

ISSN 0104-1347

TENDÊNCIA ANUAL DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR EM RIBEIRÃO PRETO, SP

ANNUAL TREND ON SUPPLEMENTARY IRRIGATION IN RIBEIRÃO PRETO, SP, BRAZIL

Regina Célia de Matos Pires¹, Flávio Bussmeyer Arruda¹, Emílio Sakai¹, José Antônio Frizzone², Mamor Fujiwara¹ e Rinaldo Oliveira Calheiros¹

RESUMO

O presente trabalho estuda a tendência anual da necessidade de irrigação pela simulação do balanço hídrico diário, em Ribeirão Preto, SP. O balanço hídrico foi realizado com dados diários de evapotranspiração e precipitação no período de agosto de 1968 a dezembro de 1990. As irrigações foram simuladas para as lâminas de 10, 20, 30, 40 e 50mm, para atendimento de várias combinações de armazenamento de água no solo e cultura. Os resultados foram analisados pela frequência de ocorrência. Durante o ano, o maior número médio mensal de irrigações ocorreu em agosto, seguido pelos meses de julho e setembro, e os menores ocorreram em dezembro, janeiro e fevereiro. O número de irrigações simuladas mensalmente para as diferentes lâminas não apresentaram relação linear. Isso sugere que melhorias no armazenamento de água no solo podem resultar em considerável redução no número de irrigações mensais principalmente para as menores lâminas (10 e 20mm), porém, pouca diferença ocorrerá quando as lâminas forem maiores. Ao nível de 75% de probabilidade, em ordem crescente, os intervalos entre irrigações ocorreram na seguinte seqüência: outubro, novembro, fevereiro, setembro, dezembro, janeiro, março, agosto, abril, julho, maio e junho; sendo a diferença entre outubro e junho de aproximadamente o dobro. Os resultados apresentados oferecem subsídios para elaboração de projetos, manejo das irrigações e planejamento de uso da água.

¹ Pesquisadores Científicos da Seção de Irrigação e Drenagem do IAC. Caixa Postal 28, CEP 13001-970, Campinas, SP. E-mail: rcmpires@cec.iac.br

² Professor Associado do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP. Caixa Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP.

Palavras-chave: intervalo entre irrigações, projeto de irrigação, manejo da irrigação.

SUMMARY

An evaluation of the supplementary irrigation needs along the year was carried out for the subtropical conditions of Ribeirão Preto, SP, Brazil, based on a daily climatological water balance. Evapotranspiration and rainfall data of 22 years were used to simulate number and intervals of irrigation per month for five application depths: 10, 20, 30, 40 and 50mm. Those values were introduced to express the several combinations of crop and soil types. The results were analyzed following their occurrence and simple percentage of frequency. The highest average value of total number of irrigation per month occurred in August, followed by July and September; and the lowest was in December, followed by January and February. The relationship between total number of irrigation per month and the application depth was not linear. This suggests that when a planned supplementary irrigation is light (below 20mm) it would be worthwhile to increase it, by any strategy of soil and water management, in order to reduce the total number of irrigation per year. For the 75% of probability level, irrigation intervals, for all depths, increase in the following order: October, November, February, September, December, January, March, August, April, July, May and June. The difference in the irrigation intervals between October and June was around two folds.

Key words: irrigation interval, irrigation design, water management.

INTRODUÇÃO

A necessidade de água das culturas e o intervalo entre irrigações dependem do clima, solo, cultura, das características do projeto e do manejo da água.

SCHROEDER (1956) estudou a distribuição e sazonalidade das chuvas no Estado de São Paulo, e observou ocorrência de chuvas em todos os meses do ano. Desta forma é importante considerar as precipitações naturais, em locais onde estas são significativas, no cálculo de demanda de água para irrigação. BERNARDO & HILL (1978), SILVA (1982) e CASTRO & SCARDUA (1985) desenvolveram estudos de necessidade de água para irrigação suplementar, levando em consideração as precipitações, porém utilizaram valores médios mensais de evapotranspiração ou apresentam os resultados considerando períodos mensais. O uso de valores médios mensais de evapotranspiração não é recomendado para dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação (JENSEN, 1983; ARRUDA & BARROSO, 1984;

DOORENBOS & PRUITT, 1984). Estudos da ocorrência de seca e necessidade de irrigação com base decendial tem sido realizados por alguns autores (CAMARGO et al., 1988; ALFONSI et al., 1989a, 1989b; SAMPAIO, 1990).

