18	46.03	22.21	27.38	22.2	
	fev	2	0.00	0.00	3.58	41.59	0.00	2.70	5.06	49.73	13.60	16.11	13.2	
	fev	3	0.00	1.90	1.78	6.05	3.06	4.15	3.11	8.50	0.00	0.00	2.9	
		total		107.5	195.8	137.3	184.0	234.7	413.4	173.7	305.2	153.1	211.7	211.6
BHB	out	2	1.26	9.71	0.00	0.00	0.00	7.10	0.00	0.00	8.30	1.30	2.8	
	out	3	0.00	0.00	0.00	4.80	5.79	8.20	5.03	1.90	2.04	7.05	3.5	
	nov	1	0.00	2.33	0.00	0.00	0.00	40.49	0.00	0.00	12.51	10.97	6.6	
	nov	2	7.24	22.48	0.00	0.00	9.51	54.11	22.41	0.00	0.00	1.38	11.7	
	nov	3	0.00	9.90	0.00	45.21	43.44	38.57	0.00	49.14	5.67	6.99	19.9	
	dez	1	10.57	0.00	56.09	59.21	12.70	68.16	3.11	32.39	53.04	52.99	34.8	
	dez	2	31.01	10.47	48.06	32.13	23.54	32.63	14.18	64.42	26.65	43.69	32.7	
	dez	3	0.00	4.67	28.78	77.63	64.66	98.75	54.31	61.26	50.40	34.16	47.5	
	jan	1	46.42	42.93	25.67	3.94	63.10	72.95	75.58	81.34	61.13	31.61	50.5	
	jan	2	38.65	83.78	43.30	0.00	41.72	7.82	10.61	42.20	23.82	23.67	31.6	
	jan	3	16.96	86.46	36.47	0.15	62.44	42.33	28.01	14.93	0.00	2.52	29.0	
	fev	1	13.14	6.50	8.07	0.00	40.53	53.01	44.16	43.20	22.67	64.35	29.6	
	fev	2	2.71	6.61	10.74	56.28	0.00	4.46	33.98	60.08	21.33	33.32	23.0	
	fev	3	1.90	5.96	0.00	25.35	2.90	7.30	6.46	16.54	24.43	0.00	9.1	
		total		169.8	291.8	257.2	304.7	370.3	535.9	297.8	467.4	312.0	314.0	332.1

deft = soma dos déficit hídricos decendiais

TABELA 36. Magnitude de déficit hídrico decendiais estimados com os modelos de balanço hídrico, para a cultura do Soja com semeadura em novembro nas safras 80/81 a 89/90.

MODELO	safr	80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	série	
	mês	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	média	
		(mm)											
BHT	nov	2	2.29	3.63	0.24	0.03	1.21	21.48	4.02	1.38	0.48	1.10	0.1
	nov	3	2.36	1.55	2.07	10.69	4.89	7.26	0.38	14.45	2.39	4.46	4.1
	dez	1	9.62	6.95	16.20	8.51	7.72	31.23	6.99	7.59	13.04	20.68	2.9
	dez	2	8.41	9.19	8.37	5.82	6.63	16.87	10.26	15.52	6.40	28.92	5.5
	dez	3	6.78	8.49	13.74	35.70	33.18	64.27	17.36	24.10	16.62	14.19	17.9
	jan	1	23.15	12.70	17.62	14.56	23.00	60.05	31.91	26.56	39.25	29.06	27.8
	jan	2	11.18	55.01	23.36	6.29	31.46	22.43	10.06	15.19	24.24	17.38	21.7
	jan	3	25.91	80.67	25.95	7.80	34.11	25.26	14.23	4.49	3.62	16.14	23.8
	fev	1	16.14	17.95	20.32	10.81	35.97	24.05	34.10	49.02	26.08	30.99	26.5
	fev	2	3.68	5.01	16.60	54.18	3.61	14.70	17.20	61.20	15.23	22.57	21.4
	fev	3	12.09	12.80	4.87	33.52	19.07	4.00	4.16	18.52	12.38	1.82	12.3
	mar	1	17.26	48.73	22.58	9.54	30.45	17.76	20.45	24.54	18.52	5.67	21.5
	mar	2	15.37	20.75	28.57	19.33	9.10	0.95	2.16	31.25	8.02	7.94	14.3
	mar	3	20.94	4.57	32.16	4.43	1.79	11.91	13.52	26.76	3.65	2.38	12.2
		total	175.2	288.0	232.6	221.2	242.2	322.2	186.8	320.5	189.9	203.3	212.0
BHM	nov	2	0.00	1.57	0.00	0.00	0.00	17.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.9
	nov	3	0.00	0.00	0.00	7.34	0.00	5.61	0.00	9.20	0.00	0.00	2.2
	dez	1	6.54	0.00	14.54	4.53	0.00	32.74	2.20	5.65	9.38	12.95	8.9
	dez	2	4.15	5.63	3.40	3.00	3.75	11.95	6.56	9.63	0.00	15.90	6.4
	dez	3	0.00	0.50	3.96	35.00	26.77	63.00	13.24	13.92	12.91	9.22	17.8
	jan	1	19.92	3.68	10.68	11.61	18.35	47.77	30.97	23.09	33.16	24.98	22.4
	jan	2	4.68	48.76	19.05	2.75	30.27	19.55	6.33	9.29	19.21	13.55	17.3
	jan	3	23.30	80.99	28.63	1.33	29.79	24.50	9.37	1.53	0.92	13.58	21.4
	fev	1	13.94	7.66	16.32	6.99	37.40	17.24	33.30	48.07	23.37	28.48	23.3
	fev	2	0.00	0.00	5.21	55.93	0.00	4.95	8.39	55.15	14.63	19.42	16.4
	fev	3	6.70	11.59	4.44	27.16	15.21	5.33	3.90	12.83	7.45	1.58	9.6
	mar	1	11.60	47.42	18.91	0.00	26.52	12.85	10.32	22.16	11.25	0.00	16.1
	mar	2	8.99	16.33	17.89	19.53	2.36	0.37	0.22	28.81	0.00	0.00	9.4
	mar	3	15.47	0.00	28.03	1.70	0.00	6.15	7.39	27.30	0.00	0.00	8.6
		total	115.3	224.1	171.0	176.9	190.4	269.7	132.2	266.6	132.3	139.6	181.8
BHB	nov	2	4.29	9.78	0.00	0.00	3.12	21.14	10.44	0.00	0.00	0.54	4.9
	nov	3	0.00	0.00	0.00	18.65	17.79	9.25	0.00	23.99	0.00	3.43	7.3
	dez	1	7.08	0.00	28.36	31.57	0.00	39.92	0.70	9.63	26.55	29.05	17.3
	dez	2	16.24	7.21	28.02	12.06	1.99	11.69	1.20	40.91	8.29	28.92	15.7
	dez	3	0.00	0.61	16.58	58.30	48.42	75.81	36.24	44.22	32.66	16.08	32.9
	jan	1	31.51	29.92	12.60	2.71	44.68	58.95	59.42	66.35	48.76	23.96	37.9
	jan	2	33.20	75.01	31.91	0.00	31.83	6.69	6.71	34.62	20.41	20.07	26.0
	jan	3	15.07	82.89	33.52	0.00	58.63	30.72	20.66	12.24	0.00	1.23	25.5
	fev	1	13.13	7.06	6.91	0.00	40.74	53.76	43.66	43.28	20.54	64.85	29.4
	fev	2	3.70	11.27	12.99	60.55	0.00	6.78	39.81	65.81	24.95	37.41	26.3
	fev	3	5.51	20.62	0.00	35.37	5.59	8.18	7.26	34.39	37.54	0.00	15.4
	mar	1	29.17	63.03	12.12	5.50	39.00	4.98	28.44	52.60	25.24	4.32	26.4
	mar	2	33.27	14.69	35.72	31.19	8.97	0.00	0.00	48.62	0.75	0.00	17.3
	mar	3	33.42	6.68	35.23	14.15	4.19	1.99	17.40	32.42	23.37	0.00	16.9
		total	225.6	328.8	253.9	270.0	304.9	329.8	271.9	509.1	269.0	229.8	299.3

deft = soma dos déficit hídricos decendiais

## ANEXO 12

TABELA 37. Totais de dias com déficit hídrico em cada estádio e ciclo da cultura do Milho nas safras 80/81 a 89/90, com semeadura em outubro e novembro, estimados pelos modelos de B.H.

safr ESTÁDIO	80/1 T	81/2 T	82/3 T	83/4 T	84/5 T	85/6 T	86/7 T	87/8 T	88/9 T	89/90 T	série média	
(dias)												
MILHO semeadura: outubro	-----					BHT		-----				
Se-Em 10	5	8	4	3	5	5	2	3	7	6	4.8	
Em-30d 30	13	18	7	13	12	28	16	16	16	20	15.9	
30d-Pe 30	18	18	21	21	20	25	16	24	20	23	20.6	
Pe-Ml 25	16	18	18	17	21	23	20	22	23	20	19.8	
Ml-Mf 35	23	26	23	21	24	24	22	22	19	22	22.6	
total 130	75	88	73	75	82	105	76	87	85	91	83.7	
MILHO semeadura: outubro	-----					BHM		-----				
Se-Em 10	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.2	
Em-30d 30	1	3	0	0	0	15	1	0	2	0	2.2	
30d-Pe 30	4	4	5	8	5	17	4	12	6	14	7.9	
Pe-Ml 25	7	6	8	9	16	21	12	16	13	11	11.9	
Ml-Mf 35	8	18	9	9	16	10	9	10	9	8	10.6	
total 130	20	31	22	26	37	65	26	38	30	33	32.8	
MILHO semedura: outubro	-----					BHB		-----				
Se-Em 10	1	8	0	0	0	4	0	0	7	1	2.1	
Em-30d 30	0	1	0	0	0	19	2	0	1	4	2.7	
30d-Pe 30	3	0	13	16	7	19	0	18	9	14	9.9	
Pe-Ml 25	8	9	10	10	21	23	18	23	23	12	15.7	
Ml-Mf 35	7	19	10	5	16	12	9	18	4	11	11.1	
total 130	19	37	33	31	44	77	29	59	44	42	41.5	
MILHO semeadura: novembro	-----					BHT		-----				
Se-Em 10	6	7	1	0	4	10	8	6	3	4	4.9	
Em-30d 30	16	17	20	19	18	24	13	24	20	23	19.4	
30d-Pe 30	18	25	20	19	25	26	23	24	19	21	22.0	
Pe-Ml 25	18	19	17	15	19	19	17	15	16	16	17.1	
Ml-Mf 35	26	30	25	25	23	16	19	30	22	21	23.7	
total 130	84	98	83	78	89	95	80	99	80	85	87.1	
MILHO semeadura: novembro	-----					BHM		-----				
Se-Em 10	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	1.0	
Em-30d 30	2	1	3	5	0	12	1	6	1	6	3.7	
30d-Pe 30	5	9	6	6	11	20	9	10	5	9	9.0	
Pe-Ml 25	7	14	9	5	12	8	8	10	8	8	8.9	
Ml-Mf 35	7	11	6	12	9	5	7	16	5	5	8.3	
total 130	21	36	24	28	32	54	25	42	19	28	30.9	
MILHO semedura: novembro	-----					BHB		-----				
Se-Em 10	2	7	0	0	1	10	7	0	0	0	2.7	
Em-30d 30	0	0	8	10	6	12	0	15	4	15	7.0	
30d-Pe 30	7	9	4	6	13	20	13	24	13	6	11.5	
Pe-Ml 25	3	13	9	2	14	10	6	9	5	8	7.9	
Ml-Mf 35	12	17	12	15	7	1	10	31	15	6	12.6	
total 130	24	46	33	33	41	53	36	79	37	35	41.7	

T = número total de dias com déficit hídrico em cada estádio

TABELA 38. Magnitudes de déficit hídrico totais em cada estádio e ciclo da cultura do Milho nas safras 80/81 a 89/90, com semeadura em outubro e novembro, estimados pelos modelos de B.H.

safr	80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	série	
ESTÁDIO	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	média	
MILHO semeadura: outubro						BHT						
Se-Em	10	0.7	2.0	0.2	0.2	0.2	3.5	0.1	0.2	0.8	0.7	0.9
Em-30d	30	4.8	8.0	1.2	2.5	4.5	37.8	8.2	3.5	5.6	6.3	8.2
30d-Pe	30	17.0	14.0	21.9	22.4	17.3	52.4	17.9	35.6	19.3	50.2	26.8
Pe-Ml	25	23.2	22.7	25.5	35.6	54.9	122.8	42.3	67.7	64.5	45.7	50.5
Ml-Mf	35	31.6	99.7	31.5	27.2	51.6	33.3	28.0	35.3	20.7	27.7	38.7
total	130	77.3	146.4	80.3	87.9	128.4	249.8	96.5	142.2	110.9	130.6	125.0
MILHO semeadura: outubro						BHM						
Se-Em	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Em-30d	30	2.9	6.3	0.0	0.0	0.0	41.4	3.0	0.0	1.1	0.0	5.5
30d-Pe	30	14.7	8.4	19.5	23.2	10.4	66.1	10.1	44.2	14.6	41.0	25.2
Pe-Ml	25	22.5	17.8	24.7	44.4	74.2	130.2	53.9	79.4	65.0	49.0	56.1
Ml-Mf	35	29.4	105.5	33.9	29.0	60.2	34.3	24.7	38.9	20.6	28.3	40.5
total	130	69.5	138.1	78.1	96.6	144.9	274.4	91.8	162.5	101.4	118.3	127.6
MILHO semeadura: outubro						BHB						
Se-Em	10	0.8	8.8	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	7.2	0.5	2.4
Em-30d	30	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	57.1	3.6	0.0	1.5	4.9	7.0
30d-Pe	30	18.8	0.0	54.2	69.7	23.6	87.5	0.0	82.5	36.0	63.2	43.5
Pe-Ml	25	38.7	52.3	57.5	70.3	138.0	160.0	107.0	141.2	119.6	61.0	94.6
Ml-Mf	35	41.6	127.5	51.3	24.2	87.4	63.5	42.8	83.3	15.2	53.9	59.1
total	130	99.9	191.1	163.0	164.2	248.9	375.2	153.4	307.0	179.5	183.4	206.6
MILHO semeadura: novembro						BHT						
Se-Em	10	1.3	2.2	0.1	0.0	0.5	16.5	2.4	0.7	0.3	0.6	2.4
Em-30d	30	5.9	6.2	8.1	8.3	4.7	20.2	4.6	13.5	6.6	20.3	9.8
30d-Pe	30	15.2	36.0	17.7	18.2	33.0	70.3	25.5	24.7	16.4	25.6	28.2
Pe-Ml	25	28.6	73.7	26.4	19.0	46.6	29.5	26.7	41.2	24.2	26.7	34.3
Ml-Mf	35	19.9	43.5	20.8	36.8	29.3	14.4	17.6	69.2	18.8	17.3	28.7
total	130	70.9	161.6	73.1	82.3	114.0	150.8	76.9	149.3	66.3	90.4	103.5
MILHO semeadura: novembro						BHM						
Se-Em	10	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
Em-30d	30	0.8	2.0	6.5	3.9	0.0	23.0	1.4	9.2	1.5	11.5	6.0
30d-Pe	30	9.7	27.6	10.8	19.5	34.6	73.9	24.2	19.7	14.0	24.7	25.9
Pe-Ml	25	26.1	82.5	34.1	18.7	53.9	29.1	28.3	49.7	30.1	31.6	38.4
Ml-Mf	35	12.1	35.6	11.4	43.8	28.7	10.4	14.3	65.3	11.0	14.7	24.7
total	130	48.7	148.7	62.8	85.9	117.2	152.8	68.2	143.9	56.6	82.5	96.7
MILHO semeadura: novembro						BHB						
Se-Em	10	3.2	9.3	0.0	0.0	1.1	19.6	9.9	0.0	0.0	0.0	4.3
Em-30d	30	0.0	0.0	18.9	27.0	10.1	29.1	0.0	33.4	6.7	31.6	15.7
30d-Pe	30	33.0	51.0	11.1	29.5	57.6	88.9	53.2	98.0	55.4	21.9	50.0
Pe-Ml	25	17.0	83.8	36.1	7.7	76.5	56.6	36.6	53.2	22.9	51.0	44.1
Ml-Mf	35	35.4	74.0	31.5	83.0	29.4	5.1	49.4	141.2	54.5	30.4	53.4
total	130	88.5	218.1	97.7	147.1	174.8	199.3	149.2	325.8	139.5	134.9	167.5

deft = magnitude total de déficit hídrico em cada estádio

TABELA 39. Totais de dias com déficit hídrico em cada estádio e ciclo da cultura da Soja nas safras 80/81 a 89/90, com semeadura em outubro e novembro, estimados pelos modelos de B.H.

safr	80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	série
ESTÁDIO	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	média
(dias)											
SOJA semeadura: outubro						BHT					
Se-Em	10	6	8	5	5	5	2	4	7	7	5.4
Em-V2	10	2	7	4	6	6	9	7	5	4	5.7
V2-R1	40	28	26	24	28	26	38	22	31	28	28.2
R1-R5	40	26	30	28	27	31	35	30	34	33	30.3
R5-R7	35	23	27	29	22	22	25	25	28	20	24.5
total 135	85	98	90	88	90	112	86	102	92	98	94.1
SOJA semeadura: outubro						BHM					
Se-Em	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.2
Em-V2	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.1
V2-R1	40	7	8	6	12	13	31	7	11	10	12.2
R1-R5	40	13	16	14	16	20	29	22	24	17	19.1
R5-R7	35	7	16	16	11	15	11	12	21	9	13.1
total 135	27	40	36	40	48	73	41	56	36	50	44.7
SOJA semedura: outubro						BHB					
Se-Em	10	1	8	0	0	4	0	0	8	1	2.2
Em-V2	10	0	0	0	2	3	4	1	2	1	1.7
V2-R1	40	5	10	9	15	11	37	6	15	14	13.8
R1-R5	40	16	18	22	19	26	28	25	36	28	24.0
R5-R7	35	7	17	15	12	16	17	20	23	11	15.4
total 135	29	53	46	48	56	90	52	76	62	59	57.1
SOJA semeadura: novembro						BHT					
Se-Em	10	6	8	2	1	5	10	8	7	3	5.4
Em-V2	10	5	4	6	10	6	7	2	10	6	6.2
V2-R1	40	26	29	31	25	31	38	31	30	32	30.6
R1-R5	40	26	34	32	24	29	29	27	30	25	28.3
R5-R7	35	29	30	30	25	25	22	23	30	26	26.1
total 135	92	105	101	85	96	106	91	107	92	91	96.6
SOJA semeadura: novembro						BHM					
Se-Em	10	0	1	0	0	9	0	0	0	0	1.0
Em-V2	10	0	0	0	4	0	2	0	6	0	1.2
V2-R1	40	9	6	9	12	14	30	12	14	14	14.0
R1-R5	40	10	23	20	12	20	16	14	20	15	16.5
R5-R7	35	13	15	16	12	11	7	9	23	5	11.4
total 135	32	45	45	40	45	64	35	63	34	38	44.1
SOJA semedura: novembro						BHB					
Se-Em	10	2	6	0	0	2	10	6	0	0	2.7
Em-V2	10	0	0	0	6	7	3	0	10	0	2.8
V2-R1	40	10	8	22	21	17	33	20	29	27	21.1
R1-R5	40	12	27	19	7	21	16	18	24	12	20
R5-R7	35	20	19	18	18	12	3	13	31	19	3
total 135	44	60	59	52	59	65	57	94	58	50	59.8

T = número total de dias com déficit hídrico em cada estádio

TABELA 40. Magnitudes de déficit hídrico totais em cada estádio e ciclo da cultura da Soja nas safras 80/81 a 89/90, com semeadura em outubro e novembro, estimados pelos modelos de B.H.

saíra	80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	série	
ESTÁDIO	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	deft	média	
SOJA semeadura: outubro						BHT						
Se-Em 10	1.3	3.4	0.5	0.5	0.6	4.7	0.2	0.6	1.7	1.5	1.5	
Em-V2 10	0.3	2.6	1.9	5.0	4.0	5.6	2.9	2.3	2.3	3.9	3.1	
V2-R1 40	43.6	41.6	38.7	57.3	59.7	162.1	38.0	71.7	55.2	70.4	63.8	
R1-R5 40	69.1	91.5	76.6	86.8	119.9	219.6	121.7	152.5	116.7	129.8	118.4	
R5-R7 35	46.5	122.3	73.0	65.1	84.1	67.6	60.9	118.6	41.8	66.7	74.6	
total 135	160.7	261.4	190.8	214.8	268.3	459.6	223.8	345.6	217.6	272.1	261.5	
SOJA semeadura: outubro						BHM						
Se-Em 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	
Em-V2 10	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	
V2-R1 40	29.1	21.2	20.7	45.6	50.6	158.2	19.0	56.5	32.3	54.6	48.8	
R1-R5 40	48.8	64.3	56.4	77.3	103.6	202.7	109.4	142.1	85.1	99.3	98.9	
R5-R7 35	29.6	110.3	60.2	53.4	77.4	50.2	45.3	106.5	35.8	57.9	62.7	
total 135	107.5	195.8	137.3	178.0	231.7	413.4	173.7	305.2	153.1	211.7	210.7	
SOJA semedura: outubro						BHB						
Se-Em 10	1.3	9.7	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	8.3	1.3	2.8	
Em-V2 10	0.0	0.0	0.0	4.8	5.8	5.4	5.0	1.9	2.0	7.0	3.2	
V2-R1 40	17.8	34.7	47.4	94.3	61.7	197.4	22.9	75.8	61.1	69.3	68.2	
R1-R5 40	116.1	121.5	142.0	123.8	191.3	218.9	157.3	250.2	172.2	136.1	162.9	
R5-R7 35	32.8	119.9	67.7	68.9	108.6	107.1	112.6	132.0	47.3	100.2	89.7	
total 135	167.9	285.8	257.2	291.9	367.4	535.9	297.8	459.9	290.9	314.0	326.9	
SOJA semeadura: novembro						BHT						
Se-Em 10	2.3	3.6	0.2	0.0	1.2	21.5	4.0	1.4	0.5	1.1	3.6	
Em-V2 10	2.4	1.5	2.1	10.7	4.9	7.3	0.4	14.4	2.4	4.5	5.0	
V2-R1 40	46.4	35.1	51.9	64.6	68.4	167.4	61.2	69.8	67.1	90.2	72.2	
R1-R5 40	57.6	158.1	85.4	68.9	107.3	86.9	74.5	116.4	76.1	80.7	91.2	
R5-R7 35	58.8	87.5	81.3	76.3	60.4	34.0	41.8	108.6	43.0	26.3	61.8	
total 135	167.4	285.9	220.9	220.5	242.1	317.0	181.9	310.7	189.1	202.8	233.8	
SOJA semeadura: novembro						BHM						
Se-Em 10	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	
Em-V2 10	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	5.6	0.0	9.2	0.0	0.0	2.2	
V2-R1 40	30.6	9.8	27.6	54.1	48.9	150.4	47.4	49.5	46.7	63.0	52.8	
R1-R5 40	41.9	137.4	74.2	57.4	97.4	70.3	57.8	99.1	66.9	64.2	76.7	
R5-R7 35	37.1	75.3	59.0	58.0	44.1	19.6	21.5	98.8	18.7	12.4	44.5	
total 135	109.6	224.1	160.8	176.9	190.4	263.6	126.8	256.6	132.3	139.6	178.1	
SOJA semedura: novembro						BHB						
Se-Em 10	4.3	9.8	0.0	0.0	3.1	21.1	10.4	0.0	0.0	0.5	4.9	
Em-V2 10	0.0	0.0	0.0	18.6	17.8	9.2	0.0	24.0	0.0	3.4	7.3	
V2-R1 40	51.0	31.4	85.6	104.6	88.4	181.6	91.0	153.7	106.9	94.8	98.9	
R1-R5 40	68.9	174.4	85.3	49.3	137.8	95.9	101.9	145.2	71.9	113.0	104.4	
R5-R7 35	90.5	106.5	70.5	97.5	57.7	19.9	60.0	173.7	81.2	18.1	77.6	
total 135	214.7	322.1	241.4	270.0	304.9	327.8	263.3	496.6	260.0	229.8	293.1	

deft = magnitude total de déficit hídrico em cada estádio



TABELA 41. Percentuais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura do Milho, para o cenário atual nas duas épocas de semeaduras.

