

BALANÇO HÍDRICO AGRO-CLIMÁTICO PARA LAGES-SC

AGRO-CLIMATIC WATER BALANCE FOR LAGES-SC

Célio Orli Cardoso¹; Mário Nestor Ullmann²; Evandro Luis Eberhardt³

Recebido em: 12/05/2003. Aprovado em: 31/03/2004.

RESUMO

O objetivo foi determinar os períodos hídricos críticos para a exploração agrícola na região do planalto catarinense, visando obter informações para subsidiar as tomadas de decisões no planejamento agrícola regional, principalmente na definição de épocas de semeadura e manejo da irrigação, mediante o cotejo do balanço hídrico (BH) do solo. O BH foi simulado para quatro capacidades de armazenamento de água (CADs) no solo (25, 50, 75 e 100 mm), mediante o uso do modelo modificado (BHM) proposto por BRAGA e para uma série longa de registros meteorológicos (20 anos), o que permitiu a análise de "longo-período" com obtenção das funções de probabilidade cumulativa. Os dados usados nas simulações foram CAD do solo e registros diários das variáveis meteorológicas da região que foram obtidos junto ao CLIMERH. As análises estatísticas foram realizadas no setor de meteorologia agrícola do CAV/UDESC-Lages. Observou-se que a demanda evapotranspirativa seguiu o curso da radiação solar apresentando um valor máximo (média de 20 anos) de 4,7 mm dia⁻¹ em dezembro e um valor mínimo de 1,6 mm dia⁻¹ em junho (estimados pelo método de Penman), e os valores médios de chuva observados foram maiores nos meses de janeiro, fevereiro, setembro e outubro. Os valores médios de déficits hídricos foram praticamente desprezíveis para as CADs de 100 e 75 mm de água no solo (médias inferiores a 3 mm decêndio⁻¹), aumentando consideravelmente para uma CAD de 25 mm de água no solo, sendo que, neste caso, observou-se um valor total máximo (média de 20 anos) de 15,6 mm decêndio⁻¹ no 3º decêndio de dezembro e valores mínimos próximo a zero nos decêndios do mês de junho, quando a demanda evapotranspirativa é bem menor que às chuvas do período. Cabe salientar que, em um mesmo período, foram observados em determinados anos isolados valores altos de déficit hídrico

e em outros anos num mesmo período valores altos de excesso hídrico, devido a grande variabilidade das chuvas.

PALAVRAS-CHAVE: balanço hídrico, déficit hídrico, excesso hídrico.

SUMMARY

This research had as objective to determine the critical water periods for the agricultural exploration in the Santa Catarina Plateau, aimed link information to subsidize the decision takings in regional agricultural planning, mainly in the definition of sowing periods and irrigation management, by comparing the water balance (BH) of the soil. BH was simulated for four water storage capacities (CADs) in soil (25, 50, 75 and 100 mm), using the modified model (BHM) proposed by BRAGA and a long series of meteorological data (20 years), which allowed the long-time analysis, and obtaining of the probability functions. The data used in simulations were CAD of the soil and daily registrations of the meteorological variables in the area, which were obtained in CLIMERH. Statistical analyses were accomplished in agrometeorology section of CAV/UDESC-Lages. It was observed that the evapotranspiration demand followed the solar radiation course presenting a maximum value (average of 20 years) of 4,7 mm day⁻¹ in December, and minimum value of 1,6 mm day⁻¹ in June (obtained by Penman's method), and the observed medium values of rainfall were larger in the months of January, February, September and October. The water deficits values were practically worthless for 100 and 75 mm CADs of water in soil (inferior averages at 3 mm decenday⁻¹), increasing considerably with CAD of 25 mm of water in soil, and in this case, a maximum total value was observed (average of 20 years) of 15,6 mm decenday⁻¹ on 3th

¹ Orientador, Professor do Departamento de Engenharia Rural – Centro de Ciências Agroveterinárias, Av. Luiz de Camões, 2090 - CEP 88520-000 - Lages - SC.

² Professor do Departamento de Engenharia Rural - CAV/UDESC.

³ Acadêmico do Curso de Agronomia – CAV/UDESC, bolsista de iniciação científica do PIBIC/CNPq.

decenday of December, and minimum values near to zero in June, where the evapotranspiration demand was smaller than the rainfalls in the period. It was observed that, in the same period, there were excessive values of water deficit, in certain isolated periods, and, in another years, the was water excess, due to great variability of the rainfall.

KEY WORDS: water balance, water déficit, water excess.

INTRODUÇÃO

A importância agrícola e econômica do conhecimento das várias situações de condições hídricas que poderão surgir no planejamento dos cultivos pode ser quantificada e analisada, utilizando-se a metodologia do balanço hídrico no solo agricultável. É na base de tal conhecimento que a probabilidade de sucesso na produção agrícola pode ser determinada, dada sua alta dependência do fator água. Decisões com respeito ao requerimento de irrigação, técnicas culturais para conservação da umidade, estudos das aptidões agro-climáticas 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 mediante o cotejo do balanço hídrico.

Segundo Almeida (1993), de todos os elementos do clima, a precipitação é um dos que mais afeta a produção agrícola, em face de 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 no solo para uso das plantas. É necessário considerar também o processo oposto, ou seja, a perda de água do solo para a atmosfera devido a evapotranspiração, fazendo-se o balanço hídrico da água no solo.

O balanço hídrico é, portanto, o método que contabiliza a quantidade de entrada e saída de água no reservatório solo mediante o conhecimento de seus componentes em todas as fases de uma cultura. Segundo a FAO (1990), os estudos de balanço hídrico são úteis para caracterizar o clima de uma região ou área e tornam-se fundamentais na etapa de planejamento e definição de prioridades agrícolas e na formulação de projetos de pesquisa.

Destarte, o conhecimento de todos os compo-

entes 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 (CAMARGO, 1987) e contribuir nas tomadas de decisões para um planejamento agrícola baseado nas reais aptidões da região para as culturas agrícolas a serem exploradas.

Segundo Braga (1982), o balanço hídrico (BH) consiste em um somatório 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 são fundamentados na lei da conservação das massas, representados simbolicamente pela equação hidrológica da continuidade (DORFMAN, 1977), apresentando simplificações e considerações próprias, e não esgotam as possibilidades de estudo.

O balanço hídrico de uma cultura e 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 depende, sempre, da combinação dos fatores inerentes aos três segmentos (solo-planta-atmosfera).

A quantidade máxima de água disponível para ser absorvida pelas culturas (CAD) depende da estrutura e da textura do solo. Dessa forma, para efeito de processamento nos modelos de balanço hídricos, a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha (PM) são praticamente constantes 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 (FAO, 1990).

As culturas principais da região são hortaliças, feijão, milho e frutíferas, as quais dependem das condições pluviométricas para suprimento de suas demandas hídricas. Isto acarreta com certa frequência perdas de produtividade (CNEC, 1983).