SAAD (1990) analisou a distribuição de frequência diária da evapotranspiração e precipitação de Piracicaba, Estado de São Paulo. Os resultados foram apresentados em períodos de 5, 10 e 15 dias e mensal, nos meses de março e setembro. Para fins de dimensionamento de irrigação o autor recomenda subtrair a precipitação da evapotranspiração embora esses elementos tenham distribuição de probabilidade diferentes.

Em trabalho preliminar, PIRES & ARRUDA (1995) simularam irrigações utilizando valores diários de precipitação e evapotranspiração em diferentes valores de armazenamento de água no solo e coeficiente de cultura. A metodologia mostrou-se promissora na obtenção de intervalos entre irrigações para diferentes níveis de probabilidade e lâminas de irrigação. Entretanto, os resultados foram apresentados somente para os meses de fevereiro e julho.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a tendência anual das necessidades de irrigação em Ribeirão Preto e apresentar o número e os intervalos entre irrigações para diferentes valores de lâmina e níveis de probabilidade para todos os meses do ano. Esse trabalho complementa o estudo realizado por PIRES & ARRUDA (1995). A apresentação dos resultados das simulações das irrigações para todos os meses do ano pode ser de grande utilidade em projetos e no manejo da irrigação nas regiões tropicais e subtropicais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados valores diários de precipitação e evapotranspiração de referência obtidos no Posto Meteorológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto do Instituto Agrônomo de Campinas, período de agosto de 1968 a dezembro de 1990. A evapotranspiração de referência foi estimada a partir da evaporação do Tanque Classe A corrigida para as condições de exposição do tanque, vento e umidade relativa do ar (DOORENBOS & PRUITT, 1984).

As irrigações foram simuladas em cada mês separadamente, com base diária. Para tanto, realizou-se balanço hídrico seriado, que considera o consumo de água pela cultura, o armazenamento de água no solo e a precipitação de forma similar a CAMARGO (1962). No balanço hídrico admitiu-se que no início de cada mês, e após cada irrigação simulada, o armazenamento de água no perfil era completo (reposição até a capacidade de campo). A partir de então a precipitação foi somada como entrada de água e a evapotranspiração como saída no balanço hídrico. Quando, a precipitação somada ao balanço hídrico, era

maior que a lâmina de irrigação, considerou-se o valor em excesso como perda por percolação profunda, e reiniciou-se o balanço hídrico. O modelo de simulação assumiu que não ocorreram perdas ou alimentação por escoamento superficial ou subsuperficial de água. Procedimento similar de simulação de irrigações tem sido utilizado por vários autores (BERNARDO & HILL, 1978; SMAJSTRLA & ZAZUETA, 1988).

Tabela 1. Número médio de irrigações por mês ocorrido para as lâminas de 10, 20, 30, 40 e 50mm, no decorrer do ano, para Ribeirão Preto, SP.

Meses	Lâmina de irrigação (mm)				
	10	20	30	40	50
Janeiro	4,2	1,6	0,8	0,5	0,2
Fevereiro	4,1	1,6	1,0	0,6	0,3
Março	4,9	2,3	1,4	0,8	0,5
Abril	5,9	2,6	1,6	1,0	0,7
Mai	5,1	2,5	1,5	1,1	0,8

Para possibilitar a abrangência de aplicação dos resultados da simulação, foram utilizadas cinco lâminas de irrigação: 10, 20, 30, 40 e 50mm. Essas lâminas representam a relação entre lâmina de consumo admissível de água no solo dividida pelo coeficiente de cultura, conforme apresentado por PIRES & ARRUDA (1995).

Em cada irrigação simulada foi anotado o intervalo entre irrigações e contabilizado o número de irrigações ocorridas mês a mês. A frequência de ocorrência dos intervalos foi estimada por frequência simples.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação anual da necessidade de irrigação ao longo do ano pode ser observada na Tabela 1, que apresenta o número médio de irrigações para as diferentes lâminas e meses. Nos meses de julho, agosto e setembro ocorreram os maiores números de irrigações. Já os menores números foram observados nos meses mais chuvosos: dezembro, janeiro e fevereiro.

Para melhor comparação, a Figura 1 apresenta o número médio mensal de irrigações em função das lâminas de irrigação para os meses de agosto e dezembro, meses de maior e menor número de

irrigações, respectivamente. A diferença observada no número de irrigações entre estes meses, torna-se maior a medida que se diminui o valor da lâmina de irrigação.