safr	80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	séri	
ESTÁDIO d	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	médi	
						(%)						
MILHO semeadura: outubro						----	BHT	----				
Se-Em	10	50.0	80.0	40.0	30.0	50.0	50.0	20.0	30.0	70.0	60.0	48.0
Em-30d	30	43.3	60.0	23.3	43.3	40.0	93.3	53.3	53.3	53.3	66.7	53.0
30d-Pe	30	60.0	60.0	70.0	70.0	66.7	83.3	53.3	80.0	66.7	76.7	68.7
Pe-Ml	25	64.0	72.0	72.0	68.0	84.0	92.0	80.0	88.0	92.0	80.0	79.2
Ml-Mf	35	65.7	74.3	65.7	60.0	68.6	68.6	62.9	62.9	54.3	62.9	64.6
total	130	57.7	67.7	56.2	57.7	63.1	80.8	58.5	66.9	65.4	70.0	64.4
MILHO semeadura: outubro						----	BHM	----				
Se-Em	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
Em-30d	30	3.3	10.0	0.0	0.0	0.0	50.0	3.3	0.0	6.7	0.0	7.3
30d-Pe	30	13.3	13.3	16.7	26.7	16.7	56.7	13.3	40.0	20.0	46.7	26.3
Pe-Ml	25	28.0	24.0	32.0	36.0	64.0	84.0	48.0	64.0	52.0	44.0	47.6
Ml-Mf	35	22.9	51.4	25.7	25.7	45.7	28.6	25.7	28.6	25.7	22.9	30.3
total	130	15.4	23.8	16.9	20.0	28.5	50.0	20.0	29.2	23.1	25.4	25.2
MILHO semeadura: outubro						----	BHB	----				
Se-Em	10	10.0	80.0	0.0	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	70.0	10.0	21.0
Em-30d	30	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	63.3	6.7	0.0	3.3	13.3	9.0
30d-Pe	30	10.0	0.0	43.3	53.3	23.3	63.3	0.0	60.0	30.0	46.7	33.0
Pe-Ml	25	32.0	36.0	40.0	40.0	84.0	92.0	72.0	92.0	92.0	48.0	62.8
Ml-Mf	35	20.0	54.3	28.6	14.3	45.7	34.3	25.7	51.4	11.4	31.4	31.7
total	130	14.6	28.5	25.4	23.8	33.8	59.2	22.3	45.4	33.8	32.3	31.9
MILHO semeadura: novembro						----	BHT	----				
Se-Em	10	60.0	70.0	10.0	0.0	40.0	100.0	80.0	60.0	30.0	40.0	49.0
Em-30d	30	53.3	56.7	66.7	63.3	60.0	80.0	43.3	80.0	66.7	76.7	64.7
30d-Pe	30	60.0	83.3	66.7	63.3	83.3	86.7	76.7	80.0	63.3	70.0	73.3
Pe-Ml	25	72.0	76.0	68.0	60.0	76.0	76.0	68.0	60.0	64.0	64.0	68.4
Ml-Mf	35	74.3	85.7	71.4	71.4	65.7	45.7	54.3	85.7	62.9	60.0	67.7
total	130	64.6	75.4	63.8	60.0	68.5	73.1	61.5	76.2	61.5	65.4	67.0
MILHO semeadura: novembro						----	BHM	----				
Se-Em	10	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
Em-30d	30	6.7	3.3	10.0	16.7	0.0	40.0	3.3	20.0	3.3	20.0	12.3
30d-Pe	30	16.7	30.0	20.0	20.0	36.7	66.7	30.0	33.3	16.7	30.0	30.0
Pe-Ml	25	28.0	56.0	36.0	20.0	48.0	32.0	32.0	40.0	32.0	32.0	35.6
Ml-Mf	35	20.0	31.4	17.1	34.3	25.7	14.3	20.0	45.7	14.3	14.3	23.7
total	130	16.2	27.7	18.5	21.5	24.6	41.5	19.2	32.3	14.6	21.5	23.8
MILHO semeadura: novembro						----	BHB	----				
Se-Em	10	20.0	70.0	0.0	0.0	10.0	100.0	70.0	0.0	0.0	0.0	27.0
Em-30d	30	0.0	0.0	26.7	33.3	20.0	40.0	0.0	50.0	13.3	50.0	23.3
30d-Pe	30	23.3	30.0	13.3	20.0	43.3	66.7	43.3	80.0	43.3	20.0	38.3
Pe-Ml	25	12.0	52.0	36.0	8.0	56.0	40.0	24.0	36.0	20.0	32.0	31.6
Ml-Mf	35	34.3	48.6	34.3	42.9	20.0	2.9	28.6	88.6	42.9	17.1	36.0
total	130	18.5	35.4	25.4	25.4	31.5	40.8	27.7	60.8	28.5	26.9	32.1

Tp = número relativo de dias com déficit hídrico em cada estágio

TABELA 42. Magnitudes médias de déficit hídrico em cada estágio do ciclo da cultura do Milho, para o cenário atual nas duas épocas de semeadura.

safr	80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	séri	
ESTADIO	defm	defm	defm	defm	defm	defm	defm	defm	defm	defm	médi	
(mm/dia)												
MILHO semeadura: outubro							BHT					
Se-Em 10	0.07	0.20	0.02	0.02	0.02	0.35	0.01	0.02	0.08	0.07	0.09	
Em-30d 30	0.16	0.27	0.04	0.08	0.15	1.26	0.27	0.12	0.19	0.21	0.27	
30d-Pe 30	0.57	0.47	0.73	0.75	0.58	1.75	0.60	1.19	0.64	1.67	0.89	
Pe-Ml 25	0.93	0.91	1.02	1.43	2.19	4.91	1.69	2.71	2.58	1.83	2.02	
Ml-Mf 35	0.90	2.85	0.90	0.78	1.47	0.95	0.80	1.01	0.59	0.79	1.10	
total 130	0.59	1.13	0.62	0.68	0.99	1.92	0.74	1.09	0.85	1.00	0.96	
MILHO semeadura: outubro							BHM					
Se-Em 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
Em-30d 30	0.10	0.21	0.00	0.00	0.00	1.38	0.10	0.00	0.04	0.00	0.18	
30d-Pe 30	0.49	0.28	0.65	0.77	0.35	2.20	0.34	1.47	0.49	1.37	0.84	
Pe-Ml 25	0.90	0.71	0.99	1.78	2.97	5.21	2.16	3.18	2.60	1.96	2.24	
Ml-Mf 35	0.84	3.02	0.97	0.83	1.72	0.98	0.71	1.11	0.59	0.81	1.16	
total 130	0.53	1.06	0.60	0.74	1.11	2.11	0.71	1.25	0.78	0.91	0.98	
MILHO semeadura: outubro							BHB					
Se-Em 10	0.08	0.88	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00	0.72	0.05	0.24	
Em-30d 30	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	1.90	0.12	0.00	0.05	0.16	0.23	
30d-Pe 30	0.63	0.00	1.81	2.32	0.79	2.92	0.00	2.75	1.20	2.11	1.45	
Pe-Ml 25	1.55	2.09	2.30	2.81	5.52	6.40	4.28	5.65	4.78	2.44	3.78	
Ml-Mf 35	1.19	3.64	1.47	0.69	2.50	1.81	1.22	2.38	0.44	1.54	1.69	
total 130	0.77	1.47	1.25	1.26	1.91	2.89	1.18	2.36	1.38	1.41	1.59	
MILHO semeadura: novembro							BHT					
Se-Em 10	0.13	0.22	0.01	0.00	0.05	1.65	0.24	0.07	0.03	0.06	0.24	
Em-30d 30	0.20	0.21	0.27	0.28	0.16	0.67	0.15	0.45	0.22	0.68	0.33	
30d-Pe 30	0.51	1.20	0.59	0.61	1.10	2.34	0.85	0.82	0.55	0.85	0.94	
Pe-Ml 25	1.15	2.95	1.06	0.76	1.87	1.18	1.07	1.65	0.97	1.07	1.37	
Ml-Mf 35	0.57	1.24	0.59	1.05	0.84	0.41	0.50	1.98	0.54	0.49	0.82	
total 130	0.55	1.24	0.56	0.63	0.88	1.16	0.59	1.15	0.51	0.70	0.80	
MILHO semeadura: novembro							BHM					
Se-Em 10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	
Em-30d 30	0.03	0.07	0.22	0.13	0.00	0.77	0.05	0.31	0.05	0.38	0.20	
30d-Pe 30	0.32	0.92	0.36	0.65	1.15	2.46	0.81	0.66	0.47	0.82	0.86	
Pe-Ml 25	1.04	3.30	1.37	0.75	2.16	1.17	1.13	1.99	1.20	1.26	1.54	
Ml-Mf 35	0.35	1.02	0.32	1.25	0.82	0.30	0.41	1.87	0.31	0.42	0.71	
total 130	0.37	1.14	0.48	0.66	0.90	1.18	0.52	1.11	0.44	0.63	0.74	
MILHO semeadura: novembro							BHB					
Se-Em 10	0.32	0.93	0.00	0.00	0.11	1.96	0.99	0.00	0.00	0.00	0.43	
Em-30d 30	0.00	0.00	0.63	0.90	0.34	0.97	0.00	1.11	0.22	1.05	0.52	
30d-Pe 30	1.10	1.70	0.37	0.98	1.92	2.96	1.77	3.27	1.85	0.73	1.67	
Pe-Ml 25	0.68	3.35	1.44	0.31	3.06	2.27	1.46	2.13	0.92	2.04	1.77	
Ml-Mf 35	1.01	2.11	0.90	2.37	0.84	0.15	1.41	4.03	1.56	0.87	1.53	
total 130	0.68	1.68	0.75	1.13	1.34	1.53	1.15	2.51	1.07	1.04	1.29	

defm = magnitude média de déficit hídrico em cada estágio

TABELA 43. Percentuais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura da Soja, para o cenário atual nas duas épocas de semeaduras.

safr	ESTÁDIO	d	80/1 Tp	81/2 Tp	82/3 Tp	83/4 Tp	84/5 Tp	85/6 Tp	86/7 Tp	87/8 Tp	88/9 Tp	89/90 Tp	séri médi
SOJA semeadura: outubro													
								(%)					
								BHT					
Se-Em	10	60.0	80.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	20.0	40.0	70.0	70.0	54.0
Em-V2	10	20.0	70.0	40.0	60.0	60.0	60.0	90.0	70.0	50.0	40.0	70.0	57.0
V2-R1	40	70.0	65.0	60.0	70.0	65.0	65.0	95.0	55.0	77.5	70.0	77.5	70.5
R1-R5	40	65.0	75.0	70.0	67.5	77.5	87.5	75.0	85.0	82.5	72.5	72.5	75.8
R5-R7	35	65.7	77.1	82.9	62.9	62.9	71.4	71.4	80.0	57.1	68.6	70.0	70.0
total	135	63.0	72.6	66.7	65.2	66.7	83.0	63.7	75.6	68.1	72.6	69.7	69.7
SOJA semeadura: outubro													
								BHM					
Se-Em	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
Em-V2	10	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
V2-R1	40	17.5	20.0	15.0	30.0	32.5	77.5	17.5	27.5	25.0	42.5	30.5	30.5
R1-R5	40	32.5	40.0	35.0	40.0	50.0	72.5	55.0	60.0	42.5	50.0	47.8	47.8
R5-R7	35	20.0	45.7	45.7	31.4	42.9	31.4	34.3	60.0	25.7	37.1	37.4	37.4
total	135	20.0	29.6	26.7	29.6	35.6	54.1	30.4	41.5	26.7	37.0	33.1	33.1
SOJA semeadura: outubro													
								BHB					
Se-Em	10	10.0	80.0	0.0	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	80.0	10.0	22.0	22.0
Em-V2	10	0.0	0.0	0.0	20.0	30.0	40.0	10.0	20.0	10.0	40.0	17.0	17.0
V2-R1	40	12.5	25.0	22.5	37.5	27.5	92.5	15.0	37.5	35.0	40.0	34.5	34.5
R1-R5	40	40.0	45.0	55.0	47.5	65.0	70.0	62.5	90.0	70.0	55.0	60.0	60.0
R5-R7	35	20.0	48.6	42.9	34.3	45.7	48.6	57.1	65.7	31.4	45.7	44.0	44.0
total	135	21.5	39.3	34.1	35.6	41.5	66.7	38.5	56.3	45.9	43.7	42.3	42.3
SOJA semeadura: novembro													
								BHT					
Se-Em	10	60.0	80.0	20.0	10.0	50.0	100.0	80.0	70.0	30.0	40.0	54.0	54.0
Em-V2	10	50.0	40.0	60.0	100.0	60.0	70.0	20.0	100.0	60.0	60.0	62.0	62.0
V2-R1	40	65.0	72.5	77.5	62.5	77.5	95.0	77.5	75.0	80.0	82.5	76.5	76.5
R1-R5	40	65.0	85.0	80.0	60.0	72.5	72.5	67.5	75.0	62.5	67.5	70.8	70.8
R5-R7	35	82.9	85.7	85.7	71.4	71.4	62.9	65.7	85.7	74.3	60.0	74.6	74.6
total	135	68.1	77.8	74.8	63.0	71.1	78.5	67.4	79.3	68.1	67.4	71.6	71.6
SOJA semeadura: novembro													
								BHM					
Se-Em	10	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0
Em-V2	10	0.0	0.0	0.0	40.0	0.0	20.0	0.0	60.0	0.0	0.0	12.0	12.0
V2-R1	40	22.5	15.0	22.5	30.0	35.0	75.0	30.0	35.0	35.0	50.0	35.0	35.0
R1-R5	40	25.0	57.5	50.0	30.0	50.0	40.0	35.0	50.0	37.5	37.5	41.3	41.3
R5-R7	35	37.1	42.9	45.7	34.3	31.4	20.0	25.7	65.7	14.3	8.6	32.6	32.6
total	135	23.7	33.3	33.3	29.6	33.3	47.4	25.9	46.7	25.2	28.1	32.7	32.7
SOJA semeadura: novembro													
								BHB					
Se-Em	10	20.0	60.0	0.0	0.0	20.0	100.0	60.0	0.0	0.0	10.0	27.0	27.0
Em-V2	10	0.0	0.0	0.0	60.0	70.0	30.0	0.0	100.0	0.0	20.0	28.0	28.0
V2-R1	40	25.0	20.0	55.0	52.5	42.5	82.5	50.0	72.5	67.5	60.0	52.8	52.8
R1-R5	40	30.0	67.5	47.5	17.5	52.5	40.0	45.0	60.0	30.0	50.0	44.0	44.0
R5-R7	35	57.1	54.3	51.4	51.4	34.3	8.6	37.1	88.6	54.3	8.6	44.6	44.6
total	135	32.6	44.4	43.7	38.5	43.7	48.1	42.2	69.6	43.0	37.0	44.3	44.3

Tp = número relativo de dias com déficit hídrico em cada estágio

TABELA 44. Magnitudes médias de déficit hídrico em cada estágio do ciclo da cultura da Soja, para o cenário atual nas duas épocas de semeadura.

saíra	80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	série
ESTÁDIO	defm	defm	defm	defm	defm	defm	defm	defm	defm	defm	média
(mm/dia)											
SOJA semeadura: outubro											
						----	BHT	----			
Se-Em	10	0.13	0.34	0.05	0.05	0.06	0.47	0.02	0.06	0.17	0.15
Em-V2	10	0.03	0.26	0.19	0.50	0.40	0.56	0.29	0.23	0.23	0.39
V2-R1	40	1.09	1.04	0.97	1.43	1.49	4.05	0.95	1.79	1.38	1.76
R1-R5	40	1.73	2.29	1.92	2.17	3.00	5.49	3.04	3.81	2.92	3.24
R5-R7	35	1.33	3.49	2.09	1.86	2.40	1.93	1.74	3.39	1.19	1.90
total	135	1.19	1.94	1.41	1.59	1.99	3.40	1.66	2.56	1.61	2.02
SOJA semeadura: outubro											
						----	BHM	----			
Se-Em	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.02
Em-V2	10	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
V2-R1	40	0.73	0.53	0.52	1.14	1.26	3.96	0.47	1.41	0.81	1.36
R1-R5	40	1.22	1.61	1.41	1.93	2.59	5.07	2.74	3.55	2.13	2.48
R5-R7	35	0.85	3.15	1.72	1.53	2.21	1.43	1.29	3.04	1.02	1.65
total	135	0.80	1.45	1.02	1.32	1.72	3.06	1.29	2.26	1.13	1.57
SOJA semeadura: outubro											
						----	BHB	----			
Se-Em	10	0.13	0.97	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.83	0.13
Em-V2	10	0.00	0.00	0.00	0.48	0.58	0.54	0.50	0.19	0.20	0.32
V2-R1	40	0.45	0.87	1.19	2.36	1.54	4.93	0.57	1.89	1.53	1.73
R1-R5	40	2.90	3.04	3.55	3.10	4.78	5.47	3.93	6.26	4.30	3.40
R5-R7	35	0.94	3.43	1.93	1.97	3.10	3.06	3.22	3.77	1.35	2.86
total	135	1.24	2.12	1.90	2.16	2.72	3.97	2.21	3.41	2.15	2.33
SOJA semeadura: novembro											
						----	BHT	----			
Se-Em	10	0.23	0.36	0.02	0.00	0.12	2.15	0.40	0.14	0.05	0.11
Em-V2	10	0.24	0.15	0.21	1.07	0.49	0.73	0.04	1.44	0.24	0.45
V2-R1	40	1.16	0.88	1.30	1.61	1.71	4.19	1.53	1.74	1.68	2.25
R1-R5	40	1.44	3.95	2.13	1.72	2.68	2.17	1.86	2.91	1.90	2.02
R5-R7	35	1.68	2.50	2.32	2.18	1.72	0.97	1.19	3.10	1.23	0.75
total	135	1.24	2.12	1.64	1.63	1.79	2.35	1.35	2.30	1.40	1.50
SOJA semeadura: novembro											
						----	BHM	----			
Se-Em	10	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	1.78	0.00	0.00	0.00	0.19
Em-V2	10	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.56	0.00	0.92	0.00	0.22
V2-R1	40	0.77	0.25	0.69	1.35	1.22	3.76	1.19	1.24	1.17	1.58
R1-R5	40	1.05	3.44	1.86	1.43	2.44	1.76	1.45	2.48	1.67	1.61
R5-R7	35	1.06	2.15	1.69	1.66	1.26	0.56	0.61	2.82	0.53	0.35
total	135	0.81	1.66	1.19	1.31	1.41	1.95	0.94	1.90	0.98	1.03
SOJA semeadura: novembro											
						----	BHB	----			
Se-Em	10	0.43	0.98	0.00	0.00	0.31	2.11	1.04	0.00	0.00	0.05
Em-V2	10	0.00	0.00	0.00	1.86	1.78	0.92	0.00	2.40	0.00	0.34
V2-R1	40	1.27	0.79	2.14	2.62	2.21	4.54	2.27	3.84	2.67	2.37
R1-R5	40	1.72	4.36	2.13	1.23	3.45	2.40	2.55	3.63	1.80	2.83
R5-R7	35	2.59	3.04	2.01	2.79	1.65	0.57	1.71	4.96	2.32	0.52
total	135	1.59	2.39	1.79	2.00	2.26	2.43	1.95	3.68	1.93	1.70

defm = magnitude média de déficit hídrico em cada estágio

ANEXO 13

TABELA 45. Classes dos Totais de Dias com Déficit Hídrico em cada decêndio, Frequência Absoluta, Frequência Acumulada Complementar e Probabilidade Linear, para a cultura do Milho nas safras 80/81 a 89/90, obtidos do modelo BHT, para as duas épocas de semedura (outubro e novembro).

mes: OUT				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	-	-	-	-	2	20	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-
3-4	-	-	-	-	3	30	80	77.7	2	20	100	-	0	-	-	-
5-6	-	-	-	-	3	30	50	52.1	6	60	80	72.9	0	-	-	-
7-8	-	-	-	-	2	20	20	26.5	1	10	20	42.5	0	-	-	-
09-11	-	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	12.1	0	-	-	-

mes: NOV				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	1	10	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	3	30	90	84.5	2	20	100	-	1	10	100	-	0	-	-	-
3-4	2	20	60	68.8	2	20	80	80.7	1	10	90	85.2	0	-	-	-
5-6	1	10	40	53.1	1	10	60	61.1	5	50	80	65.3	0	-	-	-
7-8	1	10	30	37.3	4	40	50	41.4	1	10	30	45.4	0	-	-	-
09-11	2	20	20	21.6	1	10	10	21.8	2	20	20	25.5	0	-	-	-

mes: DEZ				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
3-4	1	10	100	-	2	20	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-
5-6	3	30	90	82.6	5	50	80	72.2	3	30	100	-	0	-	-	-
7-8	3	30	60	58.6	3	30	30	36.2	1	10	70	75.8	0	-	-	-
09-11	3	30	30	34.7	0	-	-	-	6	60	60	48.5	0	-	-	-

mes: JAN				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	100	-
3-4	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	90	85.8
5-6	3	30	100	-	5	50	100	-	2	20	100	-	5	50	90	79.6
7-8	3	30	70	72.1	5	50	50	50.0	2	20	80	78.1	1	10	40	50.1
09-11	4	40	40	39.2	0	-	-	-	6	60	60	50.8	3	30	30	32.2

mes: JAN				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	100	-	0	-	-	-
3-4	0	-	-	-	2	20	100	-	1	10	90	85.8	0	-	-	-
5-6	1	10	100	-	4	40	80	76.6	4	40	80	68.0	0	-	-	-
7-8	4	40	90	79.6	2	20	40	50.4	1	10	40	50.1	0	-	-	-
09-11	5	50	50	49.6	2	20	20	24.3	3	30	30	32.2	0	-	-	-

mes: FEV				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	0	-	-	-	1	10	100	-	-	-	-	-	4	40	100	-
3-4	0	-	-	-	3	30	90	84.3	-	-	-	-	0	0	60	75.6
5-6	3	30	100	-	0	0	60	64.2	-	-	-	-	3	30	60	54.0
7-8	5	50	70	67.6	5	50	60	44.1	-	-	-	-	3	30	30	32.3
09-11	2	20	20	28.1	1	10	10	24.0	-	-	-	-	0	-	-	-

mes: MAR				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	0	-	-	-	1	10	100	-	-	-	-	-	1	10	100	-
3-4	0	-	-	-	1	10	90	86.4	-	-	-	-	0	-	-	-
5-6	1	10	100	-	3	30	80	67.7	-	-	-	-	3	30	80	67.7
7-8	5	50	90	77.7	3	30	50	49.0	-	-	-	-	3	30	30	32.3
09-11	4	40	40	44.8	2	20	20	30.3	-	-	-	-	0	-	-	-