O objetivo foi determinar os períodos hídricos críticos para a exploração agrícola na região do planalto catarinense, mediante o cotejo do balanço hídrico (BH) para uma série longa de dados meteorológicos (20 anos, 1982-2001), em diferentes capacidades de

armazenamento de água no solo (25, 50, 75 e 100 mm) para as principais culturas economicamente exploradas na região e proceder à análise de frequências da ocorrência e magnitude de déficit e excesso hídrico no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

a) Características da área de estudo: A região de enclave deste estudo tem como ponto central o município de Lages, localizada na região do Planalto Serrano do Estado de Santa Catarina, com coordenadas geográficas iguais à 27° 49' de latitude sul e 50° 40' de longitude oeste, aproximadamente, fazendo parte da bacia do Rio Caveiras e da Região Hidrográfica RH-4.

O relevo varia de suavemente ondulado a ondulado, os solos são fracos, muito ácidos, pouco profundos ou pedregosos, aptos para reflorestamento, pastagens ou apenas reserva natural e em algumas áreas com pequenas lavouras de culturas anuais, principalmente de feijão e milho. A predominância de extensos planaltos e colinas contribui na ação das massas de ar.

Os fatores geográficos e climáticos favorecem uma distribuição pluviométrica aproximadamente uniforme, com poucas diferenças entre os meses mais chuvosos e mais secos. Os valores médios de totais precipitados situam-se entre 1200 a 1900 mm anuais (EMPRESA, 1987).

A temperatura apresenta uma média variando entre 16 e 20° C. O mês mais frio é julho, podendo ocorrer temperaturas negativas. Em síntese, o clima é temperado com mudanças bruscas devido as frequentes invasões de massas polares. Segundo a classificação de KÖEPPEN, o clima é do tipo Cfb, que corresponde ao clima temperado com verão fresco; em que a temperatura do mês mais quente é inferior a 22° C e do mês mais frio está entre 18 e -3° C (mesotérmico) sendo 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, 1983). As informações meteorológicas foram provenientes dos arquivos de registros diários da rede de estações meteorológicas do 8° Distrito de Meteorologia (INMET), obtidas junto ao CLIMERH/EPAGRI – Santa Catarina. Foram utilizados os dados de registros diários de precipitação, temperatura, radiação solar, umidade do ar e ventos de uma série histórica de 20 anos consecutivos, correspondentes ao período de 1982 a 2001.

Os anos que apresentaram observações incompletas, interrompidas, ou que apresentaram erros grosseiros foram preenchidos com o uso de correlações, valores médios e dados de outras estações existentes próximas ao local do estudo. A partir dos dados diários foram calculadas as médias diárias, e posteriormente foram estimadas as demais variáveis derivadas necessárias ao modelo utilizado, ou seja, àquelas que são estimadas através de equações empíricas ou físicas a partir dos parâmetros locais ou outras variáveis observadas e que são utilizadas no cálculo da evapotranspiração potencial calculados utilizando-se a fórmula de PENMAN, apresentada por DORFMAN (1977).

b) Descrição do método de balanço hídrico modificado (BHM): O modelo de balanço hídrico modificado do método de DOOREMBO e KASSAN (1979) consiste em um método de balanço diário seriado de água no solo, mediante a 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 (representada pela ETP), definida pela água disponível efetiva (AD).

O BHM baseia-se na 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 não ocorre déficit para esgotamento de água do solo menor que uma fração de água disponível, dada por p.CAD, em que p depende do tipo de cultivo e da ETP. O valor de ETP é calculado pelo método de Penman em função de dados meteorológicos e a evapotranspiração da cultura (ETr) é igual ou menor que ETP para armazenamento de água no solo maior ou menor que p.CAD, respectivamente. Desta forma, o esgotamento ou diminuição da água no solo segue um modelo retilíneo (VIEHMEYER e 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 e Mather (1955). Considera-se déficit hídrico a condição em que a disponibilidade de água na zona das raízes é insuficiente para promover o ótimo crescimento e desenvolvimento da planta.

Nas entradas de precipitação separou-se a fração que gera escoamento superficial, usando o método

“Curve Number” (SCS, 1972), sendo considerada apenas a fração da precipitação que abastece o reservatório-solo. Segundo Schwab et al. (1981), 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 perdida por drenagem ou percolação profunda.

O modelo foi codificado em linguagem de computador QUICK-BASIC para as simulações necessárias ao estudo proposto e os arquivos de entradas e saídas foram preparados no formato ASCII. As informações dos déficits e excessos hídricos geradas pelo programa desenvolvido foram submetidas a tratamento estatístico de frequências (probabilidades).

Pela análise dos resultados obtidos mediante o modelo de balanço hídrico modificado (BHM), obteve-se as frequências acumuladas, ou probabilidades empíricas, dos déficits e excessos hídricos para o local de estudo (sem cultura específica), por períodos decendiais, gerando-se assim os gráficos com as famílias de curvas de probabilidade acumuladas (funções de probabilidade acumulada). Desta forma, pode-se obter gráficos relacionando as intensidades de déficit e excesso hídricos esperados para o período decendial, nos 20 anos de estudo, para níveis de probabilidades acumuladas desejados.

As magnitudes dos déficits hídricos (ou excessos hídricos) foram computadas a partir do somatório dos valores diários dos dias deficitários ou com excessos (não consecutivos) nos decêndios, como forma de melhor se estudar suas severidades. As magnitudes de déficit e excesso hídricos de dias não consecutivos foram agrupados em ordem crescente e obtidas suas frequências acumuladas. Portanto, para cada período decendial de cada mês do calendário, foram determinadas as frequências e as probabilidades empíricas das magnitudes de déficits e excessos hídricos decendiais. Para a divisão dos decêndios foram adotados os seguintes critérios: Nos meses com 31 dias o 3º decêndio foi formado por um período de 11 dias (do 21º ao 31º dia, inclusive); Em fevereiro o 3º decêndio foi formado por um período de 8 dias ou 9 dias quando o ano for bissexto; nos meses com 30 dias o 3º decêndio foi formado com 10 dias. Desta forma cada ano continha 36 decêndios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As chuvas na região apresentaram grande vari-

abilidade em seus valores totais médios observados (Figura 1), sendo bem distribuídos ao longo do ano. As maiores lâminas de chuva concentraram-se nos meses de janeiro, fevereiro, setembro e outubro. Salienta-se que a variabilidade da chuva é ainda maior quando se considera um ano isolado na série de observações estudadas (dados não apresentados). Analisando a precipitação média ao longo do ano, observou-se que, na maioria dos decêndios, ocorreu a incidência de quantidade considerável de chuvas, porém, nem sempre, estas quantidades foram suficientes para suprir adequadamente a demanda hídrica das plantas, principalmente para uma condição de baixa quantidade de água disponível (CAD) no solo, como será visto a seguir.

A demanda evapotranspirativa, representada pelos valores médios decendiais de evapotranspiração potencial (ETP) estimada pela equação de Penman a partir das variáveis meteorológicas do local, seguiu a tendência da intensidade da radiação solar, com valores pouco superiores aos encontrados por Marques Jr et al. (1997), apresentando seus valores máximos no verão e mínimos no inverno (Figura 2), demonstrando sua grande dependência em relação à disponibilidade de energia para a realização do processo, que ficou condicionado apenas aos fatores atmosféricos, tais como, temperatura, umidade do ar e ventos.