O aumento da altura da lâmina de irrigação proporciona uma redução da necessidade mensal de irrigação (Figura 1). Para uma mesma variação na abcissa ocorre um decréscimo muito maior na ordenada para os valores iniciais das lâminas de irrigação (10 e 20mm). Portanto, para os menores valores de lâmina de irrigação adotados, um pequeno aumento na lâmina resulta em considerável redução no número de irrigações.

A lâmina de irrigação representa a combinação de diversas situações de solo e cultura, tais como: retenção e disponibilidade de água no solo, profundidade das raízes e capacidade de extração de água pelas culturas. O aumento na lâmina e no intervalo entre irrigações pode ser alcançado por modificações nas práticas culturais, tais como, correção da acidez em profundidade e técnicas de preparo e manejo do solo (ARKIN & TAYLOR, 1981). Essa análise pode ter uma aplicação vantajosa principalmente para as menores lâminas, como mostra a Figura 1. Assim, quando necessária a aplicação de lâminas menores,

deve-se fazer uma avaliação nas práticas de manejo do solo e cultivo, e até a consideração de outras culturas e épocas de semeadura, para, alternativamente, possibilitar uma considerável redução no número de irrigações.

Os intervalos entre irrigações e sua frequência de ocorrência acumulada obtidos através das simulações para as diferentes lâminas e para todos os meses do ano são apresentados na Figura 2. A frequência de ocorrência, em termos de projeto, representa a porcentagem de atendimento das irrigações em função da lâmina, época do ano e do intervalo entre irrigações. Por exemplo, para o mês de outubro, um projeto para irrigar uma cultura com lâmina de 40mm necessitará de 8 dias de intervalo

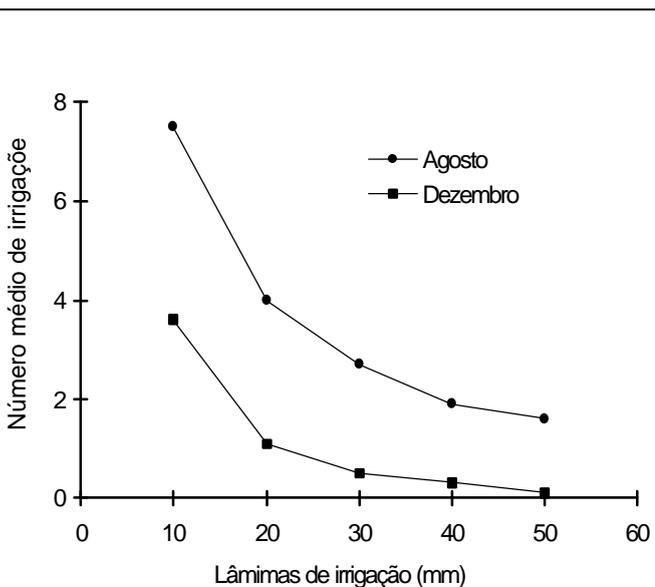


Figura 1. Número médio de irrigações ocorridas nos meses de agosto e dezembro, determinadas por meio de simulação, para lâminas de irrigação de 10, 20, 30, 40 e 50mm, em Ribeirão Preto, SP.

entre irrigações para atender cerca de 75 a 80% das necessidades de irrigação no momento adequado, para as condições de Ribeirão Preto (Figura 2). O valor de 100% de frequência de ocorrência representa a situação na qual a totalidade das necessidades hídricas das culturas são atendidas no momento adequado. No caso do exemplo, um equipamento projetado para aplicar irrigações a intervalos de 7 dias, atenderia toda a demanda de irrigação em outubro considerando a lâmina de 40 mm (Figura 2).

A frequência de ocorrência apresentada na Figura 2 foi calculada por frequência simples, sem ajustes. Nota-se que na maioria dos casos, há boa consistência na informação, especialmente nos períodos mais secos e para as menores lâminas de irrigação. No entanto, devido ao menor número de irrigações ocorrido para as maiores lâminas, no período chuvoso os resultados abaixo do nível de 50% de probabilidade tornam-se inconsistentes, porém sem importância agrônômica. Verifica-se também que as curvas tendem a ser paralelas pelo menos no intervalo de 100 a 60% de frequência acumulada, o qual têm importância para planejamento e manejo de irrigações. De acordo com PIRES (1992), julga-se que para proceder boa análise dos resultados necessita-se de pelo menos 20 irrigações simuladas. Desta forma, para as maiores lâminas, especialmente no período chuvoso, seria necessária análise de um maior número de anos. Porém, essa situação está além do uso comum da irrigação no Estado de São Paulo.

