

INSTITUTO AGRONÔMICO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
TROPICAL E SUBTROPICAL

MODELO AGROMETEOROLÓGICO DA DURAÇÃO DO
ESTÁDIO FENOLÓGICO DA FLORAÇÃO-MATURAÇÃO
DO CAFÉ ARABICA

FABIANA LATARO NUNES

Orientador: Marcelo Bento Paes de Camargo
Co-orientador: Luiz Carlos Fazuoli

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração em Tecnologia da Produção Agrícola

Campinas, SP
Abril 2009

Ficha elaborada pela bibliotecária do Núcleo de Informação e Documentação do Instituto Agrônômico

L351m Nunes, Fabiana Lataro.
Modelo agrometeorológico de estimativa da duração do estágio fenológico da floração-maturação do café arabica / Fabiana Lataro Nunes. Campinas, 2009. 79 fls.

Orientador: Marcelo Bento Paes de Camargo
Co-orientador: Luiz Carlos Fazuoli
Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) - Instituto Agrônômico

1. Café arabica 2. Agrometeorologia 3. Soma térmica
I. Camargo, Marcelo Bento Paes de II. Fazuoli, Luiz Carlos III. Título

CDD. 633.73

Aos meus pais
Alcindo e Sônia,

DEDICO

A minha família, suporte da minha vida,
Aos meus professores, pelos ensinamentos,
Aos meus amigos, pela compreensão

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- Agradeço primeiramente a Deus, principal responsável por tornar tudo possível.
- Ao pesquisador Dr. Marcelo Bento Paes de Camargo pela valiosa orientação, amizade, confiança, paciência, oportunidade e conhecimento compartilhado. Muito Obrigada!
- Ao pesquisador, co-orientador Dr. Luiz Carlos Fazuoli, pela disponibilidade do material necessário para realização deste trabalho.
- Ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, pela oportunidade para a realização do curso.
- Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/CAFÉ) pela concessão da bolsa de estudo.
- À pesquisadora Dra. Marilene Leão Alves Bovi (*in memoriam*) por ter sido a minha porta de entrada no IAC.
- Aos professores e funcionários da PG-IAC e ao Comitê de Pós-Graduação, pela dedicação ao curso e contribuição para minha formação profissional.
- Ao Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica do IAC – Climatologia, aos pesquisadores, funcionários e estagiários do centro, Dr. Orivaldo Brunini, Dr. Mário José Pedro Júnior, Dra. Angélica Prael Pantano, Dr. Glauco de Souza Rolim, MSc. Gabriel Blain, Carmem, Denise, Alan, Valdeir, Romilson, Giselli e Rosana pelo apoio, amizade e convívio durante a realização deste trabalho.
- Ao Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Café ‘Alcides Carvalho’ – IAC, pelo fornecimento do material para a execução desta pesquisa.
- Aos meus amigos Rogério Sakai, Sérgio Coelho, Juliano Quarteroli, Rafael Borgdion e João Paulo Lopes por todos os momentos alegres de uma amizade que se formou durante esse período.
- A todos meus colegas da Pós-Graduação, em especial Ricardo Previdente, Luis Sérgio Valentin, Silvia Iba, Osvaldo Guedes, Renata Mazzini, Rebeca Martins, Paula Prezzoto, Matheus Cipriano e Marcelo Sekita pela convivência, aprendizado e divertimento.

- A minha colega de mestrado e seção, Ludmila Bardin por ter ajudado durante esses dois anos e principalmente por ter formado uma amizade muito bacana.
- Aos meus pais Alcindo e Sônia pela vida que me deram e os princípios que me ensinaram.
- Aos meus irmãos Flávia e Amadeu e aos meus Sobrinhos Luiz Paulo, Ana Beatriz e Mateus pela força que me deram sempre.
- Aos meus familiares, avó e tios, que sempre torceram por mim e me acompanharam em todas as etapas da minha vida.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 A origem do café e sua chegada no Brasil.....	03
2.2 Exigências climáticas do cafeeiro.....	05
2.2.1 Temperatura.....	06
2.2.2 Precipitação pluvial.....	07
2.3 Florescimento.....	08
2.4 Maturação dos frutos.....	09
2.5 Fenologia do café arábica.....	10
2.6 Soma térmica de graus-dia (GD) e acúmulo de evapotranspiração potencial (ETp).....	12
2.7 Modelos agrometeorológicos.....	14
2.8 Cultivares de café arábica.....	16
2.8.1 Cultivares Mundo Novo.....	16
2.8.2 Cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo.....	16
2.8.3 Cultivar Obatã IAC 1669-20.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Dados climáticos e fenológicos do café.....	17
3.2 Graus-dia.....	18
3.3 Balanço hídrico e evapotranspiração.....	19
3.4 Modelo agrometeorológico - fenológico.....	20
3.4.1 Modelos de somas térmicas.....	21
3.5 Análise estatística.....	21
3.6 Aplicação do modelo parametrizado em diferentes regiões.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Condições climáticas das regiões de Campinas e Mococa.....	22
4.2 Parametrização do modelo agrometeorológico de estimativa da duração do estágio fenológico da floração-maturação.....	29
4.3 Relação entre somas térmicas parametrizadas e resultados dos balanços hídricos.....	36
4.4 Teste do modelo agrometeorológico de estimativa da duração do estágio fenológico da floração-maturação.....	54
4.5 Desempenho dos modelos parametrizados com correção pelo déficit hídrico em diferentes regiões cafeeiras.....	60
5 CONCLUSÕES.....	63
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
8 ANEXOS.....	72
8.1 Anexo 1.....	72
8.2 Anexo 2.....	73
8.3 Anexo 3.....	74
8.4 Anexo 4.....	75
8.5 Anexo 5.....	76
8.6 Anexo 6.....	77
8.7 Anexo 7.....	78