A evapotranspiração real ou evapotranspiração do cultivo, que além dos fatores atmosférico, depende também da umidade do solo, apresentou, para as condições de alta capacidade de armazenamento de água no solo (100 mm e 75 mm de CAD), valores bastante próximos dos valores de ETP, com a mesma tendência de variação. No caso do solo com média e baixa capacidade de armazenamento de água (50 mm e 25 mm de CAD), verificou-se que os valores de ETr diferiram dos valores de ETP, principalmente nas épocas de maior demanda de evapotranspiração. Isto decorre do fato de que, com a baixa capacidade de armazenamento de umidade no solo, este não consegue manter ETr em níveis potenciais por muito tempo, reduzindo assim as taxas deste processo, resultando em déficits hídricos, podendo restringir o desenvolvimento das plantas exploradas nestas condições, caso ocorram durante os estádios de desenvolvimento críticos das plantas. Valores médios menores que 3 mm por decêndio de déficits hídricos foram observados para solos com capacidades de armazenamento de 100 e 75 mm de água no solo (Figura 3). Nas condições de 50 e 25 mm de CAD, principalmente nos períodos de maior demanda evapotranspirativa, os déficits hídricos foram expressi-

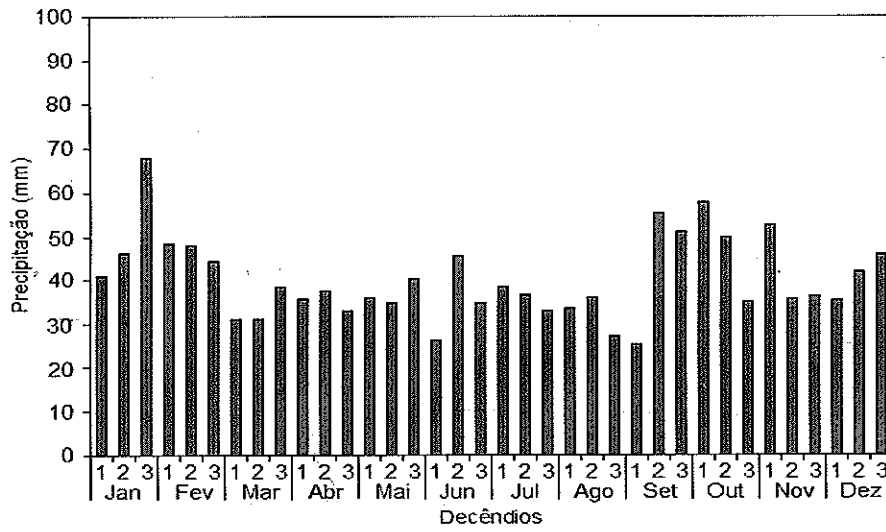


Figura 1. Precipitação total média decenal durante os 36 decênios do ano para Lages, SC (1982-2001).

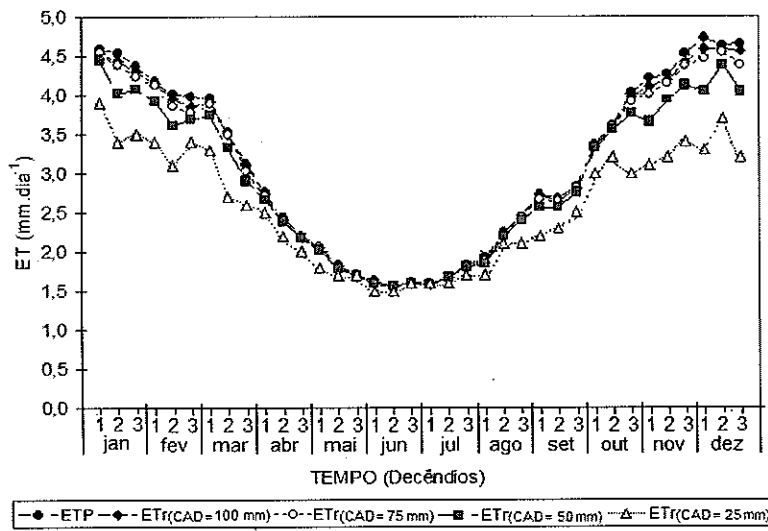


Figura 2. Médias decenais de evapotranspiração potencial e evapotranspiração real nas condições de CAD no solo, ao longo dos 36 decênios para Lages, SC.

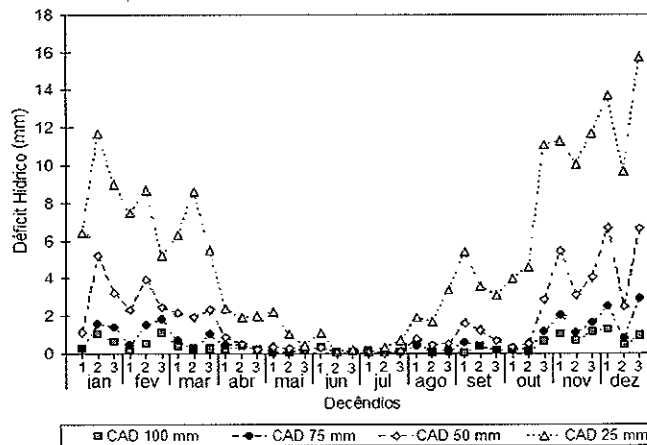


Figura 3. Déficit hídrico médio decenal (mm) nas condições de CAD no solo ao longo dos 36 decênios do ano para Lages, SC (1982-2001).

Tabela 1. Valores mínimos, médios e máximos decendiais de Déficit Hídrico nas condições de CAD no solo (100, 75, 50 e 25 mm) para Lages, SC, no período de 1982 a 2001.