TABELA 46. Classes dos Totais de Dias com Déficit Hídrico em cada decêndio, Frequência Absoluta, Frequência Acumulada Complementar e Probabilidade Linear, para a cultura do Milho nas safras 80/81 a 89/90, obtidos do modelo BHM, para as duas épocas de semedura (outubro e novembro).

mes: OUT												mes: NOV																																																																																																																																															
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3																																																																																																																																							
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																													
0	-	-	-	-	9	90	100	-	10	100	100	-	0	-	-	-	-	8	80	100	-	6	60	100	-	1-2	-	-	-	-	1	10	10	21.2	0	-	-	-	1-2	-	-	-	-	1	10	20	58.5	4	40	40	44.3	3-4	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	3-4	-	-	-	-	0	0	10	45.3	0	-	-	-	5-6	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	5-6	-	-	-	-	0	0	10	32.2	0	-	-	-	7-8	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	7-8	-	-	-	-	0	0	10	19.0	0	-	-	-	09-11	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	09-11	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: NOV												mes: DEZ																																																																																																																																															
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3																																																																																																																																							
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																					
0	8	80	100	-	4	40	100	-	5	50	100	-	0	4	40	100	-	3	30	100	-	2	20	100	-	1-2	1	10	20	61.5	4	40	60	68.9	3	30	50	70.9	1-2	4	40	60	68.9	7	70	70	61.8	4	40	80	76.3	3-4	0	0	10	42.8	1	10	20	52.8	0	0	20	50.7	3-4	1	10	20	52.8	0	-	-	-	3	30	40	58.3	5-6	0	0	10	24.1	0	0	10	36.6	1	10	20	30.4	5-6	0	0	10	36.6	0	-	-	-	0	0	10	40.3	7-8	1	10	10	5.5	0	0	10	20.5	1	10	10	10.2	7-8	0	0	10	20.5	0	-	-	-	0	0	10	22.3	09-11	0	-	-	-	1	10	10	4.4	0	-	-	-	09-11	1	10	10	4.4	0	-	-	-	1	10	10	4.3
mes: DEZ												mes: JAN																																																																																																																																															
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3																																																																																																																																							
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																					
0	2	20	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	3	30	100	-	1-2	1	10	40	61.9	3	30	50	63.7	2	20	70	76.4	1-2	3	30	100	-	5	50	100	-	2	20	70	76.5	3-4	1	10	40	61.9	3	30	50	63.7	2	20	50	68.8	3	30	50	59.3	5-6	1	10	30	45.3	2	20	20	24.2	2	20	50	56.2	5-6	2	20	30	43.3	2	20	30	43.3	2	20	30	49.1	1	10	20	42.0	7-8	1	10	20	28.6	0	-	-	-	2	20	30	36.1	7-8	1	10	10	14.2	0	0	10	27.4	0	0	10	24.9	09-11	1	10	10	12.0	0	-	-	-	1	10	10	15.9	09-11	0	-	-	-	1	10	10	6.8	1	10	10	7.6				
mes: JAN												mes: FEV																																																																																																																																															
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3																																																																																																																																							
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																					
0	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	100	-	0	0	-	-	-	3	30	100	-	0	-	-	-	1-2	1	10	100	-	3	30	70	77.3	7	70	100	-	1-2	1	10	100	-	3	30	70	77.3	7	70	100	-	3-4	2	20	90	83.1	4	40	70	73.3	2	20	50	65.3	3-4	3	30	80	76.7	2	20	40	57.6	3	30	30	38.0	5-6	5	50	70	57.7	1	10	30	52.4	1	10	30	47.4	5-6	4	40	50	48.2	0	0	20	37.9	0	-	-	-	7-8	2	20	20	32.3	1	10	20	31.6	1	10	20	29.5	7-8	1	10	10	19.7	2	20	20	18.2	0	-	-	-	09-11	0	-	-	-	1	10	10	10.7	1	10	10	11.6	09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: FEV												mes: MAR																																																																																																																																															
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3																																																																																																																																							
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																					
0	0	-	-	-	5	50	100	-	-	-	-	-	0	1	10	100	-	5	50	100	-	-	-	-	-	1-2	3	30	100	-	2	20	50	71.7	-	-	-	-	1-2	1	10	90	90.0	2	20	50	73.8	-	-	-	-	3-4	2	20	70	74.7	2	20	30	50.2	-	-	-	-	3-4	5	50	80	64.2	2	20	30	43.5	-	-	-	-	5-6	4	40	50	46.8	0	0	10	28.8	-	-	-	-	5-6	3	30	30	38.4	1	10	10	13.2	-	-	-	-	7-8	1	10	10	19.0	1	10	10	7.4	-	-	-	-	7-8	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-

TABELA 47. Classes dos Totais de Dias com Déficit Hídrico em cada decêndio, Frequência Absoluta, Frequência Acumulada Complementar e Probabilidade Linear, para a cultura do Milho nas safras 80/81 a 89/90, obtidos do modelo BHB, para as duas épocas de semedura (outubro e novembro).

mes: OUT												mes: NOV																																																																																																																																															
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3																																																																																																																																							
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																																	
0	-	-	-	-	6	60	100	-	8	80	100	-	0	-	-	-	-	6	60	100	-	6	60	100	-	1-2	-	-	-	-	1	10	40	69.2	1	10	20	62.8	1-2	-	-	-	-	1	10	40	69.2	1	10	40	70.5	3-4	-	-	-	-	1	10	30	52.6	1	10	10	10.6	3-4	-	-	-	-	0	0	30	56.0	1	10	30	50.9	5-6	-	-	-	-	0	0	20	35.3	0	-	-	-	5-6	-	-	-	-	0	0	30	42.8	1	10	20	31.3	7-8	-	-	-	-	2	20	20	18.0	0	-	-	-	7-8	-	-	-	-	2	20	30	29.6	1	10	10	11.7	09-11	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	09-11	-	-	-	-	1	10	10	16.4	0	-	-	-
mes: NOV												mes: DEZ																																																																																																																																															
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3																																																																																																																																							
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																																	
0	9	90	100	-	7	70	100	-	6	60	100	-	0	4	40	100	-	4	40	100	-	2	20	100	-	1-2	0	0	10	55.3	2	20	30	60.9	0	0	40	73.2	1-2	1	10	60	74.6	3	30	60	76.0	2	20	80	80.2	3-4	0	0	10	43.1	0	0	10	46.9	1	10	40	50.8	3-4	2	20	50	60.7	0	0	30	51.0	3	30	60	64.7	5-6	0	0	10	30.9	0	0	10	33.0	3	30	30	28.3	5-6	1	10	30	46.8	3	30	30	26.1	1	10	30	49.2	7-8	0	0	10	18.8	0	0	10	19.1	0	-	-	-	7-8	0	0	20	32.9	0	-	-	-	0	0	20	33.7	09-11	1	10	10	6.6	1	10	10	5.2	0	-	-	-	09-11	2	20	20	19.0	0	-	-	-	2	20	20	16.2
mes: DEZ												mes: JAN																																																																																																																																															
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3																																																																																																																																							
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																																	
0	4	40	100	-	2	20	100	-	1	10	100	-	0	2	-	-	-	1	10	100	-	3	30	100	-	1-2	0	0	60	79.0	2	20	80	83.1	0	0	90	91.7	1-2	3	30	80	-	2	20	90	85.7	4	40	70	74.6	3-4	0	0	60	64.5	2	20	60	63.8	1	10	90	80.9	3-4	0	0	50	73.5	4	40	70	66.4	0	0	30	58.0	5-6	3	30	60	49.9	2	20	40	44.5	1	10	80	70.2	5-6	1	10	50	58.5	2	20	30	47.2	1	10	30	41.4	7-8	2	20	30	35.3	2	20	20	25.2	2	20	70	59.5	7-8	1	10	40	43.5	0	0	10	27.9	1	10	20	24.8	09-11	1	10	10	20.8	0	-	-	-	5	50	50	48.8	09-11	3	30	30	28.5	1	10	10	8.6	1	10	10	8.2
mes: JAN												mes: FEV																																																																																																																																															
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3																																																																																																																																							
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																																	
0	1	10	100	-	1	10	100	-	3	30	100	-	0	1	10	100	-	3	30	100	-	4	40	100	-	1-2	0	0	90	90.6	2	20	90	86.7	2	20	70	76.7	1-2	4	40	90	86.0	2	20	70	79.0	2	20	60	76.2	3-4	2	20	90	78.6	3	30	70	68.5	2	20	50	62.2	3-4	0	0	50	66.0	0	0	50	63.2	1	10	40	55.9	5-6	2	20	70	66.6	2	20	40	50.3	1	10	30	47.6	5-6	3	30	50	46.0	3	30	50	47.4	2	20	30	35.5	7-8	0	0	50	54.6	1	10	20	32.1	0	0	20	33.0	7-8	2	20	20	26.0	1	10	20	31.6	1	10	10	15.1	09-11	5	50	50	42.6	1	10	10	13.9	2	20	20	18.4	09-11	0	-	-	-	1	10	10	15.8	0	-	-	-
mes: FEV												mes: MAR																																																																																																																																															
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3				decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3																																																																																																																																							
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																																	
0	2	20	100	-	5	50	100	-	-	-	-	-	0	3	30	100	-	5	50	100	-	-	-	-	-	1-2	3	30	80	82.4	0	0	50	73.7	-	-	-	-	1-2	1	10	70	79.6	1	10	50	71.7	-	-	-	-	3-4	0	0	50	63.8	2	20	50	58.7	-	-	-	-	3-4	1	10	60	65.8	1	10	40	59.2	-	-	-	-	5-6	3	30	50	45.2	1	10	30	43.8	-	-	-	-	5-6	2	20	50	52.0	0	0	30	46.7	-	-	-	-	7-8	2	20	20	26.6	1	10	20	28.9	-	-	-	-	7-8	1	10	30	38.2	1	10	30	34.2	-	-	-	-	09-11	0	-	-	-	1	10	10	14.0	-	-	-	-	09-11	2	20	20	24.4	2	20	20	21.7	-	-	-	-





TABELA 49. Classes das Magnitudes de Déficit Hídrico Totais decêndiais  
 Frequência Absoluta, Frequência Acumulada Complementar e  
 Probabilidade Linear, para a cultura do Milho nas safras  
 80/81 a 89/90, obtidas do modelo BHM, para as duas épocas  
 de semeadura (outubro e novembro).

mes: OUT												mes: NOV											
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3			
Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)		
0	-	-	-	9	90	100	-	10	100	100	-	0	-	-	-	8	80	100	-	6	60	100	-
>0-10	-	-	-	1	10	10	21.2	0	-	-	-	>0-10	-	-	-	1	10	20	70.5	4	40	40	44.3
>10-20	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>10-20	-	-	-	1	10	10	21.2	0	-	-	-
>20-30	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>20-30	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>30-40	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>30-40	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>40-50	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>40-50	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>50-60	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>60-70	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>70-80	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>80-90	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-100	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>90-100	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

mes: NOV												mes: DEZ													
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3					
Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)			
0	8	80	100	-	4	40	100	-	5	50	100	-	0	4	40	100	-	3	30	100	-	2	20	100	-
>0-10	1	10	20	70.5	5	50	60	77.2	3	30	50	76.5	>0-10	5	50	60	82.8	7	70	70	61.8	5	50	80	81.3
>10-20	1	10	10	21.2	0	0	10	43.6	1	10	20	45.3	>10-20	1	10	10	21.2	0	-	-	-	2	20	30	56.7
>20-30	0	-	-	-	1	10	10	10.0	1	10	10	14.1	>20-30	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	10	32.2
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	7.6
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

mes: DEZ												mes: JAN													
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3					
Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)			
0	2	20	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	3	30	100	-
>0-10	4	40	80	75.3	7	70	100	-	3	30	100	-	>0-10	7	70	100	-	6	60	100	-	2	20	70	71.0
>10-20	2	20	40	61.4	3	30	30	-	3	30	70	72.8	>10-20	2	20	30	56.4	3	30	40	63.7	3	30	50	60.0
>20-30	1	10	20	43.4	0	-	-	-	0	0	40	59.6	>20-30	1	10	10	12.0	0	0	10	34.7	1	10	20	49.1
>30-40	0	0	10	25.5	0	-	-	-	3	30	40	46.3	>30-40	0	-	-	-	1	10	10	5.7	0	0	10	38.1
>40-50	1	10	10	7.5	0	-	-	-	0	0	10	33.1	>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	10	27.2
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	10	19.8	>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	10	16.2
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	6.5	>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	5.3
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

mes: JAN												mes: FEV													
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3					
Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)			
0	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	100	-	0	0	-	-	-	3	30	100	-	1	10	100	-
>0-10	1	10	100	-	4	40	100	-	4	40	90	76.3	>0-10	3	30	100	-	3	30	70	76.8	9	90	90	78.8
>10-20	2	20	90	84.5	4	40	60	69.0	3	30	50	64.2	>10-20	3	30	70	73.6	2	20	40	60.6	0	-	-	-
>20-30	3	30	70	65.2	1	10	20	47.8	1	10	20	52.0	>20-30	3	30	40	45.1	0	0	20	44.5	0	-	-	-
>30-40	2	20	40	45.9	0	0	10	26.6	0	0	10	39.8	>30-40	1	10	10	16.7	1	10	20	28.4	0	-	-	-
>40-50	2	20	20	26.7	1	10	10	5.4	0	0	10	27.6	>40-50	0	-	-	-	1	10	10	12.3	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	10	15.4	>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	3.2	>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

mes: FEV												mes: MAR													
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3					
Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)			
0	0	-	-	-	5	50	100	-	-	-	-	-	0	1	10	100	-	1	10	100	-	-	-	-	
>0-10	5	50	100	-	3	30	50	76.5	-	-	-	-	>0-10	5	50	90	92.0	5	50	90	92.0	-	-	-	-
>10-20	3	30	50	63.7	1	10	20	45.3	-	-	-	-	>10-20	3	30	40	54.1	3	30	40	54.1	-	-	-	-
>20-30	2	20	20	24.2	1	10	10	14.1	-	-	-	-	>20-30	1	10	10	16.3	1	10	10	16.3	-	-	-	-
>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	>30-40	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	>40-50	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	>50-60	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-



TABELA 51. Classes dos Totais de Dias com Déficit Hídrico em cada decêndio, Frequência Absoluta, Frequência Acumulada Complemen-  
 tar e Probabilidade Linear, para a cultura da Soja nas safras 80/81 a 89/90, obtidos do modelo BHT, para as duas  
 épocas de semedura (outubro e novembro).

mes: OUT												mes: NOV													
decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3				decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3					
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1-2	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
3-4	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	3-4	-	-	-	-	2	20	100	-	2	20	100	-
5-6	-	-	-	-	3	30	100	-	3	30	100	-	5-6	-	-	-	-	2	20	80	78.8	1	10	80	80.1
7-8	-	-	-	-	5	50	70	67.6	4	40	70	70.0	7-8	-	-	-	-	4	40	60	53.8	5	50	70	55.7
09-11	-	-	-	-	2	20	20	28.1	3	30	30	33.9	09-11	-	-	-	-	2	20	20	28.7	2	20	20	31.3

mes: NOV												mes: DEZ													
decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3				decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3					
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	2	20	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	2	20	80	80.4	3	30	100	-	1	10	100	-	1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
3-4	3	30	60	65.5	2	20	70	77.0	1	10	90	85.2	3-4	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
5-6	0	0	30	50.7	1	10	50	57.5	5	50	80	65.3	5-6	2	20	100	-	3	30	100	-	2	20	100	-
7-8	1	10	30	35.8	3	30	40	38.0	1	10	30	45.4	7-8	4	40	80	74.3	7	70	70	61.8	2	20	80	78.1
09-11	2	20	20	21.0	1	10	10	18.4	2	20	20	25.5	09-11	4	40	40	41.4	0	-	-	-	6	60	60	50.8

mes: DEZ												mes: JAN													
decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3				decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3					
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
3-4	0	-	-	-	1	10	100	-	0	-	-	-	3-4	0	-	-	-	2	20	100	-	2	20	100	-
5-6	3	30	100	-	4	40	90	79.6	1	10	100	-	5-6	1	10	100	-	3	30	80	77.7	2	20	80	80.2
7-8	4	40	70	70.0	5	50	50	49.6	2	20	90	83.6	7-8	4	40	90	79.6	3	30	50	52.1	2	20	60	59.1
09-11	3	30	30	33.9	0	-	-	-	7	70	70	59.4	09-11	5	50	50	49.6	2	20	20	26.5	4	40	40	38.0

mes: JAN												mes: FEV													
decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3				decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3					
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	4	40	100	-
3-4	0	-	-	-	1	10	100	-	2	20	100	-	3-4	0	-	-	-	1	10	100	-	0	0	60	74.9
5-6	1	10	100	-	4	40	90	80.8	2	20	80	80.2	5-6	3	30	100	-	3	30	90	81.9	4	40	60	51.2
7-8	4	40	90	79.6	3	30	50	54.2	2	20	60	59.1	7-8	5	50	70	67.6	4	40	60	55.8	2	20	20	27.4
09-11	5	50	50	49.6	2	20	20	27.6	4	40	40	38.0	09-11	2	20	20	28.1	2	20	20	29.8	0	-	-	-

mes: FEV												mes: MAR													
decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3				decêndio: 1				decêndio: 2				decêndio: 3					
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)
0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	2	20	100	-	1-2	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
3-4	0	-	-	-	1	10	100	-	2	20	80	79.5	3-4	1	10	100	-	2	20	100	-	1	10	100	-
5-6	2	20	100	-	2	20	90	83.8	3	30	60	56.6	5-6	3	30	90	81.5	2	20	80	79.5	0	0	90	87.9
7-8	6	60	80	69.9	4	40	70	60.5	3	30	30	33.6	7-8	6	60	60	54.2	3	30	60	56.6	5	50	90	68.1
09-11	2	20	20	30.3	3	30	30	37.2	0	-	-	-	09-11	0	-	-	-	3	30	30	33.6	4	40	40	48.4

TABELA 52. Classes dos Totais de Dias com Déficit Hídrico em cada decêndio, Frequência Absoluta, Frequência Acumulada Complementar e Probabilidade Linear, para a cultura da Soja nas safras 80/81 a 89/90, obtidos do modelo BHM, para as duas épocas de semedura (outubro e novembro).

mes: OUT													mes: NOV																																																																																																																																														
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3					decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3																																																																																																																																						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																													
0	-	-	-	-	9	90	100	-	8	80	100	-	0	-	-	-	-	8	80	100	-	6	60	100	-	1-2	-	-	-	-	1	10	10	21.2	2	20	20	31.0	1-2	-	-	-	-	1	10	20	58.5	2	20	40	70.4	3-4	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	3-4	-	-	-	-	0	0	10	45.3	1	10	20	40.4	5-6	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	5-6	-	-	-	-	0	0	10	32.2	1	10	10	10.3	7-8	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	7-8	-	-	-	-	0	0	10	19.0	0	-	-	-	09-11	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	09-11	-	-	-	-	1	10	10	5.8	0	-	-	-
mes: NOV													mes: DEZ																																																																																																																																														
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3					decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3																																																																																																																																						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																													
0	6	60	100	-	3	30	100	-	2	20	100	-	0	3	30	100	-	2	20	100	-	0	-	-	-	1-2	3	30	40	66.1	3	30	70	76.1	3	30	80	81.1	1-2	3	30	70	75.4	4	40	80	81.2	2	20	100	-	3-4	0	0	10	45.6	1	10	40	59.3	2	20	50	62.8	3-4	2	20	40	59.3	4	40	40	40.1	4	40	80	76.6	5-6	0	0	10	25.2	2	20	30	42.4	0	0	30	44.5	5-6	0	0	20	43.2	0	-	-	-	2	20	40	55.0	7-8	1	10	10	4.8	0	0	10	25.6	3	30	30	26.1	7-8	1	10	20	27.1	0	-	-	-	1	10	20	33.5	09-11	0	-	-	-	1	10	10	8.8	0	-	-	-	09-11	1	10	10	11.0	0	-	-	-	1	10	10	12.0
mes: DEZ													mes: JAN																																																																																																																																														
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3					decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3																																																																																																																																						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																													
0	1	10	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1-2	1	10	90	87.5	4	40	100	-	2	20	100	-	1-2	1	10	100	-	3	30	100	-	3	30	100	-	3-4	4	40	80	71.3	3	30	60	67.9	1	10	80	82.0	3-4	2	20	90	83.1	4	40	70	73.3	2	20	70	74.7	5-6	1	10	40	55.0	3	30	30	31.8	2	20	70	62.3	5-6	5	50	70	57.7	1	10	30	52.4	4	40	50	52.9	7-8	1	10	30	38.8	0	-	-	-	4	40	50	42.7	7-8	2	20	20	32.3	1	10	20	31.6	0	0	10	31.0	09-11	2	20	20	22.6	0	-	-	-	1	10	10	23.1	09-11	0	-	-	-	1	10	10	10.7	1	10	10	9.2
mes: JAN													mes: FEV																																																																																																																																														
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3					decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3																																																																																																																																						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																													
0	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	100	-	0	0	-	-	-	3	30	100	-	0	-	-	-	1-2	0	-	-	-	3	30	100	-	3	30	90	85.0	1-2	1	10	100	-	2	20	70	76.7	6	60	100	-	3-4	2	20	100	107.2	4	40	70	73.3	2	20	60	66.2	3-4	3	30	90	82.6	2	20	50	62.2	4	40	40	44.3	5-6	4	40	80	74.3	1	10	30	52.4	3	30	40	47.3	5-6	3	30	60	58.6	1	10	30	47.6	0	-	-	-	7-8	4	40	40	41.4	1	10	20	31.6	0	0	10	28.5	7-8	3	30	30	34.7	0	0	20	33.0	0	-	-	-	09-11	0	-	-	-	1	10	10	10.7	1	10	10	9.6	09-11	0	-	-	-	2	20	20	18.4	0	-	-	-
mes: FEV													mes: MAR																																																																																																																																														
decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3					decendio: 1				decendio: 2				decendio: 3																																																																																																																																						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)																																																																																																																													
0	0	-	-	-	3	30	100	-	3	30	100	-	0	2	20	100	-	2	20	100	-	4	40	100	-	1-2	2	20	100	-	3	30	70	75.4	6	60	70	73.8	1-2	0	0	80	86.9	3	30	80	82.0	2	20	60	75.7	3-4	2	20	80	79.5	2	20	40	59.3	1	10	10	17.2	3-4	3	30	80	65.8	2	20	50	59.8	1	10	40	57.6	5-6	3	30	60	56.6	0	0	20	43.2	0	-	-	-	5-6	4	40	50	44.7	2	20	30	37.6	1	10	30	39.5	7-8	3	30	30	33.6	1	10	20	27.1	0	-	-	-	7-8	1	10	10	23.6	1	10	10	15.4	2	20	20	21.4	09-11	0	-	-	-	1	10	10	11.0	0	-	-	-	09-11	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