8.8 Anexo 8.....	79
------------------	----

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas geográficas e fonte de dados agrometeorológicos de localidades representativas de diferentes regiões agroecológicas produtoras de café do Estado de São Paulo. Fonte: IAC.....	22
Tabela 2 - Valores de somas térmicas, em graus-dia (GD) e acumulações de evapotranspirações (ET) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Mundo Novo em Campinas e Mococa, SP utilizados para a parametrização para os anos agrícolas 2001/02 a 2004/05.....	31
Tabela 3 - Valores de somas térmicas, em graus-dia (GD) e acumulações de evapotranspirações (ET) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Catuaí em Campinas e Mococa, SP utilizados para a parametrização para os anos agrícolas 2001/02 a 2004/05.....	31
Tabela 4 - Valores de somas térmicas, em graus-dia (GD) e acumulações de evapotranspirações (ET) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Obatã IAC 1669-20 em Campinas e Mococa, SP utilizados para a parametrização para os anos agrícolas 2001/02 a 2004/05.....	32
Tabela 5 - Valores de coeficientes de determinação (R^2) calculados a partir de análises de correlação entre diferentes acumulações de ET e de somas térmicas GD e componentes dos balanços hídricos no período floração-maturação para a cultivar Mundo Novo.....	36
Tabela 6 - Valores de coeficientes de determinação (R^2) calculados a partir de análises de correlação entre diferentes acumulações de ET e de somas térmicas GD e componentes dos balanços hídricos no período floração-maturação para a cultivar Catuaí.....	37
Tabela 7 - Valores de coeficientes de determinação (R^2) calculados a partir de análises de correlação entre diferentes acumulações de ET e de somas térmicas GD e componentes dos balanços hídricos no período floração-maturação para a cultivar Obatã IAC 1669-20.....	37
Tabela 8 - Valores de acumulações de evapotranspirações (ET) e somas térmicas, em graus-dia (GD) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Mundo Novo em Campinas e Mococa SP utilizados para o teste para os anos agrícolas 2005/06 a 2007/08.....	55

Tabela 9 - Valores de acumulações de evapotranspirações (ET) e somas térmicas, em graus-dia (GD) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Catuaí em Campinas e Mococa SP utilizados para o teste para os anos agrícolas 2005/06 a 2007/08.....	55
Tabela 10 - Valores de acumulações de evapotranspirações (ET) e somas térmicas, em graus-dia (GD) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Obatã IAC 1669-20 em Campinas e Mococa SP utilizados para o teste para os anos agrícolas 2005/06 a 2007/08.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema dos diferentes estádios fenológicos da cultura do café arábica para o Estado de São Paulo. Adaptado de CAMARGO & CAMARGO (2001).....	10
Figura 2 -	Extrato do balanço hídrico normal (1961/90) para região de Campinas, SP.....	23
Figura 3 -	Extrato do balanço hídrico normal (1961/90) para região de Mococa, SP.....	23
Figura 4 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2001/02 para região de Campinas, SP.....	24
Figura 5 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2002/03 para região de Campinas, SP.....	24
Figura 6 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2003/04 para região de Campinas, SP.....	24
Figura 7 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2004/05 para região de Campinas, SP.....	25
Figura 8 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2005/06 para região de Campinas, SP.....	25
Figura 9 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2006/07 para região de Campinas, SP.....	25
Figura 10 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2007/08 para região de Campinas, SP.....	26
Figura 11 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2001/02 para região de Mococa, SP.....	26
Figura 12 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2002/03 para região de Mococa, SP	26
Figura 13 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2003/04 para região de Mococa, SP.....	27
Figura 14 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2004/05 para região de Mococa, SP.....	27
Figura 15 -	Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2005/06 para região de Mococa, SP.....	27

Figura 16 - Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2006/07 para região de Mococa, SP.....	28
Figura 17 - Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2007/08 para região de Mococa, SP.....	28
Figura 18 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Mundo Novo com base nas acumulações E _{Tp} , E _{Tr} , E _{Tr} -E _{Tp} para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.....	32
Figura 19 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Mundo Novo com base nas somas térmicas GD e GD _{corr} para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.....	33
Figura 20 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Catuaí com base nas acumulações E _{Tp} , E _{Tr} , E _{Tr} -E _{Tp} para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.....	33
Figura 21 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Catuaí com base nas somas térmicas GD e GD _{corr} para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.....	34
Figura 22 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Obatã IAC 1669-20 com base nas acumulações E _{Tp} , E _{Tr} , E _{Tr} -E _{Tp} para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.....	34
Figura 23 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Obatã IAC 1669-20 com base nas somas térmicas GD e GD _{corr} para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.....	35
Figura 24 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Mundo Novo em função das combinações de diferentes valores da acumulação de E _{Tp} e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	38
Figura 25 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Mundo Novo em função das combinações de diferentes valores da acumulação de E _{Tr} e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	39

Figura 26 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Mundo Novo em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETr-ETp e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	40
Figura 27 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Mundo Novo em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GD e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	41
Figura 28 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Mundo Novo em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GDcorr e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	42
Figura 29 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Catuaí em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETp e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	43
Figura 30 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Catuaí em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETr e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	44
Figura 31 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Catuaí em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETr-ETp e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	45
Figura 32 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Catuaí em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GD e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	46
Figura 33 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Catuaí em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GDcorr e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	47

Figura 34 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Obatã IAC 1669-20 em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETp e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	48
Figura 35 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Obatã IAC 1669-20 em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETr e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	49
Figura 36 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Obatã IAC 1669-20 em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETr-ETp e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	50
Figura 37 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Obatã IAC 1669-20 em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GD e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	51
Figura 38 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Obatã IAC 1669-20 em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GDcorr e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.....	52
Figura 39 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Mundo Novo com base nas acumulações de ETp, ETr, ETr-ETp para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado.....	56
Figura 40 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Mundo Novo com base nas somas térmicas GD e GDcorr para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado.....	57
Figura 41 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Catuaí com base nas acumulações de ETp, ETr, ETr-ETp para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado.....	57
Figura 42 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Catuaí com base nas somas térmicas GD e GDcorr para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado.....	58

- Figura 43 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Obatã IAC 1669-20 com base nas acumulações de ETp, ETr, ETr-ETp para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado..... 58
- Figura 44 - Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Obatã IAC 1669-20 com base nas somas térmicas GD e GDcorr para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado..... 59
- Figura 45 - Épocas estimadas (decêndios) de maturação ocorridas ao longo do período de 1993 a 2008 utilizando os modelos considerando acumulações de ETr e somas térmicas de GDcorr para as cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20 para as regiões Campinas (a), Cristais Paulista (b), Mococa (c) e Manduri (d)..... 60
- Figura 46 - Épocas estimadas (decêndios) de maturação ocorridas ao longo do período de 1993 a 2008 utilizando os modelos considerando acumulações de ETr e somas térmicas de GDcorr para as cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20 para as regiões Marília (e), Ribeirão Preto (f) e Pindorama (g)..... 61

NUNES, Fabiana Lataro. **Modelo agrometeorológico de estimativa da duração do estágio fenológico da floração-maturação do café arábica**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Pós-Graduação - IAC