Mês	Decên- dio	Déficit Hídrico (mm)											
		CAD 100 mm			CAD 75 mm			CAD 50 mm			CAD 25 mm		
		min	med	max	min	med	Max	min	med	max	min	med	max
Janeiro	1	0,0	0,2	4,0	0,0	0,2	4,0	0,0	1,1	11,6	0,0	6,4	32,4
	2	0,0	1,0	9,7	0,0	1,6	13,3	0,0	5,2	33,6	0,0	11,7	43,3
	3	0,0	0,6	6,2	0,0	1,4	10,9	0,0	3,2	28,8	0,0	9,0	43,8
Fevereiro	1	0,0	0,2	3,3	0,0	0,5	5,4	0,0	2,3	10,2	0,0	7,5	24,3
	2	0,0	0,5	3,6	0,0	1,5	12,2	0,0	3,9	26,4	0,0	8,7	40,8
	3	0,0	1,1	13,1	0,0	1,8	22,3	0,0	2,5	25,7	0,0	5,2	29,9
Março	1	0,0	0,4	2,9	0,0	0,7	7,5	0,0	2,1	20,5	0,0	6,3	35,1
	2	0,0	0,2	2,4	0,0	0,2	2,4	0,0	1,9	12,5	0,0	8,6	24,6
	3	0,0	0,2	2,9	0,0	1,0	10,8	0,0	2,3	14,1	0,0	5,5	27,4
Abril	1	0,0	0,2	3,4	0,0	0,4	7,4	0,0	0,8	16,1	0,0	2,4	22,0
	2	0,0	0,4	3,7	0,0	0,4	3,7	0,0	0,5	3,7	0,0	1,9	10,0
	3	0,0	0,2	2,1	0,0	0,2	2,1	0,0	0,2	2,1	0,0	2,0	12,4
Maio	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	4,2	0,0	2,2	8,1
	2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,8	0,0	0,3	3,7	0,0	1,0	9,9
	3	0,0	0,2	2,5	0,0	0,2	2,5	0,0	0,2	2,5	0,0	0,4	2,5
Junho	1	0,0	0,3	3,2	0,0	0,3	3,2	0,0	0,3	3,2	0,0	1,1	4,9
	2	0,0	0,1	1,0	0,0	0,1	1,0	0,0	0,1	1,0	0,0	0,1	1,0
	3	0,0	0,1	1,4	0,0	0,1	1,4	0,0	0,1	1,5	0,0	0,2	1,5
Julho	1	0,0	0,1	1,8	0,0	0,1	1,8	0,0	0,1	1,8	0,0	0,1	1,8
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	4,0
	3	0,0	0,1	0,8	0,0	0,1	0,8	0,0	0,1	1,1	0,0	0,7	6,9
Agosto	1	0,0	0,6	4,3	0,0	0,4	4,0	0,0	0,8	8,3	0,0	1,9	16,5
	2	0,0	0,1	1,0	0,0	0,2	2,1	0,0	0,4	4,8	0,0	1,7	13,5
	3	0,0	0,1	2,2	0,0	0,1	2,2	0,0	0,5	6,8	0,0	3,4	10,8
Setembro	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	10,3	0,0	1,6	16,7	0,0	5,4	33,0
	2	0,0	0,4	3,8	0,0	0,4	3,8	0,0	1,2	9,0	0,0	3,6	16,9
	3	0,0	0,1	2,7	0,0	0,1	2,7	0,0	0,7	10,8	0,0	3,1	24,2
Outubro	1	0,0	0,2	2,2	0,0	0,2	2,2	0,0	0,3	2,9	0,0	4,0	17,8
	2	0,0	0,1	1,5	0,0	0,2	1,5	0,0	0,5	4,6	0,0	4,6	19,3
	3	0,0	0,6	6,4	0,0	1,2	8,5	0,0	2,9	14,8	0,0	11,1	31,4
Novembro	1	0,0	1,0	10,4	0,0	2,0	15,7	0,0	5,5	27,2	0,0	11,3	38,8
	2	0,0	0,7	10,8	0,0	1,1	16,8	0,0	3,1	38,9	0,0	10,1	49,9
	3	0,0	1,1	8,2	0,0	1,6	12,8	0,0	4,1	23,7	0,0	11,7	46,5
Dezembro	1	0,0	1,2	16,6	0,0	2,5	23,4	0,0	6,7	35,9	0,0	13,7	43,7
	2	0,0	0,4	8,6	0,0	0,8	11,8	0,0	2,5	12,6	0,0	9,7	24,6
	3	0,0	0,9	10,4	0,0	2,9	29,4	0,0	6,7	39,2	0,0	15,7	56,5

vos, apresentando grande oscilação ao longo dos decêndios, chegando a 16 mm no 3º decêndio de dezembro. Os valores mínimos, máximos e médios dos déficits hídricos em cada decêndio são apresentados na Tabela 1. Em todos os decêndios e em todas as condições de CAD no solo, verificou-se que os valores mínimos de déficit hídrico foram nulos, demonstrando desta forma a grande variabilidade do regime de chuvas na região.

Na prática, isso resulta em grande variação na magnitude do déficit hídrico para as plantas, ou seja, em um ano pode ocorrer déficit hídrico expressivo e em outro ano déficit hídrico nulo, em uma mesma época. Observou-se também que os maiores valores de déficit hídricos ocorreram no mês de dezembro, e os menores nos meses de junho e julho.

Valores de excesso hídrico foram bastante próximos para um mesmo decêndio, independentemente dos valores de CAD no solo, apresentando uma grande variabilidade ao longo dos decêndios (Figura 4). O valor médio máximo de excesso hídrico ocorreu no 1º

decêndio de julho e o mínimo no 1º decêndio de dezembro, sendo seus valores máximos, mínimos e médios decendiais mostrados na Tabela 2. Estes valores confirmam a alta variabilidade das chuvas no local.

Nas figuras 5, 6, 7 e 8 relacionou-se as curvas de probabilidade cumulativa dos valores da magnitude de déficit e excesso hídricos decendiais nas distintas condições de CAD no solo para Lages – SC, no período de 1982 a 2001. A partir destas curvas pode-se obter os valores esperados destas variáveis para os níveis de probabilidade desejados.

Verificou-se que, para uma condição de 100 mm de capacidade de armazenamento de água no solo, a probabilidade de não ocorrer déficit hídrico foi superior a 70%, e que, em geral, nos poucos períodos de déficit hídrico ocorridos a intensidade foi de baixa magnitude (Figura 5).

Considerando o nível de 50% de probabilidade observou-se valores nulos de déficit hídrico em todos os decêndios do ano. Resultados semelhantes foram obtidos por Ullmann (1990) quando do cômputo do Ba-

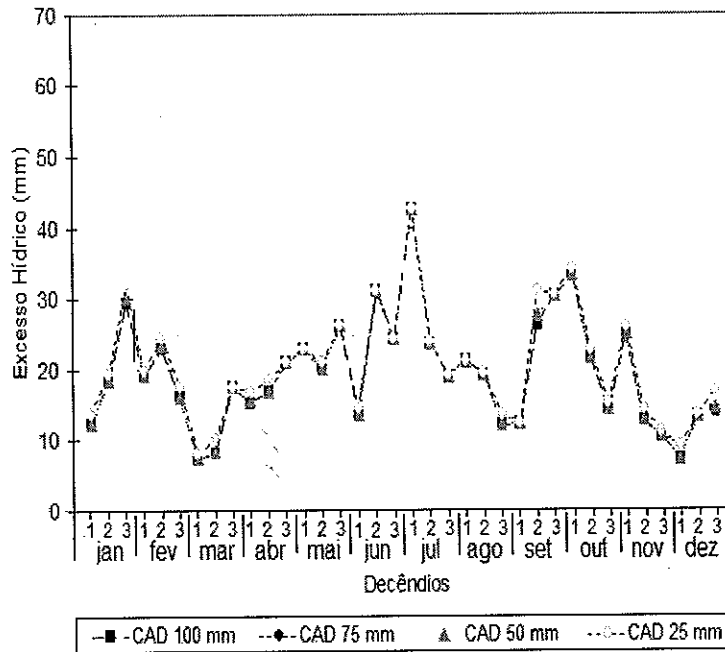


Figura 4. Excesso hídrico médio decenal (mm) ao longo dos 36 decênios do ano para Lages, SC (1982-2001).