TABELA 53. Classes dos Totais de Dias com Déficit Hídrico em cada decênio, Frequência Absoluta, Frequência Acumulada Complemenar e Probabilidade Linear, para a cultura da Soja nas safras 80/81 a 89/90, obtidos do modelo BHB, para as duas épocas de semedura (outubro e novembro).

mes: OUT				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				mes: NOV				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3						
Classes	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)	Fo	Fa(%)	FA(%)	PL(%)		
0	-	-	-	-	6	60	100	-	2	20	100	-	0	-	-	-	5	50	100	-	5	50	100	-	0	-	-	-	5	50	100	-		
1-2	-	-	-	-	1	10	40	69.9	4	40	80	81.6	1-2	-	-	-	2	20	50	70.7	1	10	50	72.4	1-2	-	-	-	2	20	50	72.4		
3-4	-	-	-	-	1	10	30	52.6	3	30	40	48.7	3-4	-	-	-	0	0	30	55.4	1	10	40	57.7	3-4	-	-	-	0	0	30	57.7		
5-6	-	-	-	-	0	0	20	35.3	1	10	10	15.9	5-6	-	-	-	2	20	30	40.0	1	10	30	43.0	5-6	-	-	-	2	20	30	43.0		
7-8	-	-	-	-	2	20	20	18.0	0	-	-	-	7-8	-	-	-	0	0	10	24.7	1	10	20	28.3	7-8	-	-	-	0	0	10	28.3		
09-11	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	09-11	-	-	-	1	10	10	9.3	1	10	10	13.6	09-11	-	-	-	1	10	10	13.6		
mes: NOV				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				mes: DEZ				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3						
0	6	60	100	-	5	50	100	-	2	20	100	-	0	3	30	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
1-2	1	10	40	66.8	2	20	50	70.7	3	30	80	80.9	1-2	1	10	70	79.8	3	30	100	-	1	10	100	-	1-2	1	10	70	79.8	3	30	100	
3-4	2	20	30	51.5	0	0	30	55.4	1	10	50	65.4	3-4	1	10	60	67.1	4	40	70	73.3	1	10	90	87.6	3-4	1	10	60	67.1	4	40	70	
5-6	0	0	10	36.3	2	20	30	40.0	0	0	40	50.0	5-6	0	0	50	54.4	1	10	30	47.2	1	10	80	73.9	5-6	0	0	50	54.4	1	10	80	
7-8	0	0	10	21.1	0	0	10	24.7	3	30	40	34.6	7-8	3	30	50	41.8	2	20	20	21.1	2	20	70	60.1	7-8	3	30	50	41.8	2	20	70	
09-11	1	10	10	5.9	1	10	10	9.3	1	10	10	19.1	09-11	2	20	20	29.1	0	-	-	5	50	50	46.4	09-11	2	20	20	29.1	0	-	-	46.4	
mes: DEZ				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				mes: JAN				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3						
0	1	10	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	1	10	100	-	2	20	100	-	0	0	-	-	1	10	100	-	
1-2	2	20	90	86.6	2	20	100	-	1	10	100	-	1-2	1	10	100	-	2	20	90	87.4	2	20	80	81.9	1-2	1	10	100	-	2	20	80	
3-4	1	10	70	74.6	1	10	80	80.8	1	10	90	87.6	3-4	2	20	90	15.5	2	20	70	69.3	1	10	60	67.3	3-4	2	20	90	15.5	2	20	70	
5-6	0	0	60	62.7	4	40	70	59.9	1	10	80	75.0	5-6	2	20	70	70.1	3	30	50	51.3	2	20	50	52.8	5-6	2	20	70	70.1	3	30	50	
7-8	2	20	60	50.8	2	20	30	39.1	1	10	70	62.3	7-8	0	0	50	55.2	1	10	20	33.3	1	10	30	38.3	7-8	0	0	50	55.2	1	10	30	
09-11	4	40	40	38.8	1	10	10	18.3	6	60	60	49.7	09-11	5	50	50	40.3	1	10	10	15.2	2	20	20	23.8	09-11	5	50	50	40.3	1	10	10	23.8
mes: JAN				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				mes: FEV				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3						
0	0	-	-	-	1	10	100	-	1	10	100	-	0	1	10	100	-	1	10	100	-	2	20	100	-	0	1	10	100	-	2	20	100	-
1-2	1	10	100	-	2	20	90	87.5	2	20	90	86.8	1-2	2	20	90	87.4	3	30	90	86.0	4	40	80	81.3	1-2	2	20	90	87.4	3	30	90	
3-4	1	10	90	87.6	2	20	70	70.1	2	20	70	71.6	3-4	2	20	70	69.3	0	0	60	71.2	0	0	40	59.8	3-4	2	20	70	69.3	0	0	40	
5-6	1	10	80	73.9	2	20	50	52.7	1	10	50	56.3	5-6	3	30	50	51.3	2	20	60	56.3	3	30	40	38.4	5-6	3	30	50	51.3	2	20	40	
7-8	2	20	70	60.1	2	20	30	35.4	2	20	40	41.1	7-8	1	10	20	33.3	2	20	40	41.5	1	10	10	16.9	7-8	1	10	20	33.3	2	20	10	
09-11	5	50	50	46.4	1	10	10	18.0	2	20	20	25.9	09-11	1	10	10	15.2	2	20	20	26.7	0	-	-	-	09-11	1	10	10	15.2	2	20	20	25.9
mes: FEV				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				mes: MAR				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3						
0	1	10	100	-	1	10	100	-	2	20	100	-	0	0	-	-	-	3	30	100	-	1	10	100	-	0	0	-	-	3	30	100	-	
1-2	2	20	90	87.4	4	40	90	84.0	4	40	80	80.8	1-2	3	30	100	-	2	20	70	77.6	2	20	90	86.8	1-2	3	30	100	-	2	20	90	
3-4	2	20	70	69.3	0	0	50	68.6	1	10	40	58.7	3-4	1	10	70	78.1	1	10	50	63.9	2	20	70	71.6	3-4	1	10	70	78.1	1	10	50	
5-6	3	30	50	51.3	2	20	50	53.2	2	20	30	36.5	5-6	2	20	60	60.5	1	10	40	50.1	1	10	50	56.3	5-6	2	20	60	60.5	1	10	50	
7-8	1	10	20	33.3	1	10	30	37.9	1	10	10	14.4	7-8	2	20	40	43.0	1	10	30	36.4	2	20	40	41.1	7-8	2	20	40	43.0	1	10	30	
09-11	1	10	10	15.2	2	20	20	22.5	0	-	-	-	09-11	2	20	20	25.4	2	20	20	22.6	2	20	20	25.9	09-11	2	20	20	25.4	2	20	20	25.9



TABELA 55. Classes das Magnitudes de Déficit Hídrico Totais decêndiais Freqüência Absoluta, Freqüência Acumulada Complementar e Probabilidade Linear, para a cultura da Soja nas safras 80/81 a 89/90, obtidas do modelo BHM, para as duas épocas de semeadura (outubro e novembro).

mes: OUT												mes: NOV													
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3					
Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)			
0	-	-	-	9	90	100	-	8	80	100	-	0	-	-	-	8	80	100	-	6	60	100	-		
>0-10	-	-	-	1	10	10	21.2	2	20	20	21.2	>0-10	-	-	-	1	10	20	70.5	4	40	40	44.3		
>10-20	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>10-20	-	-	-	1	10	10	21.2	0	-	-	-		
>20-30	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>20-30	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>30-40	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>30-40	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>40-50	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>40-50	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>50-60	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>50-60	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>60-70	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>60-70	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>70-80	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>70-80	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>80-90	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>80-90	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>90-100	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>90-100	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
mes: NOV												mes: DEZ													
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3					
Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)		
0	6	60	100	-	3	30	100	-	2	20	100	-	0	3	30	100	-	2	20	100	-	0	-	-	-
>0-10	3	30	40	72.1	3	30	70	71.5	4	40	80	80.2	>0-10	4	40	70	78.5	6	60	80	89.3	3	30	100	-
>10-20	0	0	10	41.6	3	30	40	58.2	1	10	40	64.1	>10-20	2	20	30	55.1	2	20	20	31.0	4	40	70	69.6
>20-30	1	10	10	11.0	0	0	10	44.9	0	0	30	48.0	>20-30	0	0	10	31.8	0	-	-	-	1	10	30	56.5
>30-40	0	-	-	0	0	10	31.6	2	20	30	31.9	>30-40	1	10	10	8.4	0	-	-	-	1	10	20	43.5	
>40-50	0	-	-	0	0	10	18.3	1	10	10	15.8	>40-50	0	-	-	0	-	-	-	0	0	10	30.5		
>50-60	0	-	-	1	10	10	5.0	0	-	-	-	>50-60	0	-	-	0	-	-	-	0	0	10	17.4		
>60-70	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>60-70	0	-	-	0	-	-	-	1	10	10	4.4		
>70-80	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>70-80	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>80-90	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>80-90	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>90-100	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>90-100	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
mes: DEZ												mes: JAN													
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3					
Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)		
0	1	10	100	-	0	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	
>0-10	3	30	90	81.2	4	40	100	-	2	20	100	-	>0-10	1	10	100	-	4	40	100	-	4	40	100	-
>10-20	2	20	60	69.0	2	20	60	71.7	2	20	80	72.7	>10-20	4	40	90	81.5	4	40	60	70.0	1	10	60	63.9
>20-30	2	20	40	56.8	3	30	40	43.9	1	10	60	64.1	>20-30	2	20	50	59.6	0	0	20	49.8	4	40	50	55.3
>30-40	0	0	20	44.6	1	10	10	16.1	2	20	50	55.6	>30-40	2	20	30	37.8	1	10	20	29.5	0	0	10	46.7
>40-50	1	10	20	32.4	0	-	-	-	2	20	30	47.1	>40-50	1	10	10	15.9	1	10	10	9.3	0	0	10	38.1
>50-60	0	0	10	20.2	0	-	-	-	0	0	10	39.6	>50-60	0	-	-	0	-	-	-	0	0	10	29.5	
>60-70	1	10	10	8.0	0	-	-	-	0	0	10	30.0	>60-70	0	-	-	0	-	-	-	0	0	10	20.9	
>70-80	0	-	-	0	-	-	-	-	0	0	10	21.5	>70-80	0	-	-	0	-	-	-	0	0	10	12.3	
>80-90	0	-	-	0	-	-	-	-	0	0	10	13.0	>80-90	0	-	-	0	-	-	-	1	10	10	3.7	
>90-100	0	-	-	0	-	-	-	-	1	10	10	4.5	>90-100	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
mes: JAN												mes: FEV													
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3					
Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)		
0	0	-	-	0	-	-	1	10	100	-	0	0	-	-	3	30	100	-	0	-	-	0	-	-	
>0-10	1	10	100	-	3	30	100	-	3	30	90	75.4	>0-10	2	20	100	-	3	30	70	72.1	6	60	100	-
>10-20	2	20	90	84.6	2	20	70	74.3	2	20	60	66.5	>10-20	3	30	80	78.4	2	20	40	61.1	3	30	40	58.5
>20-30	2	20	70	70.0	3	30	50	57.6	1	10	40	57.5	>20-30	2	20	50	57.6	0	0	20	50.2	1	10	10	14.1
>30-40	1	10	50	55.4	1	10	20	40.9	2	20	30	48.6	>30-40	2	20	30	36.7	0	0	20	39.2	0	-	-	-
>40-50	2	20	40	40.8	0	0	10	24.1	0	0	10	39.7	>40-50	1	10	10	15.9	0	0	20	28.2	0	-	-	-
>50-60	2	20	20	26.2	1	10	10	7.4	0	0	10	30.8	>50-60	0	-	-	2	20	20	17.3	0	-	-	-	
>60-70	0	-	-	0	-	-	-	0	0	10	21.9	>60-70	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>70-80	0	-	-	0	-	-	-	0	0	10	12.9	>70-80	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>80-90	0	-	-	0	-	-	-	1	10	10	4.0	>80-90	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>90-100	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>90-100	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
mes: FEV												mes: MAR													
decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3					
Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Classes	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)		
0	0	-	-	3	30	100	-	3	30	100	-	0	2	20	100	-	2	20	100	-	2	20	100	-	
>0-10	2	20	100	-	3	30	70	75.5	7	70	70	61.8	>0-10	0	0	80	86.3	0	0	80	86.3	4	40	80	87.4
>10-20	3	30	80	78.4	2	20	40	61.1	0	-	-	-	>10-20	5	50	80	67.3	5	50	80	67.3	3	30	40	52.3
>20-30	2	20	50	57.6	0	0	20	46.7	0	-	-	-	>20-30	2	20	30	48.3	2	20	30	48.3	1	10	10	17.2
>30-40	2	20	30	36.7	0	0	20	32.3	0	-	-	-	>30-40	0	0	10	29.3	0	0	10	29.3	0	-	-	-
>40-50	1	10	10	15.9	2	20	20	17.9	0	-	-	-	>40-50	1	10	10	10.3	1	10	10	10.3	0	-	-	-
>50-60	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>50-60	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>60-70	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>60-70	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>70-80	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>70-80	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>80-90	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>80-90	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		
>90-100	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	>90-100	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-		

TABELA 56. Classes das Magnitudes de Déficit Hídrico Totais decêndiais  
 Frequência Absoluta, Frequência Acumulada Complementar e  
 Probabilidade Linear, para a cultura da Soja nas safras  
 80/81 a 89/90, obtidas do modelo BHB, para as duas épocas  
 de semeadura (outubro e novembro).

mes: OUT				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				mes: NOV				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classe	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)		
0	-	-	-	6	60	100	-	2	20	100	-	0	-	-	-	5	50	100	-	5	50	100	-	5	50	100	-	5	50	100	-	
>0-10	-	-	-	4	40	40	44.3	8	80	80	68.6	0	-	-	-	3	30	50	76.5	2	20	50	77.8	2	20	50	77.8	2	20	50	77.8	
>10-20	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	20	45.3	2	20	30	47.2	2	20	30	47.2	2	20	30	47.2	
>20-30	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	14.1	1	10	10	16.6	1	10	10	16.6	1	10	10	16.6	
>30-40	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
>40-50	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
>50-60	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
>60-70	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
>70-80	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
>80-90	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
>90-100	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
mes: NOV				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				mes: DEZ				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classe	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)		
0	6	60	100	-	5	50	100	-	2	20	100	-	0	-	-	-	3	30	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>0-10	1	10	40	67.4	2	20	50	68.5	4	40	80	78.9	0	-	-	-	2	20	70	81.8	4	40	100	-	1	10	100	-	1	10	100	-
>10-20	2	20	30	52.6	0	0	30	56.5	0	0	40	66.5	0	-	-	-	3	30	60	70.4	2	20	90	84.7	2	20	90	84.7	2	20	90	84.7
>20-30	0	0	10	37.7	2	20	30	44.5	0	0	40	54.1	0	-	-	-	3	30	50	48.4	2	20	30	49.2	0	0	70	72.6	0	0	70	72.6
>30-40	0	0	10	22.9	0	0	10	32.5	1	10	40	41.8	0	-	-	-	2	20	20	28.7	0	0	10	28.0	2	20	70	60.5	2	20	70	60.5
>40-50	1	10	10	8.0	0	0	10	20.6	3	30	30	29.4	0	-	-	-	1	10	10	6.8	3	30	50	49.4	3	30	50	49.4	3	30	50	49.4
>50-60	0	-	-	-	1	10	10	8.6	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	20	36.4	1	10	20	36.4	1	10	20	36.4
>60-70	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	10	24.3	0	0	10	24.3	0	0	10	24.3
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	12.2	1	10	10	12.2	1	10	10	12.2
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: DEZ				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				mes: JAN				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classe	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)		
0	1	10	100	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	100	-	2	20	100	-	2	20	100	-
>0-10	2	20	90	86.1	0	-	-	-	1	10	100	-	0	-	-	-	1	10	100	-	2	20	90	84.4	1	10	80	76.9	1	10	80	76.9
>10-20	1	10	70	76.3	2	20	100	-	0	0	90	89.9	0	-	-	-	1	10	90	86.9	0	0	70	73.2	2	20	70	65.4	2	20	70	65.4
>20-30	0	0	60	66.5	3	30	80	77.2	1	10	90	80.7	0	-	-	-	2	20	80	74.0	2	20	70	62.1	1	10	50	53.8	1	10	50	53.8
>30-40	1	10	60	56.7	2	20	50	60.1	1	10	80	71.5	0	-	-	-	1	10	60	12.0	4	40	50	50.9	2	20	40	51.2	2	20	40	51.2
>40-50	0	0	50	46.9	2	20	30	43.0	0	0	70	62.4	0	-	-	-	2	20	50	48.2	0	0	10	39.8	0	0	20	42.6	0	0	20	42.6
>50-60	4	40	50	37.1	0	0	10	25.9	3	30	70	53.2	0	-	-	-	2	20	30	35.3	0	0	10	28.6	1	10	20	34.0	1	10	20	34.0
>60-70	1	10	10	27.3	1	10	10	8.8	2	20	40	44.0	0	-	-	-	1	10	10	22.4	0	0	10	17.5	0	0	10	25.4	0	0	10	25.4
>70-80	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	20	34.8	0	-	-	-	1	10	10	6.3	1	10	10	6.3	0	0	10	16.9	0	0	10	16.9
>80-90	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	10	25.6	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	8.3	1	10	10	8.3
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	1	10	10	16.4	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: JAN				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				mes: FEV				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classe	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)		
0	0	-	-	-	1	10	100	-	1	10	100	-	1	10	100	-	0	-	-	-	1	10	100	-	2	20	100	-	2	20	100	-
>0-10	1	10	100	-	1	10	90	84.9	2	20	90	80.1	2	20	90	80.1	0	-	-	-	2	20	90	86.4	2	20	90	86.4	4	40	80	82.1
>10-20	0	0	90	89.6	1	10	80	75.1	2	20	70	71.4	0	-	-	-	1	10	70	75.3	2	20	70	72.4	0	0	40	64.6	0	0	40	64.6
>20-30	1	10	90	80.4	2	20	70	65.4	1	10	50	62.7	0	-	-	-	1	10	60	64.2	1	10	50	61.5	1	10	40	47.0	1	10	40	47.0
>30-40	1	10	80	71.2	1	10	50	55.7	1	10	40	54.0	0	-	-	-	1	10	60	64.2	2	20	40	50.7	3	30	30	29.4	3	30	30	29.4
>40-50	2	20	70	61.9	3	30	40	45.9	1	10	30	45.3	0	-	-	-	3	30	50	42.0	0	0	20	39.8	0	-	-	-	0	-	-	-
>50-60	0	0	50	52.7	0	0	10	36.2	0	0	20	36.5	0	-	-	-	1	10	20	30.9	0	0	20	28.9	0	-	-	-	0	-	-	-
>60-70	2	20	50	43.4	0	0	10	26.5	1	10	20	27.8	0	-	-	-	1	10	10	19.8	2	20	20	16.1	0	-	-	-	0	-	-	-
>70-80	2	20	30	34.2	0	0	10	16.8	0	0	10	19.1	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>80-90	1	10	10	25.0	1	10	10	7.0	1	10	10	10.4	0	-	-	-	1	10	10	10.4	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
>90-100	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
mes: FEV				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				mes: MAR				decênio: 1				decênio: 2				decênio: 3				
Classe	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)	Fo	Fa(Z)	FA(Z)PL(Z)		
0	1	10	100	-	1	10	100	-	2	20	100	-	0	-	-	-	3	30	100	-	1	10	100	-	1	10	100	-	1	10	100	-
>0-10	2	20	90	86.4	3	30	90	82.9	5	50	80	85.3	0	-	-	-	3	30	100	-	2	20	70	79.8	3	30	90	89.0	3	30	90	89.0
>10-20	1	10	70	75.3	1	10	60	71.4	1	10	30	54.1	0	-	-	-	1	10	70	75.0	1	10	50	65.1	2	20	60	69.3	2	20	60	69.3
>2																																



## ANEXO 14

TABELA 57. Totais decêndiais (mensais e anuais) de Evapotranspiração Potencial estimados pela equação de Penman para o cenário futuro.

simul.		CENÁRIO FUTURO										série média
mês	dec	1 ETPe	2 ETPe	3 ETPe	4 ETPe	5 ETPe	6 ETPe	7 ETPe	8 ETPe	9 ETPe	10 ETPe	
		(mm)										
jan	1	68.5	65.8	70.6	66.9	77.3	77.6	83.1	84.5	67.3	71.5	73.3
jan	2	63.3	80.3	66.9	56.0	83.7	70.4	68.0	62.5	59.7	50.6	66.1
jan	3	65.0	84.1	62.4	71.5	75.0	72.1	69.8	66.4	49.2	69.4	68.5
	mês	196.9	230.2	199.8	194.4	236.0	220.0	220.8	213.4	176.2	191.5	207.9
fev	1	60.9	59.8	59.3	58.9	55.8	64.0	73.4	80.2	60.7	68.2	64.1
fev	2	53.9	56.0	60.7	75.0	44.8	66.9	68.9	68.0	56.5	55.0	60.6
fev	3	50.9	44.9	31.5	51.1	48.1	36.8	39.3	46.8	38.8	30.5	41.9
	mês	165.7	160.7	151.4	184.9	148.6	167.7	181.5	194.9	156.0	153.7	166.5
mar	1	52.9	64.3	57.5	52.0	53.7	52.0	57.5	60.7	50.9	44.9	54.6
mar	2	48.5	56.5	38.6	50.4	49.1	34.6	44.8	51.3	41.9	49.9	46.5
mar	3	52.8	47.7	53.0	56.6	43.9	47.0	51.3	52.2	44.6	42.3	49.1
	mês	154.2	168.4	149.1	159.0	146.6	133.6	153.6	164.2	137.4	137.0	150.3
abr	1	47.2	45.9	31.0	35.9	37.0	25.7	39.9	35.9	32.4	28.1	35.9
abr	2	44.1	35.1	33.4	27.6	31.5	29.1	28.4	30.1	31.9	29.2	32.0
abr	3	25.4	32.1	23.3	21.9	27.7	32.1	28.0	30.5	27.8	25.4	27.4
	mês	116.7	113.1	87.6	85.4	96.2	86.9	96.3	96.4	92.0	82.7	95.3
mai	1	36.7	30.2	19.7	28.3	21.7	25.7	23.1	19.0	22.0	25.2	25.1
mai	2	28.2	27.6	16.8	15.9	23.4	23.2	17.5	18.8	25.1	19.6	21.6
mai	3	25.4	20.4	18.5	37.8	25.6	22.4	17.2	18.0	22.8	17.7	22.6
	mês	90.3	78.2	55.0	82.0	70.8	71.2	57.8	55.8	69.9	62.5	69.4
jun	1	16.2	20.1	11.7	16.3	14.2	16.5	15.5	12.5	15.2	13.4	15.1
jun	2	11.4	18.9	19.9	15.0	17.3	25.8	16.8	16.3	14.0	12.2	16.8
jun	3	17.5	11.6	20.9	16.9	20.2	18.6	19.9	17.2	12.9	11.9	16.8
	mês	45.0	50.5	52.5	48.2	51.7	60.8	52.2	46.0	42.1	37.5	48.7
jul	1	26.0	19.4	13.7	30.4	19.8	18.9	17.9	22.1	13.7	15.2	19.7
jul	2	19.2	19.3	17.2	21.9	23.5	18.9	33.0	21.2	16.5	19.5	21.0
jul	3	22.4	23.1	17.7	21.4	29.6	21.8	30.6	28.9	19.4	15.5	23.0
	mês	67.6	61.7	48.6	73.6	72.8	59.5	81.5	72.1	49.5	50.3	63.7
ago	1	34.1	17.6	22.0	18.8	17.9	27.6	19.8	22.1	23.1	28.6	23.1
ago	2	25.4	28.9	20.7	25.7	23.1	18.7	23.0	24.7	32.2	27.2	25.0
ago	3	33.4	39.5	41.8	26.5	27.6	35.3	31.6	34.7	27.3	34.6	33.2
	mês	92.8	86.0	84.5	71.1	68.7	81.6	74.3	81.5	82.6	90.4	81.4
set	1	36.3	38.0	28.4	37.7	37.6	36.4	33.5	37.5	28.5	24.5	33.8
set	2	34.1	34.8	29.5	37.4	29.1	32.1	33.9	28.6	28.2	33.9	32.2
set	3	35.7	34.7	43.1	32.4	39.2	39.0	42.8	34.5	37.4	31.1	37.0
	mês	106.1	107.5	101.0	107.5	106.0	107.5	110.2	100.6	94.1	89.5	103.0
out	1	52.5	44.2	50.4	44.3	48.8	41.8	42.9	54.9	46.5	42.0	46.8
out	2	54.8	54.7	46.8	58.1	52.8	51.1	44.0	51.6	46.6	46.9	50.7
out	3	66.6	60.2	68.8	74.7	64.7	65.5	60.3	64.9	58.6	57.3	64.2
	mês	173.9	159.1	166.0	177.2	166.3	158.4	147.2	171.5	151.7	146.1	161.7
nov	1	60.7	48.0	48.2	44.7	76.8	56.0	49.3	67.0	63.5	46.9	56.1
nov	2	65.3	49.8	48.8	64.8	83.2	69.7	56.6	66.0	56.6	58.2	61.9
nov	3	58.8	57.7	71.4	76.0	74.9	51.1	74.0	67.5	68.3	68.4	66.8
	mês	184.8	155.6	168.3	185.5	234.8	176.7	179.9	200.5	188.4	173.5	184.8
dez	1	73.1	67.6	81.8	60.0	81.9	60.8	63.9	73.9	66.3	57.3	68.7
dez	2	60.1	69.3	68.9	67.6	70.5	84.0	80.4	61.2	77.3	68.4	70.8
dez	3	66.8	71.7	91.8	89.0	99.0	64.5	69.2	74.7	58.3	71.3	75.6
	mês	200.0	208.7	242.6	216.6	251.4	209.3	213.4	209.8	201.9	197.0	215.1
total		1594	1580	1507	1585	1650	1533	1569	1607	1442	1412	1548