RESUMO

Modelos que consideram os efeitos meteorológicos na fenologia são fundamentais para a obtenção de estimativas mais consistentes da duração do estágio floração-maturação. O objetivo do trabalho foi identificar, calibrar e testar modelos agrometeorológicos de diferentes somas térmicas que quantificam a duração do estágio floração-maturação dos frutos para três diferentes cultivares do café arábica. Dados fenológicos de café das cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20 foram obtidos no Centro de Café ‘Alcides Carvalho’ e no Centro de ‘Ecofisiologia e Biofísica’ de experimentos realizados em Campinas no Centro Experimental Central do Instituto Agrônomo (IAC) e em Mococa no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Nordeste Paulista, Estado de São Paulo. Dados termopluviométricos diários foram obtidos dos postos meteorológicos do IAC localizados próximos aos talhões de café considerados. Foram utilizadas informações fenológicas, como datas do início da floração plena e época da maturação obtidos durante os anos agrícolas de 2001/02 a 2007/08. Os anos de 2001/02 a 2004/05 foram selecionados para a parametrização dos modelos, enquanto os anos de 2005/06 a 2007/08 foram reservados para os testes como dados independentes. Para estimar a duração do estágio da floração-maturação foram utilizados diferentes modelos de acumulação de evapotranspiração: potencial (ET_p), real (ET_r) e combinação entre ET_r e ET_p (ET_r-ET_p) e baseados em graus-dia: clássico (GD) e corrigido pelo fator hídrico (GD_{corr}). Este procedimento foi adotado, para considerar a influência de períodos com deficiência hídrica no desenvolvimento dos frutos do cafeeiro. Os resultados indicaram que os modelos que consideram correção pelo fator hídrico (ET_r, ET_r-ET_p e GD_{corr}) apresentaram estimativas da duração do estágio floração-maturação do café com maior consistência do que os demais modelos (ET_p e GD clássico). Os modelos que consideram acumulações com valores médios de ET_r de 746, 762, e 799 mm e modelos que consideram somas térmicas com valores médios de GD_{corr} de 2733, 2816 e 3008 para as cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20, respectivamente, podem ser considerados melhores indicativos para a estimativa do que as acumulações por ET_p ou somas térmicas pelo método clássico de GD. O modelo que considera ET_r durante todo

o ciclo da floração-maturação apresentou melhor desempenho comparado aos demais, especialmente para as cultivares Mundo Novo e Catuaí. Quanto maior o valor da deficiência hídrica ocorrida menor é o comprimento dos ciclos, interferindo na acumulação térmica estimadas pelos modelos. Os modelos parametrizados foram testados com anos independentes e em diferentes regiões cafeeiras do Estado e apresentaram estimativas consistentes da duração do estágio floração-maturação. Os resultados confirmam a necessidade de se considerar o fator hídrico para a quantificação das somas térmicas, seja considerando ET ou GD.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, cultivares, modelagem, soma térmica, evapotranspiração, graus-dia

NUNES, Fabiana Lataro. **Agrometeorological model to estimate the duration of the flowering-maturation growth stage of three arabic coffee cultivars**. 2009. 79f. Dissertation (MSc in Tropical and Subtropical Agriculture) – Pós-Graduate Course - IAC

ABSTRACT

Models that consider the climatic effects to the physiologic processes of the phenology are fundamental for obtaining agrometeorological models more consistent to estimate duration of the flowering-maturation coffee growth stage. The objective was to identify, calibrate, and test different thermal sum models that quantify the duration of the flowering-maturation growth stage of the coffee cherry for three different cultivars. Phenological data were collected concerning Mundo Novo, Catuaí, and Obatã Obatã IAC 1669-20 cultivars from the experimental studies realized by the Alcides Carvalho Coffee Center and by the Ecophysiology and Biophysics Center of the Agronomic Institute (IAC), accomplished in the Center Experimental Headquarters located in Campinas and in the Northeast Regional Pole of Technological Development of Agribusiness in Mococa, both at Sao Paulo State, Brazil. Phenological informations of seven growing seasons were used as dates of the beginning of the full flowering and maturation obtained considering the cycles from 2001/02 to 2007/08. The growing seasons were divided in two parts: 2001/02 to 2004/05 used for the calibration of the models; and 2005/06 to 2007/08 were reserved for the tests as independent data. Five different thermal sums were used to estimate the duration of the flowering-maturation growth stage: three based on evapotranspirations such as potential (ETp), actual (ETr) and a combination between ETr and ETp (ETr-ETp); and two based on growing degree-day such as a classical (GD) and a corrected by the water availability factor (GDcorr) during the first eight ten-day after the flowering. This procedure was adopted, to consider the influence of periods with water deficit on the development of the fruits. Daily meteorological data were obtained from the IAC weather stations located next to the considered coffee plantation areas. The results indicated that models considering correction for water availability (ETr, ETr-ETp, and GDcorr) presented better results with estimative of the duration of the flowering-maturation growth stage with larger consistence than the other sums (ETp and classic GD). The accumulation models considering ETr medium values of 746, 762, and 799 mm, respectively for Mundo Novo, Catuaí, and Obatã IAC 1669-20 cultivars can be considered more consistent than the models base on only in ETp values. The thermal sums models considering medium

values of GD_{corr} such as 2733, 2816, and 3008, respectively, can be considered better indicative for the estimate than the thermal sum model base on classic method of GD. The model that considers E_{Tr} during the whole cycle of flowering-maturation presented better estimate compared to the others, especially for the Mundo Novo and Catuai cultivars. As larger the value of the water deficit happened minor was the length of the growth cycles, interfering in the thermal accumulation estimated by all the models. The calibrated models were tested with independent years, and presented good estimates of the duration of the flowering-maturation growth stage. The results confirm the need of the water availability factor be considered for the quantification of the required thermal sums.

Key words: *Coffea arabica*, cultivars, modeling, thermal sum, evapotranspiration, growing degree-day

1 INTRODUÇÃO

Previsões de safras agrícolas são importantes para o agronegócio, especialmente para o planejamento econômico. As instituições públicas, empresas agrícolas e outras entidades de planejamento necessitam saber, por exemplo, as datas previstas de ocorrência das fases fenológicas de crescimento das espécies cultivadas, assim como as reservas de umidade do solo, com o objetivo de adotar medidas adequadas de cultivo e de políticas de apoio e organização agrícola. Necessitam saber, também, as datas previstas de maturação e colheita, bem como as produtividades esperadas, com a finalidade de preparar antecipadamente a maquinaria necessária, mão-de-obra disponível, armazenagem transporte e comercialização, inclusive planejamento de importações e exportações.

Várias pesquisas e trabalhos científicos têm surgido na literatura buscando analisar os efeitos da variabilidade das condições meteorológicas sobre a produção vegetal. Dependendo da formação básica do pesquisador envolvido (agrometeorologia, fisiologia vegetal, estatística, economia, engenharia operacional, entre outras), maior ou menor ênfase é dada a determinados elementos de análise do problema. Entretanto, para a caracterização adequada de um modelo, o mesmo deveria abordar os aspectos mais relevantes da interação planta-solo-clima, de forma qualitativa e quantitativa, tendo em vista a previsão de subperíodos fenológicos e das produtividades.