Tabela 2. Valores mínimos, médios e máximos decenciais de Excesso Hídrico nas condições de CAD no solo (100, 75, 50 e 25 mm) para Lages, SC, no período de 1982 a 2001.

Mês	Decênio	Excesso Hídrico (mm)											
		CAD 100 mm			CAD 75 mm			CAD 50 mm			CAD 25 mm		
		min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max
Janeiro	1	0,0	12,2	54,7	0,0	12,2	54,7	0,0	12,3	54,6	0,0	13,7	54,7
	2	0,0	18,5	82,8	0,0	18,5	82,8	0,0	18,5	82,8	0,0	19,4	86,2
	3	0,0	29,5	121,1	0,0	29,6	121,1	0,0	30,1	121,0	0,0	31,9	121,1
Fevereiro	1	0,0	19,1	101,9	0,0	19,1	101,9	0,0	19,1	101,9	0,0	19,9	101,9
	2	0,0	22,8	107,3	0,0	22,8	107,3	0,0	23,3	107,3	0,0	24,4	107,3
	3	0,0	16,0	62,7	0,0	16,0	62,7	0,0	16,0	62,7	0,0	17,5	62,7
Março	1	0,0	7,3	24,6	0,0	7,3	24,6	0,0	7,4	24,5	0,0	7,9	30,5
	2	0,0	8,1	52,0	0,0	8,0	52,0	0,0	8,3	52,0	0,0	10,1	52,2
	3	0,0	17,4	65,4	0,0	17,4	65,4	0,0	17,4	65,5	0,0	17,4	65,4
Abril	1	0,0	15,1	56,1	0,0	15,1	56,1	0,0	15,6	56,1	0,0	16,8	56,1
	2	0,0	16,8	76,2	0,0	16,8	76,2	0,0	16,8	76,2	0,0	18,3	76,2
	3	0,0	20,9	92,7	0,0	20,9	92,7	0,0	20,9	92,8	0,0	20,9	92,8
Maio	1	0,0	22,9	91,8	0,0	22,9	91,8	0,0	22,9	91,8	0,0	22,9	91,8
	2	0,0	20,1	98,2	0,0	20,1	98,2	0,0	20,1	98,2	0,0	20,9	98,5
	3	0,0	26,1	124,4	0,0	26,1	124,4	0,0	26,1	124,4	0,0	26,1	124,4
Junho	1	0,0	13,6	61,5	0,0	13,6	61,5	0,0	13,6	61,6	0,0	14,3	61,5
	2	0,0	31,0	112,0	0,0	31,0	112,0	0,0	31,0	112,0	0,0	31,1	112,0
	3	0,0	24,2	69,8	0,0	24,2	69,8	0,0	24,2	69,8	0,0	24,2	69,8
Julho	1	0,0	42,6	130,9	0,0	42,6	130,9	0,0	42,6	130,9	0,0	42,6	130,9
	2	0,0	23,6	75,2	0,0	23,6	75,2	0,0	23,6	75,2	0,0	23,7	75,2
	3	0,0	19,0	138,6	0,0	19,0	138,6	0,0	19,0	138,6	0,0	19,0	138,6
Agosto	1	0,0	21,1	104,5	0,0	21,1	104,5	0,0	21,1	104,6	0,0	21,1	104,6
	2	0,0	19,2	96,1	0,0	19,2	96,1	0,0	19,2	96,1	0,0	19,3	96,1
	3	0,0	12,0	64,0	0,0	12,0	64,0	0,0	12,0	64,0	0,0	13,5	64,0
Setembro	1	0,0	12,2	44,5	0,0	12,2	44,5	0,0	12,2	44,5	0,0	12,3	44,5
	2	0,0	26,3	70,9	0,0	26,3	71,0	0,0	27,5	70,9	0,0	31,0	85,6
	3	0,0	30,3	61,4	0,0	30,3	61,4	0,0	30,3	61,4	0,0	30,5	61,4
Outubro	1	0,0	33,2	89,6	0,0	33,2	89,6	0,0	33,3	89,5	0,0	34,2	89,6
	2	0,0	21,5	71,9	0,0	21,5	71,9	0,0	21,5	71,9	0,0	22,7	71,9
	3	0,0	14,1	46,9	0,0	14,1	46,9	0,0	14,1	46,9	0,0	15,2	46,9
Novembro	1	0,0	24,8	71,8	0,0	24,8	71,8	0,0	25,0	71,8	0,0	26,0	72,0
	2	0,0	12,4	48,5	0,0	12,4	48,4	0,0	12,7	48,4	0,0	14,1	48,4
	3	0,0	10,4	31,5	0,0	10,4	31,5	0,0	10,4	31,5	0,0	11,0	31,5
Dezembro	1	0,0	7,2	37,7	0,0	7,2	37,7	0,0	7,2	37,8	0,0	8,9	37,7
	2	0,0	13,2	49,6	0,0	13,2	49,6	0,0	13,2	49,6	0,0	13,4	49,6
	3	0,0	13,7	57,4	0,0	13,7	57,4	0,0	14,3	57,4	0,0	16,8	57,4