ETPe = Evapotranspiração potencial (total/período) para o cenário futuro

TABELA 58. Variações relativas (acréscimos) de Evapotranspiração Potencial em função da intensificação do efeito estufa.

razão mês dec		CENÁRIO FUTURO/CENÁRIO ATUAL										série média
		1/81 rETP	2/82 rETP	3/83 rETP	4/84 rETP	5/85 rETP	6/86 rETP	7/87 rETP	8/88 rETP	9/89 rETP	10/90 rETP	
jan	1	14.3	13.5	14.1	14.2	13.0	11.9	12.2	11.6	12.9	13.1	13.0
jan	2	13.2	12.7	14.7	13.3	12.8	13.0	12.8	12.2	13.5	13.7	13.2
jan	3	14.0	12.7	13.3	14.9	13.9	14.6	14.0	13.2	13.0	15.1	13.9
	mês	13.8	12.9	14.0	14.2	13.2	13.1	13.0	12.3	13.1	14.0	13.3
fev	1	14.1	12.7	14.4	13.8	12.3	12.7	13.2	12.5	14.5	14.2	13.4
fev	2	14.5	14.0	15.0	14.3	12.6	14.4	14.2	13.0	14.7	14.3	14.1
fev	3	16.2	15.2	13.4	14.0	15.5	13.3	13.8	13.1	14.1	12.6	14.2
	mês	14.9	13.8	14.4	14.1	13.4	13.5	13.7	12.8	14.5	13.9	13.9
mar	1	17.5	16.1	17.6	18.2	17.2	17.8	16.9	16.1	17.0	15.7	17.0
mar	2	18.2	18.1	17.6	16.4	19.2	15.0	15.8	16.2	17.3	17.0	17.2
mar	3	18.6	19.2	19.6	16.5	18.8	19.1	17.9	16.4	17.9	17.7	18.1
	mês	18.1	17.6	18.3	17.0	18.3	17.5	16.9	16.2	17.4	16.8	17.4
abr	1	17.5	16.7	16.6	17.6	16.9	14.1	17.8	15.8	15.9	16.2	16.6
abr	2	16.5	16.6	17.9	14.4	17.4	16.7	13.1	17.6	17.8	19.4	16.7
abr	3	18.5	20.2	18.6	18.7	21.7	21.0	19.8	14.2	19.3	19.2	19.1
	mês	17.3	17.6	17.6	16.8	18.4	17.5	16.9	15.9	17.6	18.2	17.4
mai	1	19.2	16.5	13.3	15.0	18.3	22.4	17.6	18.0	18.5	20.9	18.0
mai	2	20.5	19.6	17.1	20.2	22.1	18.8	17.9	17.3	22.9	20.4	19.8
mai	3	24.7	22.6	19.9	18.1	22.6	20.4	21.0	17.9	24.4	18.7	21.0
	mês	21.1	19.1	16.6	17.4	21.1	20.6	18.7	17.7	21.9	20.1	19.5
jun	1	16.7	16.7	17.2	12.2	17.7	18.4	19.1	14.8	18.2	16.8	16.7
jun	2	21.8	13.0	16.1	13.3	20.2	18.7	15.8	13.1	18.9	19.3	16.8
jun	3	16.8	13.5	13.9	15.3	21.4	16.1	16.2	14.8	16.9	19.6	16.4
	mês	18.0	14.6	15.4	13.6	19.9	17.8	16.9	14.2	18.0	18.5	16.6
jul	1	21.7	24.3	17.3	15.9	20.6	26.5	24.7	20.5	23.6	24.8	21.5
jul	2	20.3	22.2	19.9	21.2	25.5	22.3	17.6	22.2	24.8	24.4	21.7
jul	3	23.3	25.0	17.4	22.9	18.8	26.2	17.2	20.5	22.2	24.2	21.4
	mês	21.8	23.9	18.2	19.4	21.4	25.0	18.9	21.0	23.4	24.5	21.5
ago	1	14.4	16.6	15.7	14.8	13.3	17.7	15.7	16.6	15.7	19.1	16.0
ago	2	16.8	15.9	14.0	15.0	15.1	13.5	13.6	18.4	16.1	16.2	15.6
ago	3	14.5	15.1	13.3	16.2	14.2	15.1	14.1	14.5	15.0	13.8	14.5
	mês	15.1	15.7	14.1	15.4	14.3	15.6	14.4	16.2	15.6	16.2	15.3
set	1	13.8	17.6	16.5	14.9	14.4	15.2	13.8	13.3	15.6	13.3	14.9
set	2	13.3	15.0	14.0	13.5	12.5	12.4	14.2	12.7	14.2	13.5	13.5
set	3	13.7	12.2	12.5	13.1	14.6	12.5	12.1	12.1	13.5	13.3	12.9
	mês	13.6	15.0	14.1	13.8	14.0	13.4	13.3	12.8	14.3	13.4	13.7
out	1	14.3	14.8	15.6	14.2	14.7	12.7	13.7	15.0	14.9	14.3	14.5
out	2	13.7	15.0	14.8	14.4	13.0	13.6	12.1	13.7	14.2	14.9	13.9
out	3	13.4	14.3	13.0	13.3	14.0	13.1	14.3	13.0	13.1	14.3	13.5
	mês	13.7	14.7	14.3	13.9	13.9	13.1	13.5	13.8	14.0	14.5	13.9
nov	1	14.6	13.8	14.9	13.2	13.1	12.0	13.3	14.4	14.1	14.7	13.8
nov	2	13.9	14.2	14.4	13.5	13.6	12.4	13.7	14.4	14.4	14.8	13.9
nov	3	12.7	14.4	14.1	13.6	13.7	12.5	13.0	14.3	14.8	15.3	13.9
	mês	13.7	14.2	14.4	13.5	13.5	12.3	13.3	14.4	14.4	15.0	13.8
dez	1	14.2	13.1	13.4	14.1	13.6	12.2	13.0	13.5	13.0	13.8	13.4
dez	2	14.4	14.1	14.3	13.9	12.9	16.4	12.9	13.8	13.2	14.5	14.0
dez	3	14.1	14.9	13.8	13.3	12.6	13.1	12.5	15.1	13.0	13.9	13.6
	mês	14.2	14.1	13.8	13.7	13.0	14.1	12.8	14.2	13.1	14.1	13.7
total		15.5	15.3	15.0	14.8	15.0	14.9	14.4	14.5	15.3	15.5	15.0

rETP = razão ETPe/ETP - 1 (%)

TABELA 59. Totais decêndiais (mensais e anuais) de Precipitação para o cenário futuro (série histórica).

		CENÁRIO FUTURO										
simul.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	série
mês	dec	pree	pree	pree	pree	pree	pree	pree	pree	pree	pree	média
		(mm)										
jan	1	11.9	11.1	50.0	149.9	13.9	7.8	7.4	6.9	8.1	0.0	26.7
jan	2	80.2	0.6	31.1	66.2	51.2	86.3	61.0	23.4	125.2	45.1	57.0
jan	3	5.9	1.0	100.6	154.2	14.6	22.8	56.8	126.9	57.7	92.3	63.3
	mês	97.9	12.7	181.6	370.2	79.6	116.9	125.2	157.2	191.0	137.4	147.0
fev	1	76.8	96.1	33.6	52.6	64.7	97.3	49.3	0.0	2.7	29.2	50.2
fev	2	155.3	53.0	144.3	8.5	161.2	22.0	14.1	6.8	45.9	2.3	61.3
fev	3	16.7	31.4	232.7	32.0	0.8	108.2	63.4	18.8	1.0	56.7	56.2
	mês	248.7	180.6	410.6	93.1	226.7	227.5	126.8	25.6	49.6	88.1	167.7
mar	1	44.9	0.6	7.1	59.7	30.4	75.6	40.1	7.8	70.2	176.2	51.3
mar	2	14.3	87.7	0.4	15.5	36.3	106.3	51.5	0.0	20.8	42.1	37.5
mar	3	5.1	19.6	0.5	77.5	194.3	10.4	65.9	114.3	44.4	40.5	57.3
	mês	64.3	107.9	8.1	152.6	261.0	192.3	157.5	122.1	135.3	258.8	146.0
abr	1	5.2	0.0	111.9	16.0	93.3	186.3	80.1	16.7	67.6	155.5	73.3
abr	2	3.6	23.4	83.2	70.1	93.4	56.6	212.3	1.7	7.3	35.2	58.7
abr	3	58.4	1.2	111.0	86.7	38.9	2.0	3.9	97.4	47.0	81.4	52.8
	mês	67.2	24.6	306.0	172.7	225.6	244.9	296.2	115.7	121.9	272.1	184.7
mai	1	0.0	35.1	142.7	149.2	76.1	13.6	63.7	10.4	16.5	9.6	51.7
mai	2	8.3	33.7	103.6	5.9	45.3	38.8	68.2	0.5	0.0	8.6	31.3
mai	3	13.7	0.0	45.4	39.5	73.4	52.9	12.4	5.7	0.0	140.6	38.4
	mês	22.0	68.8	291.7	194.7	194.8	105.3	144.3	16.6	16.5	158.8	121.3
jun	1	52.6	48.7	2.6	93.7	2.0	24.8	61.5	29.3	29.0	81.6	42.6
jun	2	0.0	48.5	37.4	5.5	24.0	1.8	12.7	12.6	4.8	61.4	20.9
jun	3	21.3	66.9	50.5	37.5	45.3	143.7	12.3	26.9	79.4	20.0	50.4
	mês	73.9	164.0	90.6	136.7	71.3	170.3	86.5	68.8	113.2	163.1	113.8
jul	1	13.1	63.9	198.9	119.6	82.6	0.0	127.4	13.3	68.9	38.3	72.6
jul	2	23.8	69.5	37.0	67.4	0.0	44.0	12.1	0.0	7.3	72.1	33.3
jul	3	0.0	23.1	135.6	0.0	85.7	0.6	241.2	17.3	22.3	8.4	53.4
	mês	36.9	156.5	371.6	187.0	168.3	44.6	380.7	30.6	98.5	118.8	159.3
ago	1	3.2	107.6	3.1	94.5	123.5	96.4	5.0	1.2	38.1	0.0	47.3
ago	2	2.6	33.0	93.4	44.3	62.9	38.6	0.9	16.8	27.5	24.1	34.4
ago	3	3.9	80.8	18.3	9.9	28.8	8.2	54.0	0.0	104.5	19.1	32.7
	mês	9.7	221.4	114.8	148.7	215.2	143.3	59.9	18.0	170.1	43.2	114.4
set	1	12.0	1.0	9.5	0.0	25.0	14.1	80.5	74.1	96.2	77.6	39.0
set	2	124.3	136.6	42.3	105.1	157.2	87.5	9.4	166.7	63.6	68.9	96.2
set	3	90.2	61.4	92.4	92.9	3.0	37.3	63.7	79.5	205.7	60.7	78.7
	mês	226.5	199.0	144.2	198.0	185.2	138.9	153.6	320.3	365.5	207.2	213.8
out	1	29.9	33.7	30.3	83.1	0.0	53.4	0.0	40.4	67.4	114.4	45.3
out	2	32.1	20.6	70.9	29.8	43.3	37.6	65.2	3.4	0.3	85.5	38.9
out	3	11.9	132.5	56.5	40.8	0.4	46.7	32.0	90.7	51.7	23.5	48.7
	mês	73.9	186.7	157.7	153.8	43.7	137.7	97.2	134.5	119.3	223.4	132.8
nov	1	34.1	219.7	74.4	71.0	0.0	160.7	46.1	0.0	11.4	87.6	70.5
nov	2	18.1	72.1	28.4	6.1	0.0	14.7	75.3	90.3	32.9	85.2	42.3
nov	3	58.0	11.1	0.0	37.2	16.0	123.9	0.5	12.4	48.1	12.5	32.0
	mês	110.3	302.9	102.8	114.3	16.0	299.3	121.8	102.7	92.4	185.3	144.8
dez	1	42.7	0.8	11.6	11.6	1.6	24.8	22.3	10.0	2.4	92.2	22.0
dez	2	150.4	16.1	31.8	47.6	42.0	90.6	10.7	30.3	37.8	16.7	47.4
dez	3	31.0	52.0	41.6	35.1	0.0	10.0	7.2	22.4	70.1	11.7	28.1
	mês	224.1	68.9	84.9	94.3	43.6	125.4	40.2	62.7	110.3	120.6	97.5
total		1255	1694	2265	2016	1731	1946	1790	1175	1584	1977	1743

pree = precipitação predita para o cenário futuro

TABELA 60. Variações relativas (acréscimos) de Precipitação em função da intensificação do efeito estufa.

		CENÁRIO FUTURO/CENÁRIO ATUAL										
razão		1/81	2/82	3/83	4/84	5/85	6/86	7/87	8/88	9/89	10/90	série
mês	dec	rpre	rpre	rpre	rpre	rpre	rpre	rpre	rpre	rpre	rpre	média
		rpre										(%)
jan	1	-4.1	-9.0	-9.3	-11.0	-1.7	-0.8	-1.2	-1.9	-0.9	0.0	-8.8
jan	2	-9.3	-0.5	-6.6	-2.5	-11.1	-10.1	-8.3	-1.7	-10.3	-5.6	-8.2
jan	3	-1.0	-0.8	-8.1	-7.5	-2.7	-2.6	-8.9	-9.6	-3.8	-9.3	-7.8
	mês	-8.3	-8.1	-8.2	-8.1	-8.1	-8.2	-8.2	-8.2	-8.1	-8.1	-8.1
fev	1	25.4	42.6	9.5	28.6	17.7	45.4	47.6	0.0	7.2	39.0	32.5
fev	2	34.6	12.9	35.9	13.7	34.8	10.0	9.5	23.3	31.7	3.2	30.2
fev	3	6.1	24.2	28.4	35.1	0.8	21.6	22.3	31.3	2.0	26.0	25.4
	mês	29.3	29.3	29.1	29.2	29.3	29.3	29.2	29.1	29.3	29.3	29.2
mar	1	48.2	0.8	42.4	37.8	18.8	48.5	37.0	3.9	42.1	50.6	42.8
mar	2	19.2	42.8	3.2	10.7	41.2	32.0	27.5	0.0	14.3	12.3	29.2
mar	3	5.4	14.7	4.2	41.9	38.6	9.5	44.0	39.4	40.0	13.6	35.7
	mês	36.4	36.4	36.5	36.4	36.3	36.4	36.4	36.5	36.3	36.1	36.3
abr	1	-0.8	0.0	-3.4	-1.8	-2.5	-3.8	-2.0	-1.8	-2.4	-4.3	-3.3
abr	2	-0.6	-3.9	-2.8	13.2	-5.2	-2.8	-4.0	-0.1	-0.8	-1.5	-1.9
abr	3	-3.8	-0.8	-3.9	-4.3	-1.3	-0.2	-0.5	-3.8	-5.4	-2.8	-3.7
	mês	-3.4	-3.7	-3.4	2.4	-3.5	-3.5	-3.4	-3.4	-3.5	-3.5	-3.0
mai	1	0.0	-31.0	-19.1	-28.7	-38.8	-13.9	-24.7	-25.6	-27.8	-3.9	-27.0
mai	2	-15.4	-23.9	-39.6	-2.7	-27.5	-17.0	-32.7	-2.0	0.0	-2.8	-30.7
mai	3	-33.3	0.0	-17.6	-26.2	-10.7	-36.3	-8.1	-32.4	0.0	-29.8	-25.8
	mês	-27.6	-27.7	-27.6	-27.6	-27.6	-27.7	-27.6	-27.6	-27.8	-27.6	-27.6
jun	1	-23.1	-32.4	-1.6	-29.4	-1.5	-8.1	-28.4	-23.4	-12.5	-29.2	-26.3
jun	2	0.0	-9.7	-14.9	-1.6	-12.3	-0.6	-12.1	-10.1	-3.4	-21.4	-14.5
jun	3	-26.8	-26.1	-30.5	-10.6	-29.8	-26.5	-10.5	-30.0	-28.5	-6.7	-25.8
	mês	-24.2	-24.1	-24.1	-24.2	-24.1	-24.1	-24.2	-24.2	-24.1	-24.1	-24.1
jul	1	8.3	10.6	7.8	8.3	7.3	0.0	4.3	6.9	9.1	4.1	7.3
jul	2	6.7	5.8	4.3	6.0	0.0	7.6	0.8	0.0	1.0	10.2	6.6
jul	3	0.0	3.8	7.6	0.0	7.6	0.2	9.3	7.0	4.7	1.2	7.9
	mês	7.2	7.4	7.4	7.4	7.5	7.5	7.3	7.0	7.4	7.5	7.4
ago	1	-25.8	-24.1	-1.3	-13.3	-23.7	-22.6	-3.9	-2.5	-7.1	0.0	-20.2
ago	2	-19.4	-4.6	-20.7	-29.1	-10.2	-8.0	-0.8	-19.3	-21.9	-15.2	-17.1
ago	3	-9.3	-1.5	-5.4	-2.8	-6.8	-3.1	-19.6	0.0	-20.7	-22.2	-13.5
	mês	-18.1	-14.3	-18.1	-18.2	-18.1	-18.2	-18.3	-18.4	-18.2	-18.4	-17.4
set	1	0.1	0.0	0.3	0.0	0.6	0.7	1.1	1.2	0.9	1.0	1.0
set	2	1.8	1.5	1.2	1.4	1.3	1.5	0.3	1.6	0.2	0.7	1.3
set	3	0.9	0.2	1.6	1.4	0.0	0.8	1.9	0.8	1.8	2.2	1.4
	mês	1.4	1.1	1.4	1.4	1.2	1.2	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3
out	1	-9.1	-3.0	-3.5	-9.9	0.0	-8.4	0.0	-5.7	-8.7	-12.0	-8.8
out	2	-11.3	-2.0	-13.9	-7.9	-9.2	-3.8	-10.9	-0.6	-0.3	-6.6	-9.0
out	3	-2.2	-11.7	-5.6	-8.5	-0.3	-13.9	-5.5	-10.8	-9.9	-3.1	-9.6
	mês	-9.1	-9.3	-9.1	-9.2	-9.1	-9.2	-9.2	-9.1	-9.2	-9.1	-9.2
nov	1	-9.7	-13.8	-14.3	-13.8	0.0	-11.1	-6.0	0.0	-7.3	-11.9	-12.2
nov	2	-13.8	-6.5	-4.2	-1.5	0.0	-3.9	-14.9	-12.8	-7.6	-13.0	-10.9
nov	3	-12.4	-1.2	0.0	-9.4	-11.7	-13.4	-0.2	-2.9	-15.5	-2.4	-11.8
	mês	-11.8	-11.7	-11.7	-11.8	-11.7	-11.7	-11.7	-11.7	-11.9	-11.8	-11.8
dez	1	1.7	0.0	0.8	0.9	0.0	1.2	3.5	1.7	0.0	3.1	2.3
dez	2	2.9	0.9	1.6	2.4	2.7	3.1	2.1	3.6	3.8	0.7	2.7
dez	3	0.3	3.0	3.9	3.2	0.0	0.0	0.6	1.6	1.8	0.5	2.2
	mês	2.3	2.5	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5
total		1.4	-5.2	-4.1	-6.1	-1.7	-4.3	-2.4	-2.6	-3.9	-4.3	-3.6

rpre = razão pree/pre - 1 (%)

TABELA 61. Totais decêndiais (mensais e anuais) de Precipitação efetiva para o cenário futuro (série histórica).