O café arábica (*Coffea arabica* L.) é uma planta tropical de altitude, adaptada a clima úmido com temperaturas amenas, típicas dos altiplanos da Etiópia, região considerada de origem da espécie. O cafeeiro é normalmente afetado nas suas fases fenológicas pelas condições ambientais, especialmente pela variação fotoperiódica e pelas condições climáticas, principalmente, a distribuição pluviométrica e temperatura do ar, que interferem não apenas na fenologia, mas também na produtividade e qualidade da bebida.

Os elementos meteorológicos exercem grande importância como fatores determinantes na variabilidade da produção e qualidade do café. Poucos são os trabalhos que avaliam essas relações. No Brasil, alguns trabalhos clássicos relacionaram estes fatores à cafeicultura, como TOSELLO & ARRUDA (1962), CAMARGO et al. (1984), SILVA et al. (1986), SILVA et al. (1987), WEILL (1990) e PICINI et al. (1999). Mais recentemente, CAMARGO et al. (2003), DAMATTA (2004), SANTOS & CAMARGO (2006), PEZZOPANE et al. (2006) e DAMATTA & RAMALHO (2006)

contribuíram com importantes informações sobre interações entre condições climáticas e produtividade. Os fatores climáticos são os que individualmente explicam a maior parte da variabilidade total da produção do cafeeiro no Estado de São Paulo, quando comparados com fatores edáficos e biológicos da planta (WEILL, 1990; DAMATTA & RAMALHO, 2006).

O café arábica é uma planta que leva dois anos para completar um ciclo fenológico, ou seja, apresentando uma sucessão de fases vegetativas e reprodutivas, diferentemente da maioria das plantas que emitem as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico (CAMARGO, 1985b). O ciclo fenológico do cafeeiro foi subdividido para as condições climáticas tropicais do Brasil (CAMARGO & CAMARGO, 2001) em seis fases distintas:

Fase vegetativa: envolve os ciclos fenológicos 1) vegetação e formação das gemas foliares e 2) indução e maturação das gemas florais.

Fase reprodutiva: envolve os ciclos 3) florada, 4) granação dos frutos, 5) maturação dos frutos e 6) repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários.

A esquematização das diferentes fases fenológicas do cafeeiro arábica é útil para facilitar e racionalizar as pesquisas e observações na cafeicultura. Possibilita identificar as fases que exigem água facilmente disponível no solo e aquelas nas quais se torna conveniente ocorrer um pequeno estresse hídrico, para condicionar uma abundante florada. A esquematização facilita, entre outras coisas, o reconhecimento das melhores épocas de aplicação de tratamentos fitossanitários e a execução das diversas operações agrícolas necessárias.

Modelos matemáticos agrometeorológicos que relacionam condições ambientes com fenologia, bienalidade e produtividade do cafeeiro foram desenvolvidos para regiões cafeeiras do Brasil (CAMARGO et al., 2003; CARVALHO et al., 2003; SANTOS, 2005, CAMARGO et al., 2005, SANTOS & CAMARGO, 2006, ZACHARIAS et al., 2008, PEZZOPANE et al., 2008). Esses modelos consideram que cada fator climático exerce certo controle na produtividade da cultura por influenciar em determinados períodos fenológicos críticos, como na indução floral, na floração, na formação e na maturação dos frutos dos cafeeiros.

Observações (CAMARGO et al., 2001) efetuadas em cafeeiros adultos em diferentes condições tropicais indicaram que as gemas florais completam a maturação e entram em dormência, ficando prontas para a antese plena quando o somatório da evapotranspiração potencial (ETp) a partir do primeiro decêndio de abril atinge cerca de

350mm. O modelo considera ainda o valor de 10 mm como quantidade mínima de chuva necessária para que as gemas maduras sejam induzidas à antese. Segundo CAMARGO et al. (2005), o modelo fenológico tem razoável capacidade de indicar o início do florescimento, apresentando erros de estimativa de até um decêndio, contudo, os autores concluíram ser necessário a obtenção de uma melhor estimativa do início da florada plena, para ser incorporado ao modelo de monitoramento e de estimativa de quebra de produtividade, que necessita desta importante informação fenológica.

Neste trabalho foram consideradas, informações históricas agrometeorológicas e fenológicas de diferentes regiões cafeeiras, que podem permitir a determinação com mais consistência dos valores acumulados de ETp e/ou graus-dia necessários para a complementação da duração do estágio fenológico da floração-maturação.

Assim, este trabalho se baseia na seguinte hipótese:

Modelos agrometeorológicos que utilizam somas térmicas (graus-dia) ou acúmulo de evapotranspiração permitem a estimativa com consistência da duração do subperíodo floração-maturação de diferentes cultivares de café arábica.

Os objetivos do trabalho foram:

- a) Identificar diferentes modelos de somas térmicas que quantificam a duração da fase fenológica da floração-maturação do cafeeiro;
- b) Calibrar e testar modelo agrometeorológico de estimativa da duração do estágio fenológico da floração-maturação para diferentes cultivares de café arábica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A origem do café e sua chegada no Brasil

O cafeeiro é uma planta de origem africana, perene, arbustiva, que pertence à família das Rubiáceas. As espécies mais cultivadas são a *arabica*, conhecida como café arábica, que representa aproximadamente 70% da produção mundial e a *canephora*, também chamado café robusta ou conilon, responsável pelos 30% restantes. Originário do sub-bosque da floresta do planalto da Etiópia, antiga Abissínia (RICCI et al., 2002).

A lendária origem do café arábica está sempre associada a rituais religiosos. Quando o pastor Kaldi percebeu o movimento estranho de suas cabras após comerem partes de uma planta comunicou o fato a uns monges seus vizinhos que em pouco tempo

passaram a tomar uma bebida feita com os frutos, os quais mantinham os vigilantes nas orações noturnas. Segundo MAURO (2002), o hábito de tomar café disseminou-se pela Arábia no final do séc. IX, com finalidade semelhante nos rituais islâmicos. No séc. XV os árabes o cultivavam no Iêmen, que até o séc. XVII detinha o monopólio dos plantios. Para deixar o país, os grãos precisavam ser antes fervidos, o que impedia sua germinação.