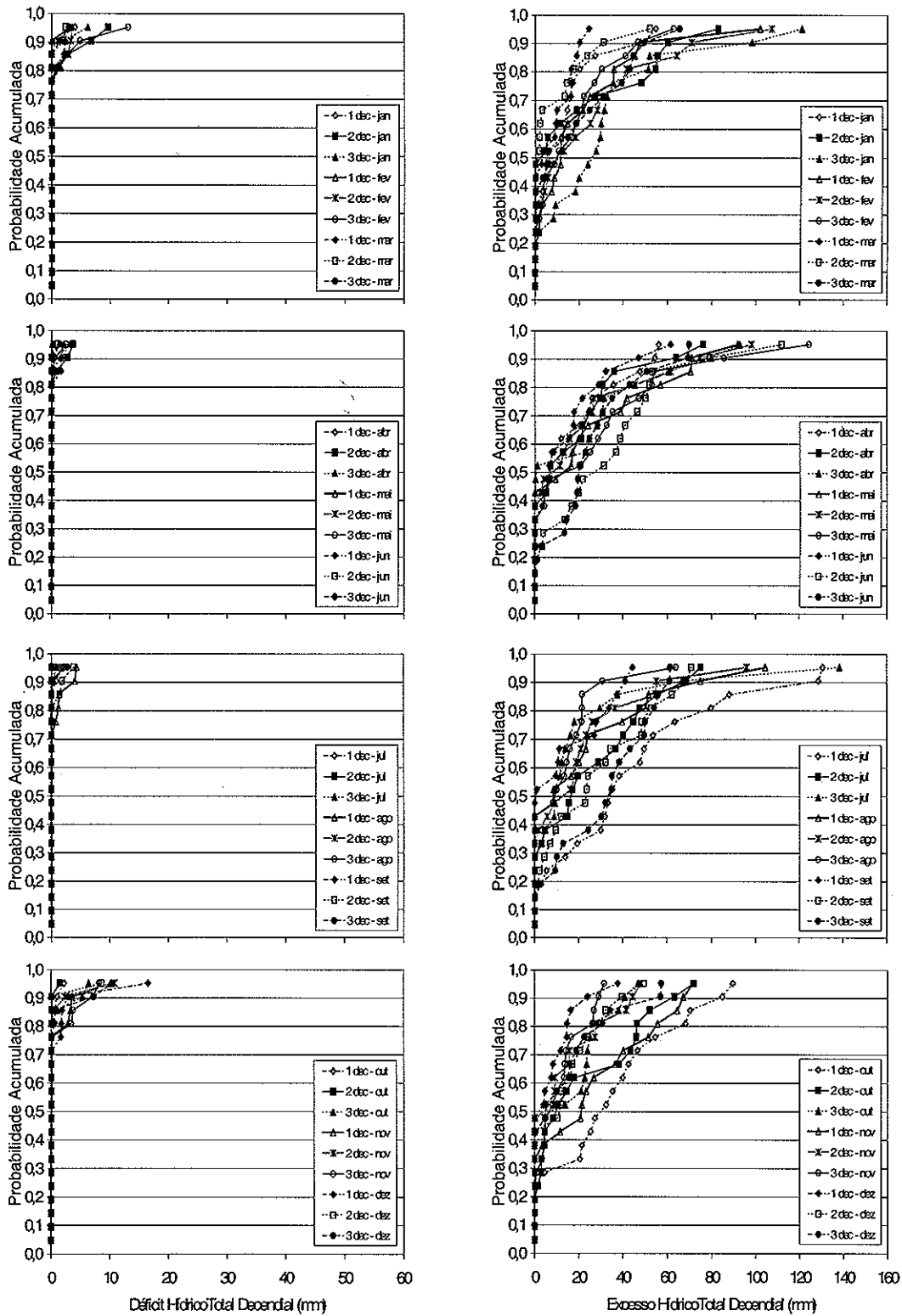


Figura 5. Funções de probabilidade acumulada dos déficits e excessos hídricos decenais para uma capacidade de armazenamento de 100 mm de água no solo para Lages-SC, no período de 1982-2001.

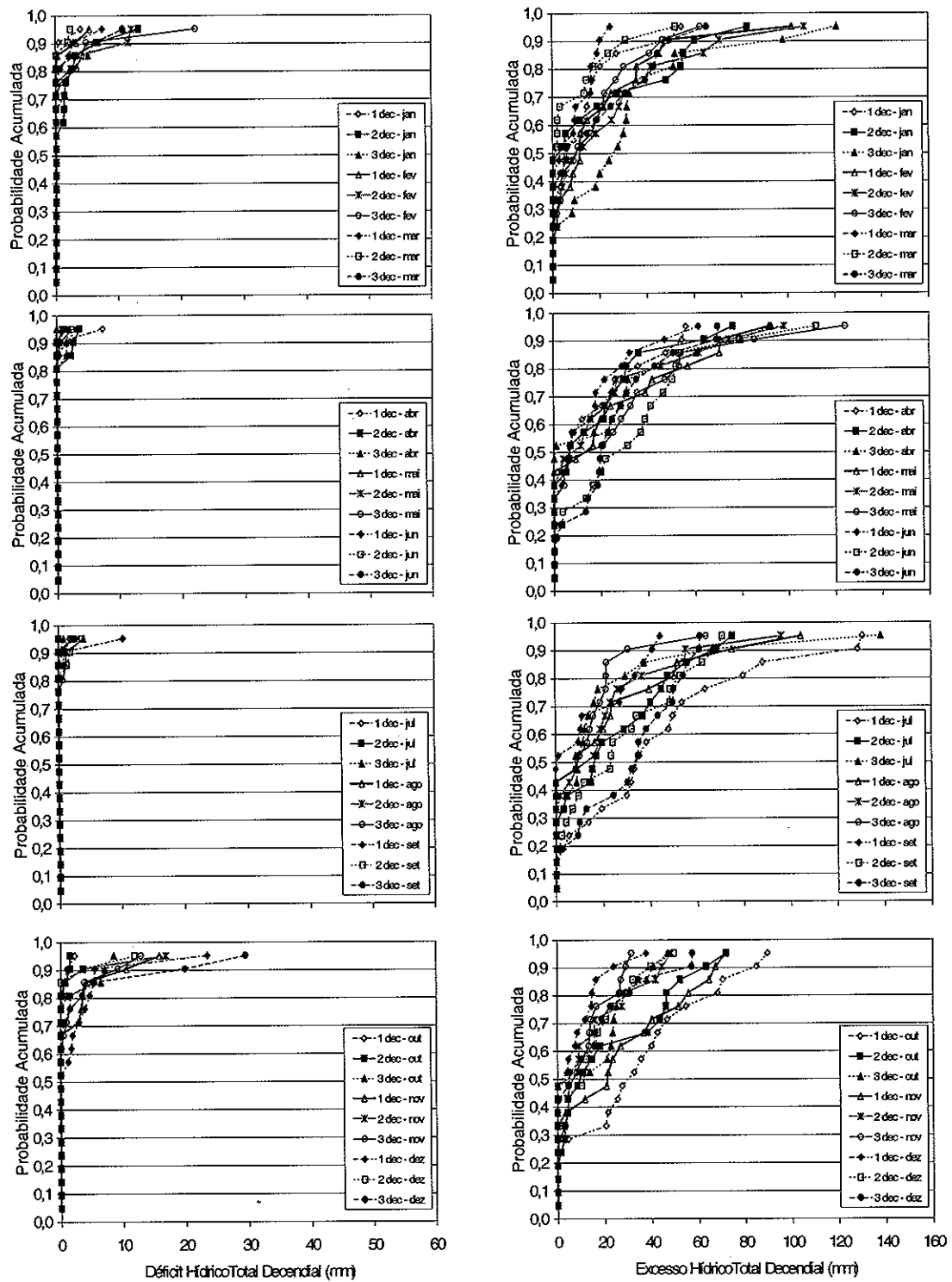


Figura 6. Funções de probabilidade acumulada dos déficits e excessos hídricos decenais para uma capacidade de armazenamento de 75 mm de água no solo para