		CENÁRIO FUTURO										série média
simul.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
mês dec	pefe	pefe	pefe	pefe	pefe	pefe	pefe	pefe	pefe	pefe	pefe	
jan	1	11.9	11.0	41.0	89.8	13.9	7.8	7.4	6.9	8.1	0.0	19.8
jan	2	67.7	0.6	23.7	66.2	41.6	67.9	61.0	23.4	96.0	45.1	49.3
jan	3	5.9	1.0	76.9	107.8	14.6	22.8	56.8	101.7	43.1	78.9	50.9
	mês	85.4	12.6	141.5	263.7	70.0	98.4	125.2	132.0	147.2	124.0	120.0
fev	1	61.8	71.9	26.2	48.6	64.7	72.2	40.5	0.0	2.7	29.2	41.8
fev	2	117.0	53.0	89.4	8.5	113.7	22.0	14.1	6.8	45.9	2.3	47.3
fev	3	13.5	31.4	127.8	32.0	0.8	88.6	63.4	18.8	1.0	56.7	43.4
	mês	192.2	156.4	243.4	89.1	179.2	182.7	118.0	25.6	49.6	88.1	132.4
mar	1	36.1	0.6	7.1	59.6	30.4	58.8	32.5	7.8	61.5	109.8	40.4
mar	2	14.3	70.2	0.4	15.5	28.6	80.2	51.5	0.0	18.3	42.1	32.1
mar	3	5.1	19.6	0.5	69.9	134.6	10.4	56.1	88.1	36.5	40.5	46.1
	mês	55.5	90.4	8.1	144.9	193.6	149.4	140.1	95.9	116.2	192.4	118.6
abr	1	5.2	0.0	75.1	12.7	83.8	132.0	63.0	16.7	60.1	107.2	55.6
abr	2	3.6	23.4	65.1	62.8	69.6	49.1	88.0	1.7	7.3	35.2	40.6
abr	3	58.4	1.2	85.6	38.7	38.9	2.0	3.9	82.3	37.8	76.2	42.5
	mês	67.2	24.6	225.7	114.1	192.2	183.0	154.8	100.6	105.2	218.6	138.6
mai	1	0.0	35.1	105.3	102.9	64.6	13.6	63.7	10.4	16.5	9.6	42.2
mai	2	8.3	33.7	77.7	5.9	36.4	38.8	68.2	0.5	0.0	8.6	27.8
mai	3	13.7	0.0	38.0	32.0	69.2	52.9	12.4	5.7	0.0	101.2	32.5
	mês	22.0	68.8	220.9	140.9	170.2	105.3	144.3	16.6	16.5	119.4	102.5
jun	1	52.6	40.4	2.6	74.2	2.0	24.8	58.3	29.3	29.0	57.4	37.1
jun	2	0.0	41.8	37.4	5.5	24.0	1.8	12.7	12.6	4.8	61.4	20.2
jun	3	21.3	59.0	50.4	37.5	37.3	99.1	12.3	26.9	71.7	20.0	43.5
	mês	73.9	141.2	90.5	117.1	63.3	125.7	83.3	68.8	105.5	138.9	100.8
jul	1	13.1	54.9	124.3	78.8	58.1	0.0	83.3	13.3	51.2	38.2	51.5
jul	2	23.8	66.1	37.0	59.3	0.0	44.0	12.1	0.0	7.3	57.8	30.7
jul	3	0.0	23.1	100.8	0.0	73.7	0.6	122.3	17.3	22.3	8.4	36.9
	mês	36.9	144.1	262.0	138.1	131.9	44.6	217.7	30.6	80.8	104.4	119.1
ago	1	3.2	81.3	3.1	87.6	81.1	79.7	5.0	1.2	38.1	0.0	38.0
ago	2	2.6	33.0	74.5	36.2	57.8	38.6	0.9	16.8	27.5	24.1	31.2
ago	3	3.9	69.9	18.3	9.9	28.8	8.2	50.7	0.0	89.2	19.1	29.8
	mês	9.6	184.2	95.9	133.7	167.7	126.6	56.6	18.0	154.8	43.2	99.0
set	1	12.0	1.0	9.5	0.0	25.0	14.1	75.0	62.9	81.4	66.5	34.7
set	2	92.3	101.2	34.5	83.3	113.0	78.8	9.4	91.8	41.6	63.6	70.9
set	3	69.5	61.4	81.5	71.7	3.0	35.0	55.8	51.9	91.9	42.6	56.4
	mês	173.8	163.6	125.5	155.0	141.0	127.9	140.2	206.6	214.8	172.7	162.1
out	1	29.9	33.6	30.3	74.0	0.0	45.9	0.0	32.8	59.0	82.7	38.8
out	2	24.6	20.6	55.3	29.8	35.6	37.6	50.2	3.4	0.3	59.4	31.7
out	3	11.9	100.0	45.7	33.4	0.4	38.1	31.9	75.9	43.4	23.5	40.4
	mês	66.4	154.2	131.3	137.3	36.0	121.6	82.1	112.1	102.6	165.6	110.9
nov	1	34.1	158.7	50.3	71.0	0.0	98.0	46.0	0.0	11.4	80.2	55.0
nov	2	18.1	57.5	28.4	6.1	0.0	14.7	59.6	90.3	32.9	67.1	37.5
nov	3	58.0	11.0	0.0	37.2	16.0	77.7	0.5	12.4	48.1	12.5	27.3
	mês	110.3	227.3	78.7	114.3	16.0	190.4	106.1	102.7	92.4	159.7	119.8
dez	1	34.2	0.8	11.6	11.6	1.6	24.8	22.3	10.0	2.4	72.5	19.2
dez	2	114.1	16.1	31.8	40.1	33.8	72.7	10.7	30.3	30.0	16.7	39.6
dez	3	31.0	44.6	34.0	27.5	0.0	10.0	7.2	22.4	64.4	11.7	25.3
	mês	179.3	61.5	77.3	79.2	35.4	107.5	40.2	62.7	96.8	100.9	84.1
total		1072	1429	1701	1628	1397	1563	1409	972	1282	1628	1408

pefe = precipitação efetiva (total/período) para o cenário futuro

TABELA 62. Variações relativas (acrêscimos) de Precipitação efetiva em função da intensificação do efeito estufa.

razão mês dec		CENÁRIO FUTURO/CENÁRIO ATUAL										série média
		1/81 rpef	2/82 rpef	3/83 rpef	4/84 rpef	5/85 rpef	6/86 rpef	7/87 rpef	8/88 rpef	9/89 rpef	10/90 rpef	
		(mm)										
jan	1	-4.0	-9.9	-8.9	-4.9	-1.7	-0.9	-1.5	-1.9	-1.0	0.0	-5.3
jan	2	-9.5	-1.7	-8.2	-2.5	-10.4	-8.9	-8.3	-1.7	-8.8	-5.6	-7.5
jan	3	-1.0	-1.0	-6.1	-4.2	-2.7	-2.6	3.7	-5.8	-1.8	0.8	-2.9
	mês	-8.3	-8.9	-7.3	-4.0	-7.2	-6.9	-2.8	-4.9	-6.4	-1.6	-5.2
fev	1	19.5	31.0	-14.6	29.7	17.7	31.2	21.6	0.0	7.2	39.0	22.3
fev	2	26.8	12.9	20.3	13.6	24.4	10.0	9.6	23.3	31.7	3.2	21.9
fev	3	4.5	24.3	15.1	35.1	0.0	15.5	22.3	31.3	1.0	26.2	19.8
	mês	22.5	23.0	12.7	29.8	21.7	20.5	20.4	29.1	29.3	29.4	21.3
mar	1	58.3	0.0	42.4	37.9	18.8	41.6	11.0	3.9	24.5	32.6	31.4
mar	2	19.2	30.2	2.5	10.7	11.3	19.3	27.5	0.0	0.4	12.3	19.2
mar	3	5.4	14.7	4.0	28.0	22.8	9.5	46.6	28.5	15.4	13.6	24.6
	mês	40.1	26.3	36.4	29.7	20.3	26.3	29.8	26.0	17.2	23.4	25.3
abr	1	-0.6	0.0	-2.5	-21.6	-2.4	4.8	-1.9	-1.8	-2.6	-6.2	-2.0
abr	2	-0.6	-3.9	-2.4	15.6	-3.8	-3.0	-0.9	-0.6	-0.8	-1.5	0.1
abr	3	-3.8	-0.8	-3.3	-22.2	-1.3	-1.0	-0.3	-3.3	-5.0	0.1	-4.8
	mês	-3.4	-3.7	-2.8	-5.0	-2.7	2.6	-1.3	-3.0	-3.4	-3.3	-2.3
mai	1	0.0	-18.0	-11.6	-19.0	-30.3	-13.9	-17.0	-25.6	-14.8	-3.9	-18.5
mai	2	-15.4	0.3	-8.6	-3.0	-25.9	-16.8	-20.5	-2.0	0.0	-2.8	-14.5
mai	3	-33.3	0.0	-19.6	-27.7	5.8	-21.3	-8.1	-32.4	0.0	-5.6	-13.0
	mês	-27.5	-9.9	-12.1	-20.6	-17.9	-18.8	-18.0	-27.6	-14.8	-5.3	-15.8
jun	1	-13.7	-30.3	-1.5	-21.2	-1.5	-8.1	-23.0	-23.2	-12.2	-19.0	-19.9
jun	2	0.0	-1.4	-14.9	-1.4	-12.3	-0.6	-12.1	-10.2	-3.6	-12.2	-10.0
jun	3	-26.8	-16.3	-16.1	-10.6	-29.0	-18.4	-10.5	-12.8	-27.1	-6.6	-19.4
	mês	-17.9	-17.3	-15.2	-17.3	-22.7	-16.3	-19.9	-17.2	-22.7	-14.4	-17.8
jul	1	8.3	10.7	5.0	5.8	1.9	0.0	2.2	6.9	41.7	3.8	7.7
jul	2	6.7	0.6	4.3	6.3	0.0	7.6	0.8	0.0	1.0	2.1	3.9
jul	3	0.0	3.8	5.8	0.0	6.8	0.0	4.5	7.0	5.2	1.2	5.3
	mês	7.2	4.8	5.2	6.0	4.6	7.5	3.4	7.0	25.2	2.7	5.9
ago	1	-25.8	-16.5	-0.9	-11.1	-20.9	-19.8	-4.0	-2.5	-7.1	0.0	-16.0
ago	2	-19.4	-4.6	-19.2	-28.2	-5.2	-7.7	0.0	-19.3	-0.4	-15.2	-13.6
ago	3	-9.6	3.2	-5.4	-2.8	-6.8	-3.1	-20.2	0.0	-16.3	-21.9	-11.2
	mês	-18.2	-7.8	-16.4	-16.0	-13.8	-15.5	-18.7	-18.4	-11.6	-18.3	-13.8
set	1	0.1	0.0	0.3	0.0	0.6	0.7	13.9	1.0	0.8	1.4	3.4
set	2	-6.5	1.1	1.5	1.1	0.8	1.5	0.3	1.0	0.3	0.6	-0.0
set	3	1.2	0.3	1.4	1.3	0.0	-5.5	2.0	0.6	0.9	1.3	0.7
	mês	-3.1	0.8	1.3	1.2	0.8	-0.6	7.9	0.9	0.7	1.1	0.9
out	1	17.7	-3.1	-3.2	-8.0	0.0	-9.3	0.0	-6.4	-8.4	-9.3	-6.0
out	2	-13.7	-2.0	-11.0	-7.9	-9.6	-3.8	-12.9	-0.6	-3.3	-4.4	-8.4
out	3	-2.3	27.0	-5.8	-9.7	-2.5	-13.7	-5.5	-8.2	-9.7	-2.7	-1.3
	mês	0.5	14.7	-7.5	-8.4	-9.5	-9.1	-10.1	-7.5	-8.9	-6.7	-5.1
nov	1	-9.7	-11.8	-7.4	-5.0	0.0	-6.0	-6.0	0.0	-7.3	-9.2	-8.5
nov	2	-13.8	-4.4	-4.2	-1.1	0.0	-3.9	-15.9	2.2	-7.7	5.1	-4.2
nov	3	-7.5	-1.3	0.0	-9.2	-11.7	-7.1	-2.0	-2.8	-2.6	-2.4	-6.4
	mês	-9.3	-9.6	-6.3	-6.2	-11.7	-6.3	-11.8	1.5	-5.1	-3.2	-6.7
dez	1	1.8	0.0	0.8	0.9	0.0	1.2	3.5	1.7	0.0	3.0	2.2
dez	2	2.2	0.9	1.6	2.8	3.1	2.5	2.1	3.6	4.5	0.7	2.5
dez	3	0.3	3.8	4.5	4.2	0.0	0.0	0.6	1.6	1.7	0.5	2.3
	mês	1.8	3.0	2.7	3.0	2.9	2.0	2.6	2.6	2.5	2.3	2.4
total		0.3	-0.1	-3.0	-3.5	-1.9	-2.1	-1.7	-1.1	-2.6	-0.2	-1.7

rpef = razão pefe/pef - 1 (%)

ANEXO 15

TABELA 63. Evapotranspiração máxima total em cada estágio e ciclo de desenvolvimento das culturas do Milho e Soja estimados para o cenário atual.

safra	estád dias	CENÁRIO ATUAL										série média
		80/1 ETm	81/2 ETm	82/3 ETm	83/4 ETm	84/5 ETm	85/6 ETm	86/7 ETm	87/8 ETm	88/9 ETm	89/90 ETm	
(mm)												
MILHO semeadura: outubro												
Se-Em	10	15.5	15.7	15.7	13.4	14.6	14.9	14.6	12.6	14.7	13.0	14.5
Em-30d	30	66.2	75.9	62.9	63.0	76.9	90.2	76.9	64.3	75.7	68.0	72.0
30d-Pe	30	128.6	128.4	126.8	149.4	132.4	150.3	132.4	143.5	132.1	135.2	135.9
Pe-Ml	25	142.1	144.4	152.8	173.4	155.4	179.6	153.0	160.4	153.3	140.4	155.5
Ml-Mf	35	169.9	196.9	168.4	193.2	183.1	193.2	196.2	194.4	150.5	167.5	181.3
ciclo	130	522.3	561.4	526.6	592.5	562.4	628.1	573.1	575.3	526.3	524.0	559.2
MILHO semadura: novembro												
Se-Em	10	18.4	18.6	14.3	14.0	18.9	23.7	19.7	16.0	18.6	15.9	17.8
Em-30d	30	78.8	77.7	80.1	90.1	82.1	90.9	80.3	88.2	80.7	84.0	83.3
30d-Pe	30	133	137.9	134.7	136.0	161.4	156.7	139.5	139.9	128.8	114.3	138.2
Pe-Ml	25	129.2	152.5	134.3	142.1	137.5	149.1	154.2	155.5	117.4	137.0	140.9
Ml-Mf	35	150.2	161.8	131.3	162.7	142.5	135.3	151.8	162.9	136.8	135.1	147.0
ciclo	130	509.7	548.5	494.7	544.8	542.4	555.7	545.6	562.6	482.2	486.2	527.2
SOJA semeadura: outubro												
Se-Em	10	17.2	17.0	17.2	14.6	18.2	15.6	15.6	13.5	15.7	13.7	15.8
Em-V2	10	18.8	27.4	24.7	30.3	29.7	25.9	28.4	23.2	28.0	21.9	25.8
V2-R1	40	183.2	194.7	167.9	188.3	192.5	236.6	176.0	185.4	198.0	189.0	191.2
R1-R5	40	265.1	263.6	276.3	286.1	311.2	317.9	295.5	295.0	267.2	253.5	283.1
R5-R7	35	200.2	230.7	202.0	225.7	204.7	228.2	236.5	238.4	179.9	210.3	215.6
ciclo	135	684.4	733.3	688.2	745.1	756.3	824.4	752.0	755.5	688.8	688.4	731.6
SOJA semadura: novembro												
Se-Em	10	20.2	19.9	15.5	15.2	20.7	25.1	20.5	17.0	19.7	16.6	19.1
Em-V2	10	26.5	27.0	26.4	33.3	35.1	33.9	23.0	33.2	30.1	29.5	29.8
V2-R1	40	201.5	192.9	203.5	225.2	218.9	241.9	213.6	219.3	196.1	197.9	211.1
R1-R5	40	239.5	278.1	243.5	259.6	259.4	268.7	274.9	271.9	223.4	233.6	255.3
R5-R7	35	181.9	195.5	162.1	180.2	172.3	156.4	179.6	195.4	162.5	157.2	174.3
ciclo	135	669.5	713.5	651.0	713.5	706.4	726.0	711.5	736.9	631.9	634.8	689.5

ETm = Evapotranspiração máxima (total/período) cenário atual

TABELA 64. Evapotranspiração máxima total em cada estágio e ciclo de desenvolvimento das culturas do Milho e Soja estimados para o cenário futuro.

simul. estád dias	CENÁRIO FUTURO										série média	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
(mm)												
MILHO semeadura: outubro												
Se-Em	7	14.9	14.3	12.9	10.1	12.5	13.0	11.2	9.9	12.3	9.2	12.0
Em-30d	22	48.6	58.5	52.4	55.8	56.7	61.4	56.8	48.4	62.0	57.3	55.8
30d-Pe	23	96.2	102.8	87.3	99.6	116.3	132.3	95.5	109.3	107.8	100.6	104.8
Pe-Ml	20	130.4	127.4	135.3	147.5	125.2	145.1	140.9	141.9	131.0	137.2	136.2
Ml-Mf	26	169.7	167.1	171.1	184.4	205.7	212.3	179.9	173.5	168.2	153.0	178.5
ciclo	98	459.8	470.1	458.9	497.3	516.3	564.1	484.2	482.9	481.2	457.4	487.2
MILHO semadura: novembro												
Se-Em	7	16.8	16.2	11.5	10.9	12.9	18.0	17.1	12.8	14.9	11.3	14.2
Em-30d	22	60.6	62.1	57.9	70.6	67.8	75.7	51.8	63.1	64.3	63.1	63.7
30d-Pe	24	116.8	109.6	125.2	132.3	134.6	143.0	126.1	127.3	115.2	108.1	123.8
Pe-Ml	19	127.2	143.3	129.5	126.1	148.1	137.8	140.0	134.6	117.9	109.9	131.4
Ml-Mf	23	127.7	146.6	129.5	136.0	139.4	147.8	152.0	152.5	120.4	144.4	139.6
ciclo	95	449	477.8	453.5	475.8	502.8	522.5	487.0	490.3	432.8	436.9	472.8
SOJA semeadura: outubro												
Se-Em	7	16.7	15.2	13.9	10.6	13.1	13.2	11.5	10.2	12.8	9.3	12.6
Em-V2	7	14.1	19.9	18.2	21.3	24.2	17.4	19.0	19.6	20.6	21.0	19.5
V2-R1	31	139.9	162.2	138.1	139.2	161.4	192.7	161.3	145.5	165.6	145.0	155.1
R1-R5	31	234.9	224.3	228.6	273.5	243.4	285.6	230.3	255.7	243.4	252.2	247.2
R5-R7	26	197.0	213.9	209.5	202.6	245.4	231.4	218.7	209.9	192.6	171.9	209.3
ciclo	102	602.6	635.5	608.3	647.3	687.6	740.2	640.8	641.0	635.0	599.4	643.8
SOJA semadura: novembro												
Se-Em	7	18.4	17.1	12.3	11.5	13.6	18.6	17.5	13.3	15.3	11.5	14.9
Em-V2	8	19.5	23.1	23.0	22.9	31.7	27.0	19.0	24.7	25.4	22.4	23.9
V2-R1	31	171.0	160.9	168.5	200.7	179.0	208.4	171.2	184.9	175.1	177.5	179.7
R1-R5	30	223.7	252.8	238.5	233.9	272.4	256.2	249.8	241.5	206.3	186.3	236.2
R5-R7	22	146.8	155.6	139.2	159.3	142.2	164.2	169.2	170.2	136.1	169.7	155.3
ciclo	98	579.5	609.5	581.7	628.4	638.9	674.4	626.7	634.7	558.2	567.4	609.9

ETme = Evapotranspiração máxima (total/período) cenário futuro



TABELA 65. Evapotranspiração máxima média em cada estágio e ciclo de desenvolvimento das culturas do Milho e Soja estimados para o cenário atual.

		CENÁRIO ATUAL										
safr	estád	80/1	81/2	82/3	83/4	84/5	85/6	86/7	87/8	88/9	89/90	série
dia		ETmm	ETmm	ETmm	ETmm	ETmm	ETmm	ETmm	ETmm	ETmm	ETmm	média
		(mm/dia)										
MILHO		semeadura: outubro										
Se-Em	10	1.6	1.6	1.6	1.3	1.5	1.5	1.5	1.3	1.5	1.3	1.5
Em-30d	30	2.2	2.5	2.1	2.1	2.6	3.0	2.6	2.1	2.5	2.3	2.4
30d-Pe	30	4.3	4.3	4.2	5.0	4.4	5.0	4.4	4.8	4.4	4.5	4.5
Pe-Ml	25	5.7	5.8	6.1	6.9	6.2	7.2	6.1	6.4	6.1	5.6	6.2
Ml-Mf	35	4.9	5.6	4.8	5.5	5.2	5.5	5.6	5.6	4.3	4.8	5.2
ciclo	130	4.0	4.3	4.1	4.6	4.3	4.8	4.4	4.4	4.0	4.0	4.3
MILHO		semadura: novembro										
Se-Em	10	1.8	1.9	1.4	1.4	1.9	2.4	2.0	1.6	1.9	1.6	1.8
Em-30d	30	2.6	2.6	2.7	3.0	2.7	3.0	2.7	2.9	2.7	2.8	2.8
30d-Pe	30	4.4	4.6	4.5	4.5	5.4	5.2	4.7	4.7	4.3	3.8	4.6
Pe-Ml	25	5.2	6.1	5.4	5.7	5.5	6.0	6.2	6.2	4.7	5.5	5.6
Ml-Mf	35	4.3	4.6	3.8	4.6	4.1	3.9	4.3	4.7	3.9	3.9	4.2
ciclo	130	3.9	4.2	3.8	4.2	4.2	4.3	4.2	4.3	3.7	3.7	4.1
SOJA		semeadura: outubro										
Se-Em	10	1.7	1.7	1.7	1.5	1.8	1.6	1.6	1.4	1.6	1.4	1.6
Em-V2	10	1.9	2.7	2.5	3.0	3.0	2.6	2.8	2.3	2.8	2.2	2.6
V2-R1	40	4.6	4.9	4.2	4.7	4.8	5.9	4.4	4.6	5.0	4.7	4.8
R1-R5	40	6.6	6.6	6.9	7.2	7.8	7.9	7.4	7.4	6.7	6.3	7.1
R5-R7	35	5.7	6.6	5.8	6.4	5.8	6.5	6.8	6.8	5.1	6.0	6.2
ciclo	135	5.1	5.4	5.1	5.5	5.6	6.1	5.6	5.6	5.1	5.1	5.4
SOJA		semadura: novembro										
Se-Em	10	2.0	2.0	1.6	1.5	2.1	2.5	2.1	1.7	2.0	1.7	1.9
Em-V2	10	2.7	2.7	2.6	3.3	3.5	3.4	2.3	3.3	3.0	3.0	3.0
V2-R1	40	5.0	4.8	5.1	5.6	5.5	6.0	5.3	5.5	4.9	4.9	5.3
R1-R5	40	6.0	7.0	6.1	6.5	6.5	6.7	6.9	6.8	5.6	5.8	6.4
R5-R7	35	5.2	5.6	4.6	5.1	4.9	4.5	5.1	5.6	4.6	4.5	5.0
ciclo	135	5.0	5.3	4.8	5.3	5.2	5.4	5.3	5.5	4.7	4.7	5.1

ETm = Evapotranspiração média em cada estágio e ciclo de desenvolvimento

TABELA 66. Evapotranspiração máxima média em cada estágio e ciclo de desenvolvimento das culturas do Milho e Soja estimados para o cenário atual.