Quando chegou ao Brasil, em 1727, o café já era conhecido e consumido no mundo árabe, conquistando os grandes centros urbanos da Europa como um produto sofisticado. Porém sua exploração comercial no país demorou ainda algumas décadas, já que seu plantio não fora estimulado na época pelo Reino português. Incipiente no Pará, seu cultivo era pouco expressivo, mas expandiu-se pelo Maranhão (1731), Ceará, Pernambuco (1747) e Bahia, em pequenos cafezais destinados ao limitado consumo local. No Rio de Janeiro, para onde foi levado em 1760, de início foi cultivado como planta ornamental no horto do mosteiro dos capuchinhos. Foi plantado nas redondezas da cidade em algumas fazendas na Tijuca, porém permaneceu até o final do séc. XVIII praticamente como cultura de fundo de quintal. Nesse período, apesar de algumas pequenas iniciativas de exportação para a metrópole, o Rio de Janeiro ainda importava café de Lisboa (DEAN, 1997).

A vinda da Família Real para o Brasil em 1808 foi decisiva para a expansão comercial da cultura, aliada à conjuntura externa favorável. A chegada da corte portuguesa trouxe consigo hábitos de consumo europeus, que estimularam o mercado interno. Ao mesmo tempo, a corte tinha grande interesse no aumento das receitas do reino. A decadência do ouro nas Minas Gerais e a disponibilidade de terras virgens, além da mão-de-obra escrava e a crescente demanda européia e norte-americana pelo café são fatores que favoreceram a disseminação da cultura a partir do Rio de Janeiro para o Vale do Rio Paraíba, em direção a São Paulo. As exportações brasileiras, que já eram significativas no final da década de 1810, se expandiram ainda mais nas três décadas seguintes (BACHA, 1992; DEAN, 1997).

A partir de 1850 o país se torna o maior produtor e exportador, chegando em 1870 a deter 75% da produção cafeeira no mundo (BACHA, 1992; MOURA, 2000).

A proeminência do café a partir de meados do século XIX, quando se tornou a base da economia exportadora do país, em nada lembrava a importância modesta no período colonial. Seu cultivo se expandiu do Rio de Janeiro para o Vale do Paraíba, o planalto paulista e subiu a Serra da Mantiqueira em direção a Minas Gerais, e mais tarde

Espírito Santo, impulsionado pela crença predominante de que o cafeeiro só crescia bem em áreas de terras virgens, deixando para trás um rastro de devastação. O Rio de Janeiro liderou a produção brasileira até 1894, quando perdeu essa posição para São Paulo. A substituição do trabalho escravo com a formação de um mercado de trabalho livre promovido pela imigração de colonos europeus, principalmente italianos, e mais tarde, japoneses, a construção da estrada de ferro pelos ingleses, a São Paulo Railway ou Santos - Jundiaí, que ligava o planalto paulista diretamente ao porto para o escoamento da produção, além dos altos preços obtidos pelos grãos no mercado externo provocaram uma grande corrida para novos plantios, consolidando o ciclo expansionista da cafeicultura - e da marcha do desmatamento - no estado, que só perderia a liderança da produção nos anos 1960, com a expansão dos cultivos para o Paraná (MOURA, 2000).

Na medida em que os cafezais se expandiam junto com a malha ferroviária rumo ao oeste e noroeste paulista têm início uma fase de transição da cafeicultura, não apenas no que se refere à mão-de-obra, que de escrava passou a ser livre, mas também da estrutura fundiária. Ao lado de latifúndios também se começava a observar pequenas e médias propriedades produzindo café (MESSIAS, 2003).

Segundo ARGOLLO FERRÃO (2004), com a expansão da onda verde da cafeicultura no Estado de São Paulo, os ramais ferroviários deram nome às regiões cafeieiras: Vale do Paraíba (1836), Campinas (1854), Mogiana e Paulista (1886), Araraquarense e Sorocabana (1920), e Alta Araraquarense, Noroeste, Alta Paulista e Alta Sorocabana (1935).

2.2 Exigências climáticas do cafeeiro

As perdas na cafeicultura devido à ocorrência de adversidades climáticas na plantação são grandes, sendo que os cafeeiros são plantas perenes e estão expostos às intempéries do clima durante o ano todo. Os problemas ligados às adversidades climáticas são os mais variados e se relacionam aos diferentes elementos como: geadas, ventos frios persistentes, veranicos frequentes, deficiências hídricas prolongadas, má distribuição do regime pluvial ao longo do ano. Pode-se dizer que os elementos climáticos que influenciam no processo de produção do café são, principalmente, a temperaturas do ar (exigências térmicas) e a precipitação pluvial (exigências hídricas), e em menor escala, os ventos, a umidade relativa do ar e a insolação.

Segundo PEREIRA et al. (2008) pode-se alterar as exigências climáticas gerando novas cultivares por meio de melhoramento genético que procura adaptar a espécie em condições desfavoráveis do ambiente. Para cultivo econômico é imperativo que se conheça detalhadamente as possíveis respostas da espécie (e suas cultivares) aos estímulos do ambiente; assim é possível escolher áreas climaticamente mais adequadas, cultivares mais apropriadas ao ambiente, e os manejos necessários para minimizar as adversidades naturais mais freqüentes da região.

2.2.1 Temperatura

A temperatura é o fator climático mais importante para definir a aptidão climática do café arábica em cultivos comerciais (CAMARGO, 1985a). A aptidão térmica é dada por faixas de temperatura média anual, classificadas em ideal, apta e inapta, sendo: ideal: 19° a 22°C; apta: 18° a 23°C; inapta: <18° e >23°C (CAMARGO & FRANCO, 1985).

Em temperaturas médias anuais superiores a 23°C associadas à seca na época do florescimento ocorrem abortamento floral e formação de "estrelinhas", podendo abaixar ou zerar a produtividade do café arábica. No extremo oposto, em temperaturas inferiores a 18°C para o arábica ocorre exuberância vegetativa e baixa diferenciação floral, como consequência, baixos níveis de produtividade além de sintomas típicos de crestamento foliar no período de inverno, associado aos ventos dominantes. Ocorrência de temperatura média anual igual ou superior a 23°C pode provocar a redução de crescimento no período do verão e surgir sintomas intensos de descoloração foliar. Nesta situação, o desenvolvimento e a maturação ficam demasiadamente precoces acarretando vários inconvenientes, inclusive a perda da qualidade do produto (CAMARGO, 1985). Por outro lado, temperaturas médias anuais muito baixas, inferiores a 18°C provocam atrasos demasiados no desenvolvimento dos frutos, cuja maturação pode sobrepor-se ou ultrapassar a florada seguinte, prejudicando a vegetação e a produção do cafeeiro (CAMARGO, 1985b).