Comparando-se os resultados obtidos em todos os meses do ano (Figura 2) ao nível de 75% de probabilidade, os intervalos entre irrigações, em ordem crescente para as diferentes lâminas, ocorreram na seguinte seqüência: outubro, novembro, fevereiro, setembro, dezembro, janeiro, março, agosto, abril, julho, maio e junho. Os intervalos entre irrigações observados para junho foram aproximadamente o dobro do ocorrido para o mês de outubro. Levando-se em consideração o atendimento de 75% da necessidade de se irrigar no momento adequado, os intervalos entre irrigações observados para o mês de outubro, para as lâminas de 10, 20, 30, 40 e 50mm foram 2, 4, 6, 8 e 10 dias, respectivamente.

A inclusão das precipitações naturais na estimativa da necessidade de água para irrigação pode contribuir diretamente para o dimensionamento dos sistemas, com economia nos custos dos equipamentos, energia, mão-de-obra e água.

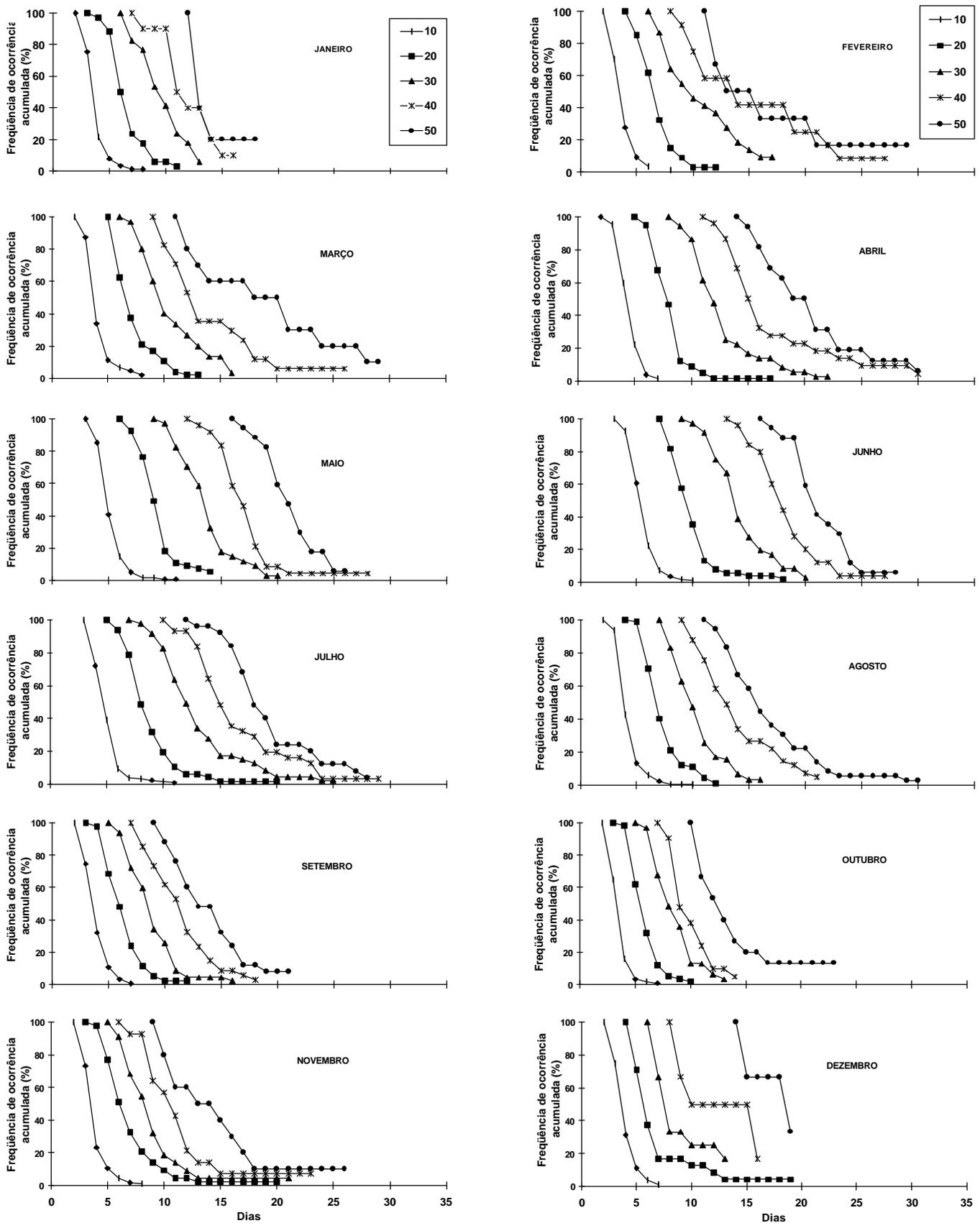


Figura 2. Frequência de ocorrência acumulada dos intervalos entre irrigações, resultante de 21 anos de simulação de irrigações, período de 1968 a 1990, para todos os meses do ano, em Ribeirão Preto, para as lâminas de irrigação de 10, 20, 30, 40 e 50mm.