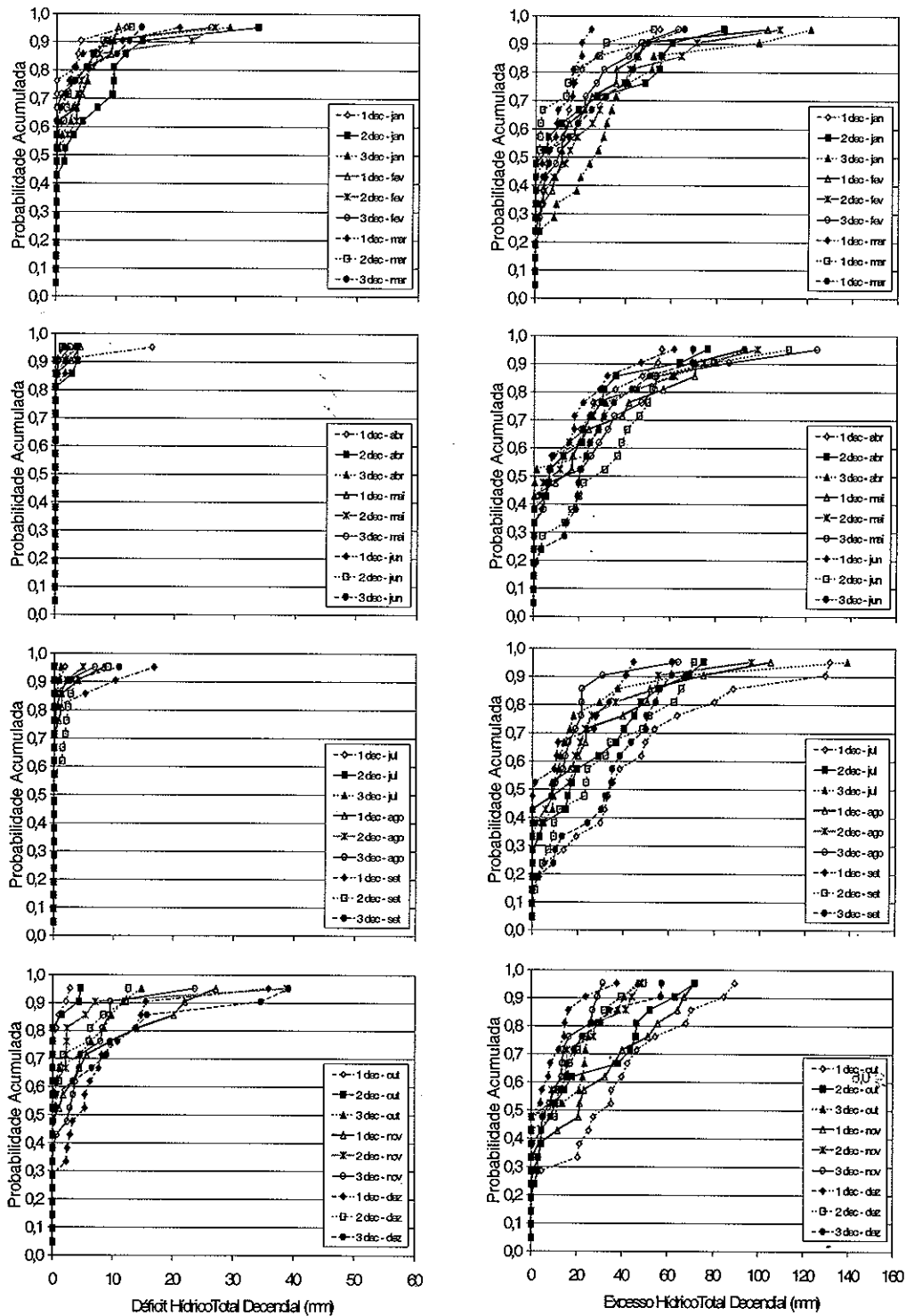


Figura 7. Funções de probabilidade acumulada dos déficits e excessos hídricos decenais para uma capacidade de armazenamento de 50 mm de água no solo para Lages-SC, no período de 1982-2001.

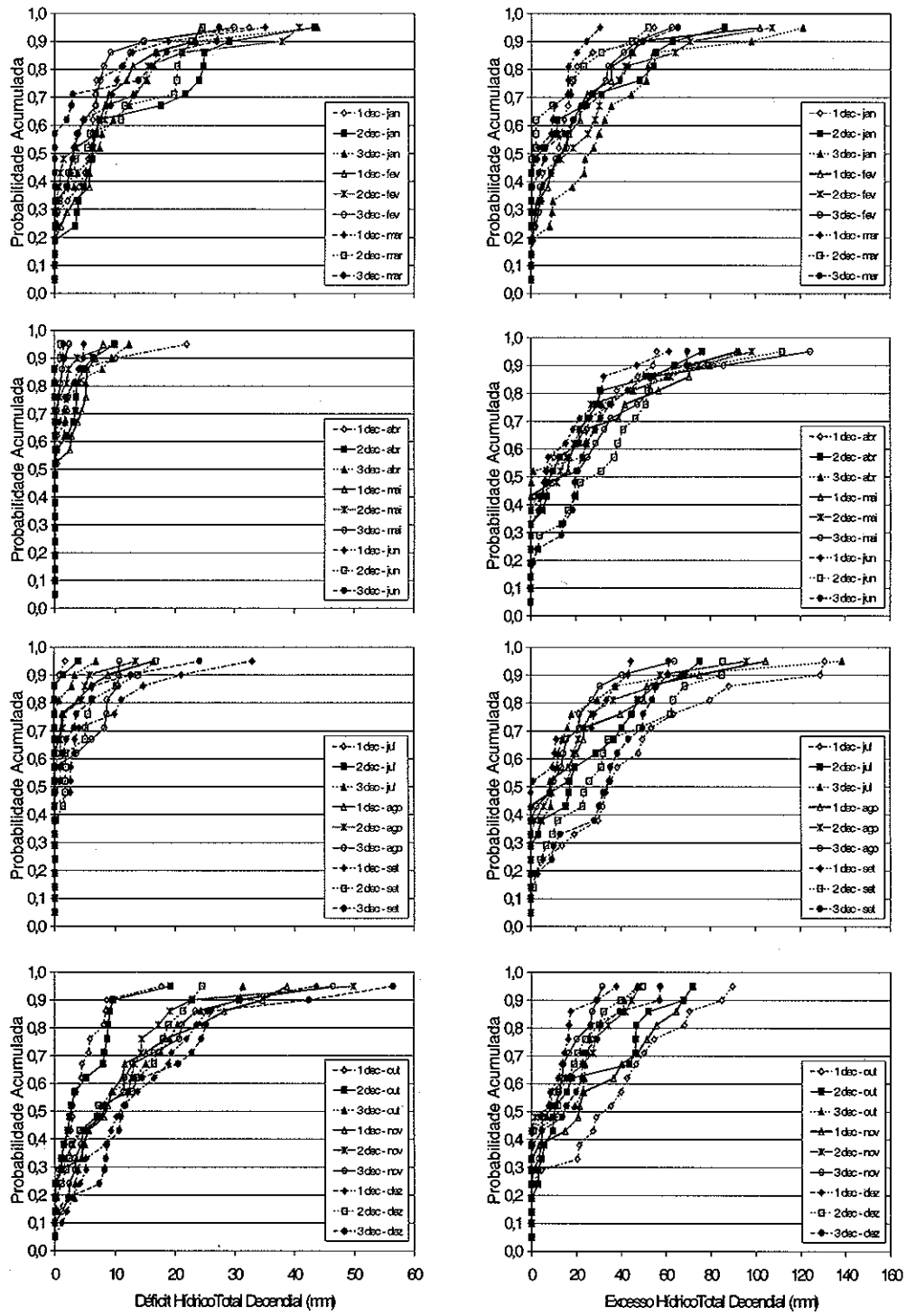


Figura 8. Funções de probabilidade acumulada dos déficits e excessos hídricos decendiais para uma capacidade de armazenamento de 25 mm de água no solo para Lages-SC, no período de 1982-2001.

lanço Hídrico do solo pelo método de Thornthwaite e Mather e com valores médios mensais (dados não publicados).