Temperaturas do ar extremamente baixas podem ocasionar geadas severas, prejudiciais aos cafeeiros. Segundo SEDIYAMA et al. (1999) temperaturas do ar iguais ou inferiores a 2°C, implicam na formação de geadas de radiação. Por outro lado, as encostas de face sul e sudoeste podem estar sob influência de ventos moderados a

fortes, com temperaturas do ar baixas, ocasionando sintomas típicos de crestamento foliar nos períodos de inverno.

O cafezal deve situar-se na face norte ou na poente ou ainda em pontos intermediários, restringindo ao mínimo as encostas de exposição sul, tendo em vista os ventos frios característicos do Sul do país. Nas zonas sujeitas ao fenômeno das geadas de radiação, devem ser evitados os vales de difícil circulação de ar.

Os fatores topográficos também deverão ser considerados na delimitação da cultura, dentro dos campos climáticos homogêneos, alterando possivelmente os níveis de adaptabilidade climática.

2.2.2 Precipitação pluvial

No Brasil, muitas regiões produtoras de café estão localizadas nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro e Espírito Santo, onde ocorrem mais de 150 mm de chuva, por mês, nas fases de florescimento, formação e maturação dos frutos, compreendidas nos meses de outubro a março, que corresponde ao período de renovação de ramos e de folhas (SEDIYAMA et al. 2001).

O café arábica, como planta de sub-bosque, tem necessidade de regular quantidade de umidade no ar e no solo, o que lhe é dado pelas chuvas. A quantidade pluviométrica ideal às suas reservas é compreendida entre 1200 e 1600 mm por ano (THOMAZIELLO et al., 2000). Ao se avaliarem as condições ideais de precipitação para o cafeeiro, segundo CAMARGO (1985a), deve-se considerar algumas variáveis importantes, tais como precipitação anual média, distribuição da precipitação durante o ano (número de meses secos), balanço hídrico, época e intensidade das deficiências e excedentes hídricos e condições do solo (características físicas).

Os déficits hídricos podem levar à queda de produtividade do cafeeiro, embora seus efeitos dependam da duração, intensidade da deficiência hídrica e do estágio fenológico que a planta se encontra (CAMARGO et al., 1984). Mas segundo CAMARGO & CAMARGO (2001), nos estádios fenológicos de vegetação, formação do grão e maturação, uma deficiência hídrica severa pode afetar a produtividade, no entanto, uma deficiência hídrica entre julho e agosto, período anterior a antese, pode se tornar benéfica, favorecendo uma florada mais uniforme já nas primeiras chuvas de setembro. Entretanto, estudos (CAMARGO, 1977) baseados em balanços hídricos indicam que o cafeeiro suporta até 150 mm por ano de deficiência hídrica,

especialmente se este período não se prolongar até o mês de setembro e se as condições de solo forem adequadas.

2.3 Florescimento

A fase reprodutiva é de suma importância para qualquer planta, pois em uma visão mais ampla, significa a perpetuação da espécie por meio da produção de sementes. O primeiro processo para que haja a transformação das gemas vegetativas em reprodutivas é a indução floral. A indução pode ser influenciada por um fator específico do ambiente como a duração do dia (fotoperíodo) ou por vários fatores atuando em conjunto (água, luz, nutrientes, temperatura, etc).

Alguns trabalhos (PIRINGER & BORTHWICK, 1955 citados por RENA et al., 2001) mencionam que o café arábica é uma espécie de fotoperíodo curto, sendo que o fotoperíodo crítico estaria em torno de 13 a 14 horas. No entanto, este papel do fotoperíodo no estímulo da indução floral tem sido questionado (RENA & MAESTRI, 1987), uma vez que nas regiões cafeeiras de todo o mundo, o comprimento do dia não excede o fotoperíodo crítico e assim sendo, o cafeeiro estaria o ano todo induzido ao florescimento. Considera-se então que o florescimento passa a ser regulado pelo ciclo anual das chuvas.

CAMARGO (1985b) cita que em regiões equatoriais, onde é pequena a variação do comprimento do dia no curso do ano, o café arábica não apresenta uma estação de florescimento definida, onde os dias são sempre curtos e continuamente indutivos para a gema floral. O mesmo autor também verificou que em algumas das regiões produtoras de café, o florescimento ocorre duas vezes ao ano, como em Ruiru no Quênia, Palmira-Valle na Colômbia e em Lyamungu na Tanzânia, além de que a época de florescimento é bastante diversificada em diversas regiões do mundo e também no Brasil. Desta forma, deve-se também considerar que além de diferentes regiões da planta responder ao estímulo do fotoperíodo de formas distintas, cada população de plantas dependendo do local, também respondem diferenciadamente, mesmo localizando-se em uma latitude próxima.

2.4 Maturação dos frutos

Os frutos são estruturas de proteção das sementes e quando as mesmas atingem seu pleno desenvolvimento, os frutos passam por alterações bioquímicas, contribuindo para a dispersão da espécie.

A espécie arábica apresenta como característica, frutos endozoocóricos sendo que em seu ambiente natural são consumidos principalmente por primatas (ECCARDI & SANDALJ, 2003). No Vietnã, também é procurado como alimento por animais como o gato almiscareiro, onde as sementes recolhidas nas fezes deste animal produzem um dos cafés mais nobres do mundo, o café Cuti.

Geralmente, o cafeeiro arábica em vista da localização geográfica e das condições climáticas, apresenta florescimentos sucessivos (GOUVEIA, 1984), determinando no momento da colheita a presença de frutos em diferentes estádios de maturação. Em áreas próximas ao Equador, floradas sucessivas determinam a realização de colheita seletiva dos frutos maduros durante quase todo o ano. No Brasil, apesar da ocorrência de florescimentos sucessivos, estes ocorrem em números mais reduzidos determinando a realização de uma única colheita quando a maioria dos frutos estiver maduro (PIMENTA 2000). O mesmo autor estudou diferentes épocas de colheita sobre a qualidade, observou no início da colheita a predominância de frutos verdes e cerejas e no final, predominância de frutos bóia e passa, com grande variação desses estádios durante todo o período.

No estudo realizado por PEZZOPANE et.al. (2003), a partir do desenvolvimento da fase chumbinho, as cultivares Mundo Novo e Obatã apresentam diferenças em seu ciclo fenológico. A maturação (ocorrida na fase cereja) foi atingida com diferentes durações do ciclo, sendo a cultivar Mundo Novo a mais precoce e a Obatã a mais tardia. Sendo que SONDAHL & SHARP (1979) afirmam que a maturação depende da constituição genética do cafeeiro.