simul.	estád	dia	CENÁRIO FUTURO										série média	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
			(mm/dia)											
MILHO semeadura: outubro														
Se-Em	7	2.1	2.0	1.8	1.4	1.8	1.9	1.6	1.4	1.8	1.3	1.7		
Em-30d	22	2.2	2.7	2.4	2.5	2.6	2.8	2.6	2.2	2.8	2.6	2.5		
30d-Pe	23	4.2	4.5	3.8	4.3	5.1	5.8	4.2	4.8	4.7	4.4	4.6		
Pe-Ml	20	6.5	6.4	6.8	7.4	6.3	7.3	7.0	7.1	6.6	6.9	6.8		
Ml-Mf	26	6.5	6.4	6.6	7.1	7.9	8.2	6.9	6.7	6.5	5.9	6.9		
ciclo	98	4.7	4.8	4.7	5.1	5.3	5.8	4.9	4.9	4.9	4.7	5.0		
MILHO semadura: novembro														
Se-Em	7	2.4	2.3	1.6	1.6	1.8	2.6	2.4	1.8	2.1	1.6	2.0		
Em-30d	22	2.8	2.8	2.6	3.2	3.1	3.4	2.4	2.9	2.9	2.9	2.9		
30d-Pe	24	4.9	4.6	5.2	5.5	5.6	6.0	5.3	5.3	4.8	4.5	5.2		
Pe-Ml	19	6.7	7.5	6.8	6.6	7.8	7.3	7.4	7.1	6.2	5.8	6.9		
Ml-Mf	23	5.6	6.4	5.6	5.9	6.1	6.4	6.6	6.6	5.2	6.3	6.1		
ciclo	95	4.7	5.0	4.8	5.0	5.3	5.5	5.1	5.2	4.6	4.6	5.0		
SOJA semeadura: outubro														
Se-Em	7	2.4	2.2	2.0	1.5	1.9	1.9	1.6	1.5	1.8	1.3	1.8		
Em-V2	7	2.0	2.8	2.6	3.0	3.5	2.5	2.7	2.8	2.9	3.0	2.8		
V2-R1	31	4.5	5.2	4.5	4.5	5.2	6.2	5.2	4.7	5.3	4.7	5.0		
R1-R5	31	7.6	7.2	7.4	8.8	7.9	9.2	7.4	8.2	7.9	8.1	8.0		
R5-R7	26	7.6	8.2	8.1	7.8	9.4	8.9	8.4	8.1	7.4	6.6	8.1		
ciclo	102	5.9	6.2	6.0	6.3	6.7	7.3	6.3	6.3	6.2	5.9	6.3		
SOJA semadura: novembro														
Se-Em	7	2.6	2.4	1.8	1.6	1.9	2.7	2.5	1.9	2.2	1.6	2.1		
Em-V2	8	2.4	2.9	2.9	2.9	4.0	3.4	2.4	3.1	3.2	2.8	3.0		
V2-R1	31	5.5	5.2	5.4	6.5	5.8	6.7	5.5	6.0	5.6	5.7	5.8		
R1-R5	30	7.5	8.4	8.0	7.8	9.1	8.5	8.3	8.1	6.9	6.2	7.9		
R5-R7	22	6.7	7.1	6.3	7.2	6.5	7.5	7.7	7.7	6.2	7.7	7.1		
ciclo	98	5.9	6.2	5.9	6.4	6.5	6.9	6.4	6.5	5.7	5.8	6.2		

ETme = Evapotranspiração média em cada estágio e ciclo de desenvolvimento

TABELA 67. Variações da Evapotranspiração máxima (ETm) total das culturas do Milho e Soja decorrentes da intensificação do efeito estufa.

safra dias estád (%)	CENÁRIO FUTURO/CENÁRIO ATUAL										série média
	1 rETm	2 rETm	3 rETm	4 rETm	5 rETm	6 rETm	7 rETm	8 rETm	9 rETm	10 rETm	
(%)											
MILHO semeadura: outubro											
Se-Em -30	-3.9	-8.9	-17.8	-24.6	-14.4	-12.8	-23.3	-21.4	-16.3	-29.2	-17.2
Em-30d -27	-26.6	-22.9	-16.7	-11.4	-26.3	-31.9	-26.1	-24.7	-18.1	-15.7	-22.5
30d-Pe -23	-25.2	-19.9	-31.2	-33.3	-12.2	-12.0	-27.9	-23.8	-18.4	-25.6	-22.9
Pe-Ml -20	-8.2	-11.8	-11.5	-14.9	-19.4	-19.2	-7.9	-11.5	-14.5	-2.3	-12.4
Ml-Mf -26	-0.1	-15.1	1.6	-4.6	12.3	9.9	-8.3	-10.8	11.8	-8.7	-1.5
ciclo -25	-12.0	-16.3	-12.9	-16.1	-8.2	-10.2	-15.5	-16.1	-8.6	-12.7	-12.9
MILHO semadura: novembro											
Se-Em -30	-8.7	-12.9	-19.6	-22.1	-31.7	-24.1	-13.2	-20.0	-19.9	-28.9	-20.2
Em-30d -27	-23.1	-20.1	-27.7	-21.6	-17.4	-16.7	-35.5	-28.5	-20.3	-24.9	-23.5
30d-Pe -20	-12.2	-20.5	-7.1	-2.7	-16.6	-8.7	-9.6	-9.0	-10.6	-5.4	-10.4
Pe-Ml -24	-1.5	-6.0	-3.6	-11.3	7.7	-7.6	-9.2	-13.4	0.4	-19.8	-6.7
Ml-Mf -34	-15.0	-9.4	-1.4	-16.4	-2.2	9.2	0.1	-6.4	-12.0	6.9	-5.0
ciclo -27	-11.9	-12.9	-8.3	-12.7	-7.3	-6.0	-10.7	-12.9	-10.2	-10.1	-10.3
SOJA semeadura: outubro											
Se-Em -30	-2.9	-10.6	-19.2	-27.4	-28.0	-15.4	-26.3	-24.4	-18.5	-32.1	-20.3
Em-V2 -30	-25.0	-27.4	-26.3	-29.7	-18.5	-32.8	-33.1	-15.5	-26.4	-4.1	-24.4
V2-R1 -23	-23.6	-16.7	-17.7	-26.1	-16.2	-18.6	-8.4	-21.5	-16.4	-23.3	-18.9
R1-R5 -23	-11.4	-14.9	-17.3	-4.4	-21.8	-10.2	-22.1	-13.3	-8.9	-0.5	-12.7
R5-R7 -26	-1.6	-7.3	3.7	-10.2	19.9	1.4	-7.5	-12.0	7.1	-18.3	-2.9
ciclo -24	-12.0	-13.3	-11.6	-13.1	-9.1	-10.2	-14.8	-15.2	-7.8	-12.9	-12.0
SOJA semadura: novembro											
Se-Em -30	-8.9	-14.1	-20.6	-24.3	-34.3	-25.9	-14.6	-21.8	-22.3	-30.7	-22.0
Em-V2 -20	-26.4	-14.4	-12.9	-31.2	-9.7	-20.4	-17.4	-25.6	-15.6	-24.1	-19.8
V2-R1 -23	-15.1	-16.6	-17.2	-10.9	-18.2	-13.8	-19.9	-15.7	-10.7	-10.3	-14.9
R1-R5 -25	-6.6	-9.1	-2.1	-9.9	5.0	-4.7	-9.1	-11.2	-7.7	-20.2	-7.5
R5-R7 -37	-19.3	-20.4	-14.1	-11.6	-17.5	5.0	-5.8	-12.9	-16.2	8.0	-10.9
ciclo -27	-13.4	-14.6	-10.6	-11.9	-9.6	-7.1	-11.9	-13.9	-11.7	-10.6	-11.5

rETm = razão ETme/ETm - 1 (%)

TABELA 68. Variações da Evapotranspiração máxima (ETm) média das culturas do Milho e Soja decorrentes da intensificação do efeito estufa.

safra dias estád (%)	CENÁRIO FUTURO/CENÁRIO ATUAL										série média	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	rETmm	rETmm	rETmm	rETmm	rETmm	rETmm	rETmm	rETmm	rETmm	rETmm	rETmm	(%)
MILHO semeadura: outubro												
Se-Em -30	37.3	30.1	17.4	7.7	22.3	24.6	9.6	12.2	19.5	1.1	18.2	
Em-30d -27	0.1	5.1	13.6	20.8	0.5	-7.2	0.7	2.6	11.7	14.9	5.7	
30d-Pe -23	-2.4	4.4	-10.2	-13.0	14.6	14.8	-5.9	-0.7	6.4	-2.9	0.6	
Pe-Ml -20	14.7	10.3	10.7	6.3	0.7	1.0	15.1	10.6	6.8	22.2	9.5	
Ml-Mf -26	34.5	14.2	36.8	28.5	51.2	47.9	23.4	20.1	50.4	23.0	32.5	
ciclo -25	16.8	11.1	15.6	11.3	21.8	19.1	12.1	11.3	21.3	15.8	15.6	
MILHO semadura: novembro												
Se-Em -30	30.4	24.4	14.9	11.2	-2.5	8.5	24.0	14.3	14.4	1.5	14.0	
Em-30d -27	4.9	9.0	-1.4	6.9	12.6	13.6	-12.0	-2.4	8.7	2.4	4.3	
30d-Pe -20	9.8	-0.7	16.2	21.6	4.2	14.1	13.0	13.7	11.8	18.2	12.0	
Pe-Ml -24	29.5	23.6	26.9	16.8	41.7	21.6	19.5	13.9	32.1	5.6	22.7	
Ml-Mf -34	29.4	37.9	50.1	27.2	48.9	66.2	52.4	42.5	33.9	62.6	44.5	
ciclo -27	20.5	19.2	25.4	19.5	26.9	28.7	22.1	19.3	22.8	23.0	22.7	
SOJA semeadura: outubro												
Se-Em -30	38.7	27.7	15.4	3.7	2.8	20.9	5.3	7.9	16.5	-3.0	13.9	
Em-V2 -30	7.1	3.8	5.3	0.4	16.4	-4.0	-4.4	20.7	5.1	37.0	8.0	
V2-R1 -23	-1.5	7.5	6.1	-4.6	8.2	5.1	18.3	1.3	7.9	-1.0	4.7	
R1-R5 -23	14.3	9.8	6.8	23.3	0.9	15.9	0.6	11.8	17.5	28.4	12.7	
R5-R7 -26	32.5	24.8	39.6	20.8	61.4	36.5	24.5	18.5	44.1	10.0	30.7	
ciclo -24	16.5	14.7	17.0	15.0	20.3	18.8	12.8	12.3	22.0	15.2	16.5	
SOJA semadura: novembro												
Se-Em -30	30.1	22.8	13.4	8.1	-6.1	5.9	22.0	11.8	10.9	-1.0	11.4	
Em-V2 -20	-8.0	6.9	8.9	-14.0	12.9	-0.4	3.3	-7.0	5.5	-5.1	0.3	
V2-R1 -23	9.5	7.6	6.8	15.0	5.5	11.2	3.4	8.8	15.2	15.7	9.8	
R1-R5 -25	24.5	21.2	30.6	20.1	40.0	27.1	21.2	18.4	23.1	6.3	23.4	
R5-R7 -37	28.4	26.6	36.6	40.6	31.3	67.0	49.9	38.6	33.2	71.7	41.7	
ciclo -27	19.2	17.7	23.1	21.3	24.6	28.0	21.3	18.6	21.7	23.1	21.9	

rETmm = razão ETmme/ETmm - 1 (%)

## ANEXO 16

TABELA 69. Totais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura do Milho nas safras (cenário futuro), com semeadura em outubro e novembro, estimados pelos modelos de B.H.

simul. ESTÁDIO	1 Te	2 Te	3 Te	4 Te	5 Te	6 Te	7 Te	8 Te	9 Te	10 Te	série média
(dias)											
MILHO semeadura: outubro	----- BHT -----										
Se-Em 7	6	7	3	3	3	4	3	1	4	4	3.8
Em-30d 22	7	12	9	11	10	19	8	12	14	17	11.9
30d-Pe 23	13	15	11	20	17	21	14	20	15	16	16.2
Pe-Ml 20	14	15	15	14	14	18	15	16	14	18	15.3
Ml-Mf 26	19	20	19	17	21	24	21	22	22	19	20.4
total 98	59	69	57	65	65	86	61	71	69	74	67.6
MILHO semeadura: outubro	----- BHM -----										
Se-Em 7	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0.4
Em-30d 22	0	1	0	1	2	6	0	0	2	2	1.4
30d-Pe 23	4	6	1	9	10	18	5	9	3	8	7.3
Pe-Ml 20	8	6	8	7	3	16	7	12	9	15	9.1
Ml-Mf 26	9	11	10	11	17	21	18	15	12	15	13.9
total 98	21	25	19	28	32	64	30	36	26	40	32.1
MILHO semeadura: outubro	----- BHB -----										
Se-Em 7	1	7	0	0	0	4	0	0	5	0	1.7
Em-30d 22	0	1	0	0	1	9	0	0	3	5	1.9
30d-Pe 23	0	8	0	6	7	21	3	9	2	4	6.0
Pe-Ml 20	7	3	16	16	10	15	4	16	14	16	11.7
Ml-Mf 26	12	14	12	10	20	21	21	23	22	14	16.9
total 98	20	33	28	32	38	70	28	48	46	39	38.2
MILHO semeadura: novembro	----- BHT -----										
Se-Em 7	6	7	2	0	2	7	7	4	3	3	4.1
Em-30d 22	12	11	15	16	16	19	9	18	13	17	14.6
30d-Pe 24	14	15	15	14	18	22	16	20	16	17	16.7
Pe-Ml 19	11	17	16	12	15	15	12	14	14	13	13.9
Ml-Mf 23	17	17	19	13	18	18	18	15	16	16	16.7
total 95	60	67	67	55	69	81	62	71	62	66	66.0
MILHO semeadura: novembro	----- BHM -----										
Se-Em 7	1	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0.8
Em-30d 22	3	0	3	4	1	14	1	8	3	5	4.2
30d-Pe 24	4	3	5	9	8	15	6	10	4	8	7.2
Pe-Ml 19	6	13	11	6	14	10	9	8	9	8	9.4
Ml-Mf 23	6	13	11	6	11	11	11	10	10	10	9.9
total 95	20	30	30	25	34	56	27	36	26	31	31.5
MILHO semeadura: novembro	----- BHB -----										
Se-Em 7	2	7	0	1	0	7	6	0	0	0	2.3
Em-30d 22	0	0	3	10	7	14	1	10	4	8	5.7
30d-Pe 24	2	0	13	12	8	15	9	20	11	11	10.1
Pe-Ml 19	11	17	10	1	13	11	11	15	12	8	10.9
Ml-Mf 23	6	11	11	3	15	15	11	12	7	10	10.1
total 95	21	35	37	27	43	62	38	57	34	37	39.1

Te=total de dias com déficit hídrico nos estádios (cenário futuro)

TABELA 70. Magnitudes de déficit hídrico totais em cada estágio e ciclo da cultura do Milho nas safras (cen. futuro), com semeadura em outubro e novembro, estimados pelos modelos de B.H.

simul.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	série	
ESTÁDIO	defte	defte	defte	defte	defte	defte	defte	defte	defte	defte	média	
	(mm)											
MILHO semeadura: outubro						BHT						
Se-Em 7	1.2	2.4	0.2	0.2	0.2	4.6	0.3	0.0	0.6	0.3	1.0	
Em-30d 22	2.2	3.4	2.0	3.6	3.4	16.6	2.0	3.2	6.7	6.6	5.0	
30d-Pe 23	11.6	15.3	6.3	29.8	33.1	64.4	13.7	37.7	12.8	16.7	24.1	
Pe-Ml 20	26.4	22.3	36.4	25.6	17.5	73.1	32.2	43.2	29.3	75.9	38.2	
Ml-Mf 26	35.5	36.0	29.3	46.6	70.0	146.5	67.7	78.4	70.9	54.7	63.6	
total 98	76.8	79.3	74.3	105.9	124.3	305.1	115.8	162.5	120.3	154.2	131.9	
MILHO semeadura: outubro						BHM						
Se-Em 7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	
Em-30d 22	0.0	0.7	0.0	1.6	0.7	16.6	0.0	0.0	2.3	0.8	2.3	
30d-Pe 23	10.4	15.3	1.7	35.6	43.8	79.8	9.2	45.1	5.9	14.6	26.2	
Pe-Ml 20	36.4	22.6	39.2	29.2	4.3	90.8	32.0	57.1	31.8	79.0	42.2	
Ml-Mf 26	31.9	38.2	32.9	57.3	92.8	151.4	83.4	85.7	68.3	65.4	70.7	
total 98	78.7	76.9	73.8	123.7	141.7	343.9	124.7	188.0	108.3	159.7	141.9	
MILHO semedura: outubro						BHB						
Se-Em 7	1.1	9.3	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0	5.6	0.0	2.4	
Em-30d 22	0.0	1.1	0.0	0.0	0.1	24.5	0.0	0.0	3.8	6.8	3.6	
30d-Pe 23	0.0	23.6	0.0	34.1	41.2	105.5	10.2	44.9	7.0	6.1	27.2	
Pe-Ml 20	43.3	14.2	105.5	99.5	53.4	107.3	18.5	106.5	88.3	102.2	73.9	
Ml-Mf 26	77.7	86.3	69.7	85.0	149.6	169.3	133.0	147.7	125.0	81.3	112.5	
total 98	122.1	134.6	175.2	218.6	244.2	414.3	161.6	299.1	229.6	196.4	219.6	
MILHO semeadura: novembro						BHT						
Se-Em 7	1.7	2.9	0.1	0.0	0.1	13.0	2.4	0.4	0.4	0.3	2.1	
Em-30d 22	5.9	3.2	7.2	8.3	6.4	26.1	3.4	12.8	7.2	13.3	9.4	
30d-Pe 24	13.5	11.2	16.0	30.5	30.6	69.9	18.5	28.2	14.8	28.6	26.2	
Pe-Ml 19	22.6	63.3	33.2	23.1	45.9	64.0	32.6	28.2	44.4	37.6	39.5	
Ml-Mf 23	29.5	79.2	33.3	17.3	54.5	37.6	29.7	38.6	25.8	31.7	37.7	
total 95	73.2	159.7	89.9	79.2	137.5	210.7	86.6	108.3	92.6	111.5	114.9	
MILHO semeadura: novembro						BHM						
Se-Em 7	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	
Em-30d 22	4.7	0.0	7.0	5.7	2.3	33.6	1.3	13.2	6.8	8.8	8.3	
30d-Pe 24	11.4	5.6	15.7	39.3	29.8	81.1	17.4	30.2	8.1	20.9	26.0	
Pe-Ml 19	23.7	68.6	41.4	18.9	53.8	59.1	42.6	34.1	48.1	42.9	43.3	
Ml-Mf 23	24.6	84.7	39.6	19.2	58.8	46.5	35.9	49.6	31.2	40.3	43.1	
total 95	64.5	159.9	103.8	83.2	144.7	233.0	97.3	127.1	94.3	113.0	122.1	
MILHO semedura: novembro						BHB						
Se-Em 7	2.5	9.4	0.0	0.3	0.0	13.8	8.1	0.0	0.0	0.0	3.4	
Em-30d 22	0.0	0.0	9.2	27.9	13.7	39.9	1.6	21.5	10.6	18.0	14.2	
30d-Pe 24	9.5	0.0	54.1	71.1	41.5	94.5	37.9	92.4	47.6	37.1	48.6	
Pe-Ml 19	72.8	123.2	63.2	2.7	87.2	64.2	70.4	95.2	65.6	46.3	69.1	
Ml-Mf 23	34.0	82.6	39.3	12.1	100.6	93.7	65.5	62.6	33.1	64.3	58.8	
total 95	118.8	215.2	165.8	114.0	243.1	306.2	183.5	271.7	157.0	165.7	194.1	

defte=magnitude total de déficit hídrico em cada estágio (cenário futuro)

TABELA 71. Totais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura da Soja nas safras (cenário futuro), com semeadura em outubro e novembro, estimados pelos modelos de B.H.

simul. ESTÁDIO	1 Te	2 Te	3 Te	4 Te	5 Te	6 Te	7 Te	8 Te	9 Te	10 Te	série média	
(dias)												
SOJA semeadura: outubro							BHT					
Se-Em	7	6	7	4	3	4	5	3	1	5	4	4.2
Em-V2	7	1	5	2	5	7	4	3	7	5	7	4.6
V2-R1	31	18	21	18	21	18	29	20	20	21	19	20.5
R1-R5	31	22	21	24	27	22	29	23	27	23	29	24.7
R5-R7	26	15	20	21	16	21	22	19	22	22	17	19.5
total	102	62	74	69	72	72	89	68	77	76	76	73.5
SOJA semeadura: outubro							BHM					
Se-Em	7	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0.4
Em-V2	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0.3
V2-R1	31	6	11	3	8	11	23	9	6	7	6	9.0
R1-R5	31	12	11	14	19	14	26	13	22	16	25	17.2
R5-R7	26	13	14	15	11	19	17	16	15	16	12	14.8
total	102	31	37	32	38	45	69	38	43	39	45	41.7
SOJA semedura: outubro							BHB					
Se-Em	7	2	7	0	0	0	4	0	0	5	0	1.8
Em-V2	7	0	1	0	0	2	0	0	3	4	6	1.6
V2-R1	31	3	14	1	7	10	27	10	4	7	10	9.3
R1-R5	31	8	9	24	28	21	27	14	27	24	24	20.6
R5-R7	26	15	19	16	7	19	18	17	23	20	11	16.5
total	102	28	50	41	42	52	76	41	57	60	51	49.8
SOJA semeadura: novembro							BHT					
Se-Em	7	6	7	2	1	3	7	7	4	3	3	4.3
Em-V2	8	2	4	4	6	6	5	1	8	3	3	4.2
V2-R1	31	21	21	21	23	23	29	24	27	21	29	23.9
R1-R5	30	21	25	25	19	23	26	24	24	24	17	22.8
R5-R7	22	18	17	16	14	16	16	15	17	15	20	16.4
total	98	68	74	68	63	71	83	71	80	66	72	71.6
SOJA semeadura: novembro							BHM					
Se-Em	7	1	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0.8
Em-V2	8	0	0	0	0	0	3	1	3	0	0	0.7
V2-R1	31	8	6	8	15	11	23	9	21	10	23	13.4
R1-R5	30	14	20	20	12	21	21	18	15	14	10	16.5
R5-R7	22	11	9	10	7	10	10	10	14	10	15	10.6
total	98	34	36	38	34	42	63	38	53	34	48	42.0
SOJA semedura: novembro							BHB					
Se-Em	7	2	7	0	1	0	7	6	0	0	0	2.3
Em-V2	8	0	0	0	2	6	3	1	5	0	0	1.7
V2-R1	31	6	3	19	24	13	24	11	24	19	24	16.7
R1-R5	30	14	24	19	9	20	22	21	25	19	9	18.2
R5-R7	22	8	10	10	6	12	13	10	14	10	13	10.6
total	98	30	44	48	42	51	69	49	68	48	46	49.5

Te=número total de dias com déficit hídrico/estádio (cenário futuro)

TABELA 72. Magnitudes de déficit hídrico totais em cada estágio e ciclo da cultura da Soja nas safras (cen. futuro), com semeadura em outubro e novembro, estimados pelos modelos de B.H.