Para uma condição de 75 mm de capacidade de armazenamento de água no solo, a probabilidade de não ocorrer déficit hídrico foi superior a 50% de probabilidade (Figura 6), e a maioria dos períodos, a intensidade do déficit hídrico ocorrido foi de baixa magnitude, exceto em algumas ocorrências no 3º decêndio de fevereiro e 1º e 3º decêndios de dezembro. Considerando um nível de 50% de probabilidade observou-se valores nulos de déficit hídrico em todos os decêndios do ano.

Para uma condição de 50 mm de capacidade de armazenamento de água no solo (Figura 7), verificou-se que a probabilidade de não ocorrer déficit hídrico foi superior a 50% na maioria dos decêndios exceto no 2º e 3º decêndios de janeiro, 2º decêndio de fevereiro, nos 3 decêndios de novembro, 1º e 3º decêndio de dezembro e que, à medida que se aproximou do verão, os déficits hídricos aumentaram consideravelmente suas probabilidades de ocorrência bem como suas magnitudes chegando a um valor extremo de 39,2 mm no 3º decêndio de dezembro.

Para condição de 25 mm de capacidade de armazenamento de água no solo (Figura 8), verificou-se que a probabilidade de não ocorrer déficit hídrico foi bastante baixa principalmente nos decêndios do ano com alta demanda evapotranspirativa e que, em geral, os decêndios do inverno (baixa demanda evapotranspirativa). Considerando um nível de 50% de probabilidade observou-se valores de déficit hídrico na maioria dos decêndios do ano, exceto nos decêndios do outono e inverno.

Os resultados apresentados nas figuras 5, 6, 7 e 8 mostram alta probabilidade de ocorrência de excesso hídrico com alta intensidade, para todos os níveis de capacidade de armazenamento de água disponível no solo. A alta frequência de excesso hídrico demanda implementação de práticas de manejo da água no solo visando um melhor aproveitamento deste recurso, bem como, para a minimização de seus efeitos negativos, tais como, erosão do solo, lixiviação de nutrientes e reduzida aeração do solo.

Cabe salientar que a quantidade de água disponível no solo, em geral, depende da profundidade do volume de controle considerado e que será explorado pelo sistema radicular da cultura, que é variável ao longo do ciclo da cultura e também depende das condições hídricas reinantes no solo. Se o solo for profun-

do e a demanda atmosférica for alta, as raízes se aprofundam na procura de mais água para atender a demanda e com isso a capacidade de armazenamento de água no solo disponível à planta será maior. Se a demanda for baixa, um volume menor de solo será suficiente e conseqüentemente a água disponível será menor. Há uma compensação natural através do crescimento do sistema radicular para manter uma certa quantidade de água disponível às plantas.

As culturas perenes (frutícolas em geral), que por natureza apresentam um sistema radicular mais profundo conseguem explorar a água em um volume maior de solo, ou seja, a capacidade de armazenamento de água disponível para essas culturas é grande em comparação às culturas com sistema radicular superficial, neste caso, a probabilidade de ocorrência de déficits hídricos é muito baixa, e quando ocorrem são de baixa magnitude, evidenciando a baixa resposta da irrigação nos pomares da nossa região, porém em alguns anos a irrigação suplementar pode minimizar a redução das produtividades, decorrentes das esporádicas estiagens. Para as culturas de sistema radicular superficial, tais como uma grande parte das culturas hortícolas, a probabilidade de ocorrência de déficits hídricos é significativamente alta e apresentam magnitudes expressivas, principalmente durante o verão, o que justificaria a necessidade do uso da irrigação nestas situações.

CONCLUSÃO

As simulações do balanço hídrico agroclimático na região de Lages – SC permitiram concluir que:

Nas condições de 100 e 75 mm de capacidade de armazenamento de água no solo, as quais representam solos bem estruturados ou culturas com sistemas radiculares profundos, tais como frutícolas, a probabilidade de ocorrência de déficits hídricos é muito baixa, e quando ocorrem são de baixa magnitude.

Com a capacidade de armazenamento de água no solo de 50 mm, a probabilidade de não ocorrer déficit hídrico é superior a 50% na maioria dos decêndios do ano.

Na condição de baixa capacidade de armazenamento de água no solo, como 25 mm de CAD, que corresponde às culturas de sistema radicular superficial, tais como uma grande parte das culturas hortícolas, a probabilidade de ocorrência de déficits hídricos é significativamente alta e apresentam magnitudes expressivas, principalmente durante o verão, o

que justificaria a necessidade do uso da irrigação nestas situações.

A região de Lages – SC apresenta altas probabilidades de ocorrências de excessos hídricos e altas magnitudes em todos os decêndios do ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. P. **Estimativa de déficits e excessos hídricos em regiões de clima úmido através de diferentes modelos de balanço hídrico**. 1993. 212 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1993.
- BRAGA, H.J. **Caracterização da seca agrônômica através de novo modelo de balanço hídrico, na região de Laguna, litoral sul do estado de Santa Catarina**. 1982. 139 p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1982.
- CAMARGO, A.P. **Balanço hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro**. In Simpósio sobre manejo de água na agricultura. Campinas, 1987. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987.
- CNEC. **Diagnóstico e planejamento da utilização dos recursos hídricos**. Porto Alegre: DNAEE/CNEC, 1983.
- DOORENBOS, J., KASSAN, A.H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 193p. (FAO Irrigation and drainage, 33).
- DORFMAN, R. **Crerios de Avaliao de Alguns Mtodos de Cclculo da Evapotranspirao Potencial**. 1977. 157 p. Tese (Doutorado) CPGRHS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1977.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIO. **Diagnóstico e prioridades de pesquisa em agricultura irrigada, Regio Sul**. Verso Preliminar. Departamento de Estudos e Pesquisas, Braslia, D.F., 1987. 177 p. (EMBRAPA/DEP. Documentos, 34).
- FAO. **Expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements**. Roma: FAO, 1990.
- MARQUES Jr, S., OLIVEIRA, J.L.B., PEREIRA, A.A., VIEIRA, A. R. R. **Evapotranspirao de referencia mensal provavel para localidades de Santa Catarina**. Florianópolis: Centro de Ciências Agrárias/UFSC, 1997. 22 p.(Boletim Técnico n.4)
- SCHWAB, C.O., FREVERT, R.K., EDMINSTER, T.W., BAINES, K.K. **Soil and water conservation engineering**. New York: John Wiley, 1981. 123 p.
- THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, New Jersey, Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, 8).
- ULLMANN, M.N. **Apostila de Meteorologia**. Faculdade de Agronomia. Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, UDESC, Lages, Santa Catarina, 1990. (Não Publicado).
- VIEHMEYER, F.J., HENDRICKSON, A.H. **Methods of measuring field capacity and wilting percentages of soils**. **Transactions of the American Geophysical Union**, v.36, p.425-48, 1949.