O cafeeiro fisiologicamente apresenta frutos climatéricos e sua maturação é um processo em que os frutos alcançam as características de cor, textura, aroma, sabor, entre outros, que os torna aptos para o consumo. Estes processos de transformação químicos e fisiológicos são determinantes na qualidade e se iniciam comumente durante as etapas finais da maturação fisiológica do fruto, relacionados ao aumento na produção de etileno e o incremento na atividade respiratória (MARÍN-LOPEZ et al., 2003) e CARVALHO & CHALFOUN (1985).

Os frutos expostos a altas umidades e temperaturas nas fases finais da maturação tendem a sofrer fermentação butírica e propiônica pelos microorganismos sendo principal causa da formação dos gostos estranhos no café, dando origem às bebidas do tipo rio e riada (CORTEZ,1993).

2.5 Fenologia do café arábica

A maioria das plantas emite as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico. O café arábica é uma planta que leva dois anos para completar o ciclo fenológico. A fenologia do cafeeiro arábica foi definida e esquematizada (Figura 1) para as condições tropicais do Brasil e relacionada com condições agrometeorológicas de cada ano (CAMARGO & CAMARGO, 2001). Essa esquematização é útil para facilitar e racionalizar as pesquisas e observações na cafeicultura. Com isso, possibilita identificar as fases que exigem água facilmente disponível no solo e aquelas nas quais se torna conveniente ocorrer pequeno estresse hídrico, para condicionar uma abundante florada.

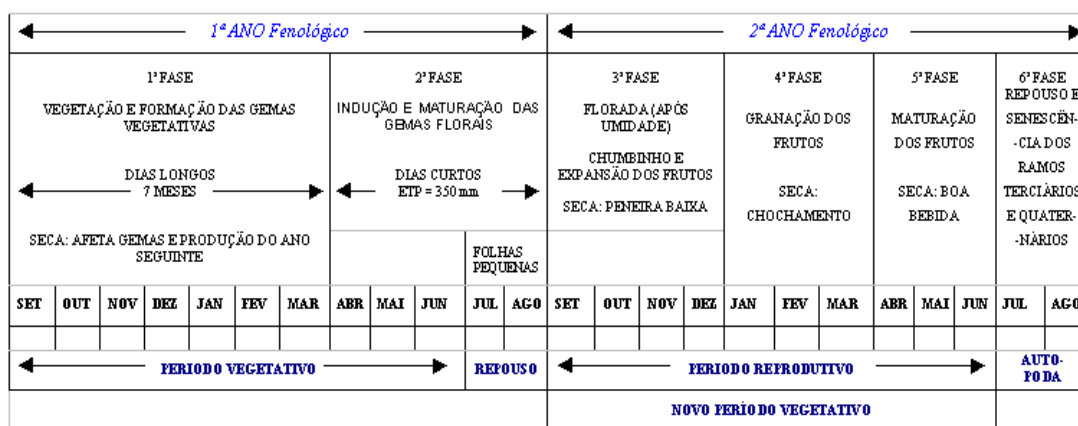


Figura 1. Esquema dos diferentes estádios fenológicos da cultura do café arábica para o Estado de São Paulo. Adaptado de CAMARGO & CAMARGO (2001).

Para identificar esses períodos foram esquematizadas seis fases fenológicas distintas, sendo duas delas no primeiro ano fenológico e quatro no segundo (figura 1). A primeira fase, “*vegetação e formação das gemas vegetativas*”, ocorre normalmente de setembro a março. São meses de dias longos, com fotoperíodo acima de 13 a 14 horas de luz efetiva (CAMARGO, 1985b). A segunda fase, “*indução, diferenciação,*

crescimento e dormência das gemas florais”, é caracterizada por dias curtos, indo normalmente de abril a agosto. A partir de fevereiro, com os dias ainda mais curtos, com menos de 13 horas de luz efetiva, intensifica-se o crescimento das gemas florais existentes (GOUVEIA, 1984). Essas gemas florais, após completo desenvolvimento, entram em dormência e ficam prontas para a antese quando acontecer um aumento substancial de seu potencial hídrico, causado por chuvas ou irrigação.

A terceira fase (florada, chumbinho e expansão dos frutos) é a primeira do segundo ano fenológico, compreende normalmente quatro meses, de setembro a dezembro. Inicia-se com a *florada* cerca de 8 a 15 dias após um aumento do potencial hídrico nas gemas florais maduras (choque hídrico). Uma florada principal acontece quando se verifica um período de restrição hídrica, seguido de chuvas, irrigação ou mesmo um acentuado aumento da umidade relativa do ar (CAMARGO & FRANCO, 1985; RENA & MAESTRI, 1985). Observações feitas por CAMARGO & CAMARGO (2001) em cafeeiros adultos em diferentes condições tropicais do Brasil, aptas para o café arábica, mostraram que as gemas florais completam a maturação e entram em dormência, ficando prontas para a antese plena quando o somatório de evapotranspiração potencial (ETp) a partir de abril atinge cerca de 350 mm e após uma chuva de pelo menos 10 mm. ZACHARIAS (2007) parametrizou um modelo fenológico que quantifica que as gemas florais completam a maturação e entram em dormência ficando prontas para a antese quando o somatório de ETp atinge 335 mm, equivalente a 1579 GD, sendo necessário uma chuva de pelo menos 7 mm para quebrar a dormência das gemas maduras. O modelo parametrizado fenológico apresentou boa capacidade de indicar o início do período da florada principal do café arábica. Temperatura ambiente elevada associada a um intenso déficit hídrico durante o início da florada provoca a morte dos tubos polínicos pela desidratação, causando o abortamento das flores, resultando nas conhecidas “estrelinhas” (DAMATTA & RAMALHO, 2006). Após a fecundação, ocorrem os chumbinhos e a expansão dos frutos. Havendo estiagem forte nessa fase (DAMATTA, 2004) o estresse hídrico prejudicará o crescimento dos frutos e resultará na formação de frutos pequenos e portanto na ocorrência de peneira baixa.

A quarta fase é a de granação dos frutos, quando os líquidos internos solidificam-se, dando formação aos grãos. Ocorre em pleno verão, de janeiro a março. Estiagens severas nessa fase poderão resultar em má formação do endosperma ou seja em “chochamento” de frutos.

A maturação dos frutos se dá na quinta fase, compreendendo normalmente os meses de abril a junho. A maturação plena, ou seja, quando pelo menos 50% dos grãos atingem a fase de cereja, é alcançada segundo CAMARGO & CAMARGO (2001) ao completar cerca de 700 mm de somatório de ETp, após a florada principal ou plena. Porém, segundo SANTOS (2005) e PEZZOPANE et al. (2006), para ser incorporado em modelos de monitoramento e de estimativa de quebra de produtividade, que necessitam desta informação fenológica, são necessários mais estudos para determinar com maior precisão os limites térmicos e hídricos para a maturação dos frutos. Nesta fase, a demanda hídrica decresce significativamente e as deficiências hídricas moderadas beneficiam a qualidade do produto. A sexta fase, de repouso e senescência dos ramos produtivos não primários, normalmente ocorrem em julho e agosto.