simul.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	série		
ESTÁDIO	d	defte	defte	defte	defte	defte	defte	defte	defte	defte	defte	média	
						(mm)							
SOJA semeadura: outubro							BHT						
Se-Em	7	2.1	4.1	0.5	0.5	0.5	6.0	0.4	0.1	1.2	0.6	1.6	
Em-V2	7	0.2	3.1	0.5	1.5	5.0	1.3	1.0	4.6	2.9	7.0	2.7	
V2-R1	31	30.0	47.8	17.7	33.1	52.2	136.3	45.1	40.0	38.4	28.7	46.9	
R1-R5	31	67.9	57.1	98.0	147.8	96.5	200.7	87.7	150.0	88.8	169.7	116.4	
R5-R7	26	61.4	98.4	75.2	85.6	112.1	164.7	97.4	113.5	117.8	73.9	100.0	
total	102	161.6	210.5	192.0	268.5	266.3	508.9	231.6	308.2	249.0	279.9	267.7	
SOJA semeadura: outubro							BHM						
Se-Em	7	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	
Em-V2	7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.5	
V2-R1	31	22.1	35.8	2.6	24.1	49.7	132.2	32.6	31.2	15.0	13.2	35.8	
R1-R5	31	56.9	38.8	85.1	134.1	75.8	202.0	75.1	139.0	80.1	155.8	104.3	
R5-R7	26	50.6	82.3	68.4	80.5	110.2	143.8	95.7	97.6	96.3	67.2	89.3	
total	102	129.6	157.5	156.1	238.8	237.5	483.0	203.3	267.8	191.4	239.0	230.4	
SOJA semedura: outubro							BHB						
Se-Em	7	2.8	11.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	6.9	0.0	2.9	
Em-V2	7	0.0	1.5	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	4.4	5.8	11.9	2.8	
V2-R1	31	15.3	69.8	0.6	36.1	52.6	147.9	47.8	24.4	22.5	42.9	46.0	
R1-R5	31	63.9	55.1	159.8	218.4	155.0	245.1	76.7	216.6	161.9	180.6	153.3	
R5-R7	26	117.6	159.1	122.0	67.3	163.4	159.9	143.0	173.5	138.4	78.0	132.2	
total	102	199.6	296.5	282.4	321.8	375.4	561.2	267.5	418.9	335.5	313.5	337.2	
SOJA semeadura: novembro							BHT						
Se-Em	7	3.2	4.8	0.4	0.0	0.3	16.3	3.9	0.8	0.7	0.6	3.1	
Em-V2	8	0.9	1.8	2.5	3.4	4.3	10.5	1.2	7.9	2.1	1.3	3.6	
V2-R1	31	36.4	31.9	43.9	55.7	55.8	127.3	56.5	85.8	38.8	101.1	63.3	
R1-R5	30	68.4	145.3	95.2	75.4	110.7	166.7	98.1	107.1	110.0	66.0	104.3	
R5-R7	22	57.7	73.2	49.4	54.4	80.0	58.4	56.8	90.9	49.1	96.3	66.6	
total	98	166.6	256.9	191.4	188.9	251.1	379.2	216.6	292.5	200.7	265.2	240.9	
SOJA semeadura: novembro							BHM						
Se-Em	7	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	
Em-V2	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	1.6	6.8	0.0	0.0	1.7	
V2-R1	31	25.1	14.6	28.9	46.8	47.3	127.2	38.1	86.0	24.0	80.2	51.8	
R1-R5	30	48.0	139.1	89.8	67.9	105.8	147.3	92.7	90.5	85.1	57.0	92.3	
R5-R7	22	47.6	62.5	41.0	41.7	73.1	49.2	51.3	82.7	46.8	90.0	58.6	
total	98	121.3	217.6	159.7	156.4	226.2	346.0	183.8	266.0	155.9	227.1	206.0	
SOJA semedura: novembro							BHB						
Se-Em	7	4.4	10.5	0.0	0.3	0.0	14.7	8.7	0.0	0.0	0.0	3.9	
Em-V2	8	0.0	0.0	0.0	3.0	14.5	7.6	2.1	10.6	0.0	0.0	3.8	
V2-R1	31	38.1	12.0	96.3	131.1	76.4	149.0	43.2	131.2	81.8	110.5	87.0	
R1-R5	30	100.0	198.1	136.1	65.6	171.3	174.7	157.0	178.2	124.0	61.6	136.7	
R5-R7	22	53.7	62.5	50.5	50.2	92.3	83.3	69.1	92.7	62.2	93.3	71.0	
total	98	196.1	283.2	282.9	250.2	354.5	429.2	280.0	412.7	268.1	265.5	302.2	

defte = magnitude total de déficit hídrico em cada estágio (cen. futuro)



TABELA 73. Percentuais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura do Milho, para o cenário futuro nas duas épocas de semeaduras.

simul. ESTÁDIO	1 Tpe	2 Tpe	3 Tpe	4 Tpe	5 Tpe	6 Tpe (%)	7 Tpe	8 Tpe	9 Tpe	10 Tpe	série média
MILHO semeadura: outubro						----	BHT	----			
Se-Em	7	85.7	100.0	42.9	42.9	57.1	42.9	14.3	57.1	57.1	54.3
Em-30d	22	31.8	54.5	40.9	50.0	45.5	86.4	36.4	54.5	63.6	77.3
30d-Pe	23	56.5	65.2	47.8	87.0	73.9	91.3	60.9	87.0	65.2	69.6
Pe-Ml	20	70.0	75.0	75.0	70.0	70.0	90.0	75.0	80.0	70.0	90.0
Ml-Mf	26	73.1	76.9	73.1	65.4	80.8	92.3	80.8	84.6	84.6	73.1
total	98	60.2	70.4	58.2	66.3	66.3	87.8	62.2	72.4	70.4	75.5
MILHO semeadura: outubro						----	BHM	----			
Se-Em	7	0.0	14.3	0.0	0.0	42.9	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
Em-30d	22	0.0	4.5	0.0	4.5	9.1	27.3	0.0	0.0	9.1	6.4
30d-Pe	23	17.4	26.1	4.3	39.1	43.5	78.3	21.7	39.1	13.0	34.8
Pe-Ml	20	40.0	30.0	40.0	35.0	15.0	80.0	35.0	60.0	45.0	75.0
Ml-Mf	26	34.6	42.3	38.5	42.3	65.4	80.8	69.2	57.7	46.2	57.7
total	98	21.4	25.5	19.4	28.6	32.7	65.3	30.6	36.7	26.5	40.8
MILHO semedura: outubro						----	BHB	----			
Se-Em	7	14.3	100.0	0.0	0.0	57.1	0.0	0.0	71.4	0.0	24.3
Em-30d	22	0.0	4.5	0.0	0.0	4.5	40.9	0.0	0.0	13.6	22.7
30d-Pe	23	0.0	34.8	0.0	26.1	30.4	91.3	13.0	39.1	8.7	17.4
Pe-Ml	20	35.0	15.0	80.0	80.0	50.0	75.0	20.0	80.0	70.0	80.0
Ml-Mf	26	46.2	53.8	46.2	38.5	76.9	80.8	80.8	88.5	84.6	53.8
total	98	20.4	33.7	28.6	32.7	38.8	71.4	28.6	49.0	46.9	39.8
MILHO semeadura: novembro						----	BHT	----			
Se-Em	7	85.7	100.0	28.6	0.0	28.6	100.0	100.0	57.1	42.9	42.9
Em-30d	22	54.5	50.0	68.2	72.7	72.7	86.4	40.9	81.8	59.1	77.3
30d-Pe	24	58.3	62.5	62.5	58.3	75.0	91.7	66.7	83.3	66.7	70.8
Pe-Ml	19	57.9	89.5	84.2	63.2	78.9	78.9	63.2	73.7	73.7	68.4
Ml-Mf	23	73.9	73.9	82.6	56.5	78.3	78.3	78.3	65.2	69.6	69.6
total	95	63.2	70.5	70.5	57.9	72.6	85.3	65.3	74.7	65.3	69.5
MILHO semeadura: novembro						----	BHM	----			
Se-Em	7	14.3	14.3	0.0	0.0	85.7	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4
Em-30d	22	13.6	0.0	13.6	18.2	4.5	63.6	4.5	36.4	13.6	22.7
30d-Pe	24	16.7	12.5	20.8	37.5	33.3	62.5	25.0	41.7	16.7	33.3
Pe-Ml	19	31.6	68.4	57.9	31.6	73.7	52.6	47.4	42.1	47.4	42.1
Ml-Mf	23	26.1	56.5	47.8	26.1	47.8	47.8	47.8	43.5	43.5	43.5
total	95	21.1	31.6	31.6	26.3	35.8	58.9	28.4	37.9	27.4	32.6
MILHO semedura: novembro						----	BHB	----			
Se-Em	7	28.6	100.0	0.0	14.3	0.0	100.0	85.7	0.0	0.0	32.9
Em-30d	22	0.0	0.0	13.6	45.5	31.8	63.6	4.5	45.5	18.2	36.4
30d-Pe	24	8.3	0.0	54.2	50.0	33.3	62.5	37.5	83.3	45.8	45.8
Pe-Ml	19	57.9	89.5	52.6	5.3	68.4	57.9	57.9	78.9	63.2	42.1
Ml-Mf	23	26.1	47.8	47.8	13.0	65.2	65.2	47.8	52.2	30.4	43.5
total	95	22.1	36.8	38.9	28.4	45.3	65.3	40.0	60.0	35.8	38.9

Tpe = número relativo de dias com déficit hídrico/estádio (cenário futuro)

TABELA 74. Magnitudes médias de déficit hídrico em cada estágio do ciclo da cultura do Milho, para o cenário futuro nas duas épocas de semeadura.

simul.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	série	
ESTÁDIO	defme	defme	defme	defme	defme	defme	defme	defme	defme	defme	média	
	(mm/dia)											
MILHO semeadura: outubro						----	BHT	----				
Se-Em 7	0.17	0.34	0.03	0.04	0.03	0.66	0.04	0.01	0.09	0.05	0.15	
Em-30d 22	0.10	0.15	0.09	0.17	0.16	0.75	0.09	0.14	0.31	0.30	0.23	
30d-Pe 23	0.50	0.67	0.27	1.30	1.44	2.80	0.59	1.64	0.56	0.73	1.05	
Pe-Ml 20	1.32	1.11	1.82	1.28	0.87	3.65	1.61	2.16	1.46	3.79	1.91	
Ml-Mf 26	1.36	1.38	1.13	1.79	2.69	5.63	2.60	3.01	2.73	2.10	2.44	
total 98	0.78	0.81	0.76	1.08	1.27	3.11	1.18	1.66	1.23	1.57	1.35	
MILHO semeadura: outubro						----	BHM	----				
Se-Em 7	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
Em-30d 22	0.00	0.03	0.00	0.07	0.03	0.75	0.00	0.00	0.10	0.04	0.10	
30d-Pe 23	0.45	0.67	0.07	1.55	1.90	3.47	0.40	1.96	0.26	0.63	1.14	
Pe-Ml 20	1.82	1.13	1.96	1.46	0.22	4.54	1.60	2.85	1.59	3.95	2.11	
Ml-Mf 26	1.23	1.47	1.27	2.20	3.57	5.82	3.21	3.30	2.63	2.51	2.72	
total 98	0.80	0.78	0.75	1.26	1.45	3.51	1.27	1.92	1.11	1.63	1.45	
MILHO semeadura: outubro						----	BHB	----				
Se-Em 7	0.15	1.33	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	0.00	0.80	0.00	0.34	
Em-30d 22	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	0.00	0.17	0.31	0.16	
30d-Pe 23	0.00	1.03	0.00	1.48	1.79	4.59	0.44	1.95	0.30	0.27	1.18	
Pe-Ml 20	2.17	0.71	5.28	4.97	2.67	5.37	0.92	5.32	4.42	5.11	3.69	
Ml-Mf 26	2.99	3.32	2.68	3.27	5.75	6.51	5.12	5.68	4.81	3.13	4.33	
total 98	1.25	1.37	1.79	2.23	2.49	4.23	1.65	3.05	2.34	2.00	2.24	
MILHO semeadura: novembro						----	BHT	----				
Se-Em 7	0.24	0.41	0.02	0.00	0.02	1.86	0.35	0.06	0.05	0.04	0.31	
Em-30d 22	0.27	0.15	0.33	0.38	0.29	1.19	0.16	0.58	0.33	0.61	0.43	
30d-Pe 24	0.56	0.47	0.67	1.27	1.27	2.91	0.77	1.18	0.62	1.19	1.09	
Pe-Ml 19	1.19	3.33	1.75	1.22	2.41	3.37	1.72	1.49	2.34	1.98	2.08	
Ml-Mf 23	1.28	3.44	1.45	0.75	2.37	1.64	1.29	1.68	1.12	1.38	1.64	
total 95	0.77	1.68	0.95	0.83	1.45	2.22	0.91	1.14	0.97	1.17	1.21	
MILHO semeadura: novembro						----	BHM	----				
Se-Em 7	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	
Em-30d 22	0.22	0.00	0.32	0.26	0.10	1.53	0.06	0.60	0.31	0.40	0.38	
30d-Pe 24	0.47	0.23	0.65	1.64	1.24	3.38	0.73	1.26	0.34	0.87	1.08	
Pe-Ml 19	1.25	3.61	2.18	1.00	2.83	3.11	2.24	1.79	2.53	2.26	2.28	
Ml-Mf 23	1.07	3.68	1.72	0.84	2.56	2.02	1.56	2.16	1.36	1.75	1.87	
total 95	0.68	1.68	1.09	0.88	1.52	2.45	1.02	1.34	0.99	1.19	1.28	
MILHO semeadura: novembro						----	BHB	----				
Se-Em 7	0.36	1.34	0.00	0.04	0.00	1.97	1.15	0.00	0.00	0.00	0.49	
Em-30d 22	0.00	0.00	0.42	1.27	0.62	1.81	0.07	0.98	0.48	0.82	0.65	
30d-Pe 24	0.40	0.00	2.25	2.96	1.73	3.94	1.58	3.85	1.98	1.54	2.02	
Pe-Ml 19	3.83	6.49	3.33	0.14	4.59	3.38	3.71	5.01	3.45	2.44	3.64	
Ml-Mf 23	1.48	3.59	1.71	0.53	4.37	4.08	2.85	2.72	1.44	2.80	2.56	
total 95	1.25	2.27	1.74	1.20	2.56	3.22	1.93	2.86	1.65	1.74	2.04	

defme = magnitude média de déficit hídrico em cada estágio (cen. futuro)

TABELA 75. Percentuais de dias com déficit hídrico em cada estágio e ciclo da cultura da Soja, para o cenário futuro nas duas épocas de semeaduras.

simul.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	série	
ESTÁDIO d	Tpe	Tpe	Tpe	Tpe	Tpe	Tpe	Tpe	Tpe	Tpe	Tpe	Tpe média	
(dias)												
SOJA semeadura: outubro												
Se-Em	7	85.7	100.0	57.1	42.9	57.1	71.4	42.9	14.3	71.4	57.1	60.0
Em-V2	7	14.3	71.4	28.6	71.4	100.0	57.1	42.9	100.0	71.4	100.0	65.7
V2-R1	31	58.1	67.7	58.1	67.7	58.1	93.5	64.5	64.5	67.7	61.3	66.1
R1-R5	31	71.0	67.7	77.4	87.1	71.0	93.5	74.2	87.1	74.2	93.5	79.7
R5-R7	26	57.7	76.9	80.8	61.5	80.8	84.6	73.1	84.6	84.6	65.4	75.0
total	102	60.8	72.5	67.6	70.6	70.6	87.3	66.7	75.5	74.5	74.5	72.1
SOJA semeadura: outubro												
Se-Em	7	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	42.9	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
Em-V2	7	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	4.3
V2-R1	31	19.4	35.5	9.7	25.8	35.5	74.2	29.0	19.4	22.6	19.4	29.0
R1-R5	31	38.7	35.5	45.2	61.3	45.2	83.9	41.9	71.0	51.6	80.6	55.5
R5-R7	26	50.0	53.8	57.7	42.3	73.1	65.4	61.5	57.7	61.5	46.2	56.9
total	102	30.4	36.3	31.4	37.3	44.1	67.6	37.3	42.2	38.2	44.1	40.9
SOJA semedura: outubro												
Se-Em	7	28.6	100.0	0.0	0.0	0.0	57.1	0.0	0.0	71.4	0.0	25.7
Em-V2	7	0.0	14.3	0.0	0.0	28.6	0.0	0.0	42.9	57.1	85.7	22.9
V2-R1	31	9.7	45.2	3.2	22.6	32.3	87.1	32.3	12.9	22.6	32.3	30.0
R1-R5	31	25.8	29.0	77.4	90.3	67.7	87.1	45.2	87.1	77.4	77.4	66.5
R5-R7	26	57.7	73.1	61.5	26.9	73.1	69.2	65.4	88.5	76.9	42.3	63.5
total	102	27.5	49.0	40.2	41.2	51.0	74.5	40.2	55.9	58.8	50.0	48.8
SOJA semeadura: novembro												
Se-Em	7	85.7	100.0	28.6	14.3	42.9	100.0	100.0	57.1	42.9	42.9	61.4
Em-V2	8	25.0	50.0	50.0	75.0	75.0	62.5	12.5	100.0	37.5	37.5	52.5
V2-R1	31	67.7	67.7	67.7	74.2	74.2	93.5	77.4	87.1	67.7	93.5	77.1
R1-R5	30	70.0	83.3	83.3	63.3	76.7	86.7	80.0	80.0	80.0	56.7	76.0
R5-R7	22	81.8	77.3	72.7	63.6	72.7	72.7	68.2	77.3	68.2	90.9	74.5
total	98	69.4	75.5	69.4	64.3	72.4	84.7	72.4	81.6	67.3	73.5	73.1
SOJA semeadura: novembro												
Se-Em	7	14.3	14.3	0.0	0.0	0.0	85.7	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4
Em-V2	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	12.5	37.5	0.0	0.0	8.8
V2-R1	31	25.8	19.4	25.8	48.4	35.5	74.2	29.0	67.7	32.3	74.2	43.2
R1-R5	30	46.7	66.7	66.7	40.0	70.0	70.0	60.0	50.0	46.7	33.3	55.0
R5-R7	22	50.0	40.9	45.5	31.8	45.5	45.5	45.5	63.6	45.5	68.2	48.2
total	98	34.7	36.7	38.8	34.7	42.9	64.3	38.8	54.1	34.7	49.0	42.9
SOJA semedura: novembro												
Se-Em	7	28.6	100.0	0.0	14.3	0.0	100.0	85.7	0.0	0.0	0.0	32.9
Em-V2	8	0.0	0.0	0.0	25.0	75.0	37.5	12.5	62.5	0.0	0.0	21.3
V2-R1	31	19.4	9.7	61.3	77.4	41.9	77.4	35.5	77.4	61.3	77.4	53.9
R1-R5	30	46.7	80.0	63.3	30.0	66.7	73.3	70.0	83.3	63.3	30.0	60.7
R5-R7	22	36.4	45.5	45.5	27.3	54.5	59.1	45.5	63.6	45.5	59.1	48.2
total	98	30.6	44.9	49.0	42.9	52.0	70.4	50.0	69.4	49.0	46.9	50.5

Tpe = percentagem dias com déficit hídrico em cada estágio

TABELA 76. Magnitudes médias de déficit hídrico em cada estágio do ciclo da cultura da Soja, para o cenário futuro nas duas épocas de semeadura.

simul. ESTÁDIO	1 defe	2 defe	3 defe	4 defe	5 defe	6 defe	7 defe	8 defe	9 defe	10 defe	série média
SOJA semeadura: outubro						BHT					
Se-Em	7 0.30	0.58	0.08	0.07	0.07	0.85	0.06	0.02	0.17	0.09	0.23
Em-V2	7 0.03	0.45	0.07	0.22	0.71	0.18	0.14	0.65	0.42	1.00	0.39
V2-R1	31 0.97	1.54	0.57	1.07	1.68	4.40	1.46	1.29	1.24	0.93	1.51
R1-R5	31 2.19	1.84	3.16	4.77	3.11	6.47	2.83	4.84	2.86	5.47	3.76
R5-R7	26 2.36	3.79	2.89	3.29	4.31	6.34	3.75	4.37	4.53	2.84	3.85
total	102 1.58	2.06	1.88	2.63	2.61	4.99	2.27	3.02	2.44	2.74	2.62
SOJA semeadura: outubro						BHM					
Se-Em	7 0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
Em-V2	7 0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.07
V2-R1	31 0.71	1.15	0.08	0.78	1.60	4.26	1.05	1.01	0.48	0.43	1.16
R1-R5	31 1.84	1.25	2.75	4.33	2.44	6.52	2.42	4.48	2.58	5.03	3.36
R5-R7	26 1.95	3.17	2.63	3.10	4.24	5.53	3.68	3.76	3.70	2.58	3.43
total	102 1.27	1.54	1.53	2.34	2.33	4.73	1.99	2.63	1.88	2.34	2.26
SOJA semedura: outubro						BHB					
Se-Em	7 0.40	1.57	0.00	0.00	0.00	1.19	0.00	0.00	0.99	0.00	0.42
Em-V2	7 0.00	0.22	0.00	0.00	0.62	0.00	0.00	0.63	0.83	1.70	0.40
V2-R1	31 0.49	2.25	0.02	1.16	1.70	4.77	1.54	0.79	0.73	1.38	1.48
R1-R5	31 2.06	1.78	5.16	7.04	5.00	7.91	2.48	6.99	5.22	5.83	4.95
R5-R7	26 4.52	6.12	4.69	2.59	6.29	6.15	5.50	6.67	5.32	3.00	5.09
total	102 1.96	2.91	2.77	3.15	3.68	5.50	2.62	4.11	3.29	3.07	3.31
SOJA semeadura: novembro						BHT					
Se-Em	7 0.46	0.68	0.05	0.01	0.04	2.33	0.56	0.12	0.09	0.08	0.44
Em-V2	8 0.11	0.22	0.31	0.43	0.54	1.31	0.15	0.98	0.26	0.17	0.45
V2-R1	31 1.17	1.03	1.42	1.80	1.80	4.11	1.82	2.77	1.25	3.26	2.04
R1-R5	30 2.28	4.84	3.17	2.51	3.69	5.56	3.27	3.57	3.67	2.20	3.48
R5-R7	22 2.62	3.33	2.25	2.47	3.64	2.65	2.58	4.13	2.23	4.38	3.03
total	98 1.70	2.62	1.95	1.93	2.56	3.87	2.21	2.98	2.05	2.71	2.46
SOJA semeadura: novembro						BHM					
Se-Em	7 0.09	0.21	0.00	0.00	0.00	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
Em-V2	8 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	0.21	0.84	0.00	0.00	0.22
V2-R1	31 0.81	0.47	0.93	1.51	1.53	4.10	1.23	2.78	0.77	2.59	1.67
R1-R5	30 1.60	4.64	2.99	2.26	3.53	4.91	3.09	3.02	2.84	1.90	3.08
R5-R7	22 2.16	2.84	1.86	1.89	3.32	2.24	2.33	3.76	2.13	4.09	2.66
total	98 1.24	2.22	1.63	1.60	2.31	3.53	1.88	2.71	1.59	2.32	2.10
SOJA semedura: novembro						BHB					
Se-Em	7 0.63	1.51	0.00	0.04	0.00	2.09	1.24	0.00	0.00	0.00	0.55
Em-V2	8 0.00	0.00	0.00	0.38	1.81	0.94	0.26	1.32	0.00	0.00	0.47
V2-R1	31 1.23	0.39	3.11	4.23	2.46	4.81	1.39	4.23	2.64	3.57	2.81
R1-R5	30 3.33	6.60	4.54	2.19	5.71	5.82	5.23	5.94	4.13	2.05	4.56
R5-R7	22 2.44	2.84	2.30	2.28	4.19	3.79	3.14	4.22	2.83	4.24	3.23
total	98 2.00	2.89	2.89	2.55	3.62	4.38	2.86	4.21	2.74	2.71	3.08

defe = magnitude média de déficit hídrico em cada estágio (Cenário futuro)