CONCLUSÕES

O método de simulação de irrigações utilizado permite a seleção do intervalo entre irrigações para projetos de irrigação ou recomendações de manejo, para diferentes lâminas e meses do ano, com base probabilística e com a inclusão do efeito das chuvas. O maior número médio de irrigações ocorre em agosto, seguido pelos meses de julho e setembro e o menor em dezembro, vindo a seguir janeiro e fevereiro. Os menores intervalos entre irrigações são observados nos meses de outubro, novembro e fevereiro, e os maiores em junho, maio e julho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Seção de Climatologia Agrícola, do Instituto Agronômico de Campinas, pelo fornecimento de parte dos dados meteorológicos e à FUNDEPAG pelos recursos para condução deste projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSI, R.R., CAMARGO, M.B.P. de, CHIAVEGATTO, O.M.D.P. et al. Níveis de probabilidades de seca, como subsídio à irrigação para o Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6., Maceió, 1989. **Anais...** Maceió : INPE/SBA/UFAL, 1989a, p. 39-42.
- ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.P. de; CHIAVEGATTO, O.M.D.P.; et al.. Simulação de épocas de plantio baseadas no atendimento da demanda hídrica para culturas da soja, milho e arroz de sequeiro no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6., Maceió, 1989. **Anais...** Maceió : INPE/SBA/UFAL, 1989b, p. 34-38.
- ARKIN, G.F., TAYLOR, H.M. **Modifying the root environment to reduce crop stress**. St. Joseph : American Society of Agricultural Engineers, 1981, 407 p. (Monograph n. 4)
- ARRUDA, F.B., BARROSO, L.F.S. Estimativa do uso da água para fins de projetos de irrigação, em função da evaporação de tanque, em Ribeirão Preto. **Bragantia**, Campinas, v. 43, n. 2, p. 677-682, 1984.
- BERNARDO, S., HILL, R.W. Um modelo para determinação de irrigação suplementar. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 25, n. 140, p. 345-362, 1978.

- CAMARGO, A.P. Contribuição para determinação da evapotranspiração no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 163-213, 1962.
- CAMARGO, M.B.P. de, ARRUDA, H.V. de, PEDRO JUNIOR, M.J., et al. **Probabilidade de atendimento da demanda hídrica da cultura de trigo pela precipitação pluvial no Estado de São Paulo**. Campinas : Instituto Agrônômico, 1988. 26 p. (IAC. Boletim Técnico, 120).
- CASTRO, L.L.F. de, SCARDUA, J.A. **Estimativa da necessidade potencial de irrigação para o Estado do Espírito Santo**. Vitória : EMCAPA, 1985. 87 p. (Documentos, 22).
- DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Rome : FAO, 1984. 144 p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).
- JENSEN, M.E. **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph : American Society of Agricultural Engineers, 1983. 830 p.
- PIRES, R.C. de M. **Simulação da irrigação suplementar de culturas em Ribeirão Preto, São Paulo**. Piracicaba : USP, 1992. 115 p. Tese (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1992.
- PIRES, R.C. de M., ARRUDA, F.B. Método para cálculo do intervalo de irrigação suplementar. **Bragantia**, Campinas, v. 54, n. 1, p. 193-200, 1995.
- SAAD, J.C.C. **Estudo das distribuições de freqüência da evapotranspiração de referência e da precipitação pluvial para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação**. Piracicaba : USP, 1990. 124 p. Tese (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1990.
- SAMPAIO, E.L.S. **Probabilidade de atendimento natural das necessidades hídricas dos citrus no Estado de São Paulo**. Piracicaba : USP, 1990. 147 p. Tese (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1990.
- SCHRODER, R. Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 15, n. 18, p. 193-249, 1956.
- SILVA, C.L. **Estimativa do uso consuntivo de água e da irrigação suplementar, para algumas culturas no vale do rio São Francisco**. Viçosa : UFV, 1982. 46 p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- SMAJSTRLA, A.G., ZAZUETA, F.S. Simulation of irrigation requirements of Florida Agronomic Crops. **Soil and Crop Science of Florida**, Sarasota, v. 47, p. 78-82, 1988.