2.6 Soma térmica de graus-dia (GD) e acúmulo de evapotranspiração potencial (ETp)

Um dos métodos utilizados para relacionar a temperatura do ar e o desenvolvimento vegetal é o total de graus-dia acumulados (GD), definido como a soma de temperaturas acima da condição mínima e abaixo da máxima necessárias para a planta finalizar os diferentes subperíodos de desenvolvimento (SOUZA,1990). O conceito de graus-dia foi desenvolvido para superar inadequações do calendário diário e prever eventos fenológicos (WARINGTON & KANEMASU, 1983), identificar as melhores épocas de semeadura, escalonar a produção de culturas e para programas de melhoramento.

O conceito de graus-dia pressupõe a existência de uma temperatura-base inferior, abaixo da qual a planta não se desenvolve e, se o fizer, será em taxas muito reduzidas. Cada grau de temperatura acima da temperatura-base corresponde a um grau-dia. Cada espécie vegetal ou cultivar possui uma temperatura base, que pode variar em função dos diferentes subperíodos de desenvolvimento da planta, sendo comum a adoção de um valor único para todo o ciclo da cultura (CAMARGO et al., 1987). Esta teoria assume que tanto as temperaturas diurnas como as noturnas afetam o desenvolvimento e o crescimento vegetativo, e que os dados somente perdem sua confiabilidade sob condições de extremo ou prolongado estresse hídrico.

Diferentes trabalhos (INFELD & SILVA 1987 e SLACK et al., 1994 citado por PRELA & RIBEIRO, 2002) afirmam que o aumento da temperatura acelera o desenvolvimento da planta, reduzindo o seu ciclo e vice-versa. Com base nesse princípio ficam explicadas as diferentes durações do ciclo de uma cultura, em dias, para cultivos em localidades com regimes de temperaturas diferentes. Vários trabalhos têm demonstrado a grande utilidade do uso de graus-dia acumulados para previsão de fases fenológicas, bem como para zoneamento das culturas afirmando que graus-dia independem da época e do local de plantio.

SAMMIS et al. (1985) afirmam que um contador de tempo ou relógio fisiológico desenvolvido com base em graus-dias acumulados é menos variável do que a contagem por dias do calendário.

De acordo com OMETTO (1981), após se realizar a contabilização para uma cultura em dois ou mais anos, a previsão da marcha de valores de graus dia, nos anos subseqüentes, possibilita o planejamento adequado dos momentos em que deverão ser efetuados os tratos culturais, aplicação de nutrientes e programação da colheita, tanto no aspecto agrícola quanto no administrativo e financeiro.

A evapotranspiração potencial (ETp) é um elemento climatológico fundamental proposto por THORNTHWAITE (1948) para indicar a disponibilidade de energia solar na região. O método de estimativa de ETp de THORNTHWAITE (1948) foi avaliado com bom desempenho em escala mensal e decencial para as condições do Estado de São Paulo (CAMARGO & SENTELHAS, 1997). Constitui assim, um índice de eficiência térmica da região, semelhante aos graus-dia (GD), porém sendo expressa em milímetros (mm) de evaporação equivalente. A ETp acumulada é muito utilizada na definição das disponibilidades térmicas, como nos trabalhos de zoneamento climático da aptidão agrícola e definição de fases fenológicas (CAMARGO & CAMARGO, 2000). Enquanto os valores da temperatura do ar e de graus-dia são expressos em graus, simples índices termométricos, a ETp é dada em milímetros de evaporação, equivalente a uma unidade física.

A validade biológica desses conceitos tem sido modificada para levar em consideração adversidades meteorológicas como estresses hídricos na resposta à temperatura do ar (MASSIGNAM & ANGELOCCI, 1993).

2.7 Modelos agrometeorológicos

Modelo é a representação matemática de um sistema e modelagem é o processo de desenvolvimento desta representação (JONES et., 1987). Em um sentido mais geral, pode-se dizer que o modelo é o mesmo que hipótese (JONES et., 1987) ou teoria (PHILIP, 1991). Como tais, devem ter pressupostos claros e produzir respostas que possam ser testadas (BOOTE et., 1996).

Atualmente, o conhecimento de várias disciplinas como agrometeorologia, fisiologia vegetal, ciência do solo e agronomia são integradas de uma forma consistente, possibilitando simulações acuradas da dinâmica do crescimento de culturas e de sistemas agrícolas (JAME & CUTFORTH, 1996). Normalmente, para se agregar todas estas áreas do conhecimento, os modelos podem ser compartimentalizados em submodelos (BOOTE et al., 1996). O uso de modelos de simulações de culturas na pesquisa tem aumentado substancialmente, o que é decorrente da melhoria de técnicas de modelagem e da maior capacidade dos computadores na realização de cálculos (HANKS & RITCHIE, 1991; PENNING DE VRIES et al., 1991).

Apesar disso, a modelagem está ainda em um estágio inicial de desenvolvimento, uma vez que muitos modelos simulam apenas os principais fatores que afetam as culturas, como por exemplo, clima, água, disponibilidade de nitrogênio no solo e carbono para fotossíntese. Avanços na modelagem poderão incluir novos componentes como os efeitos do preparo da terra, pragas, doenças, ervas daninhas, salinidade do solo, excesso de água, entre outros (JAME & CUTFORTH, 1996).

Dois tipos distintos de modelos surgiram logo nos primeiros trabalhos: um essencialmente prático, que se baseava em análises de regressões para prever o desenvolvimento da cultura e outro, que procurava aumentar o conhecimento científico, procurando estabelecer as causas e os efeitos dos processos físicos e biológicos que ocorreriam nas plantas e no ambiente (PASSIOURA, 1973). Essas duas visões correspondem ao que ADDISCOTT & WAGENET (1985) chamaram de modelos funcionais e mecanísticos. Segundo MONTEITH (1996), os modelos funcionais passaram a ser chamados de empíricos.

A estimativa da produtividade e da duração das fases fenológicas das culturas é uma das prioridades da maioria dos programas de pesquisa agrometeorológica e, a partir disso, a modelagem e o teste de modelos em novos ambientes têm sido uma prática constante (BARNI et al., 1995). Segundo JONES et al. (1997), as etapas para o

desenvolvimento de modelos e utilização em novas condições ambientais compõem-se de:

a) Desenvolvimento: criação de um modelo teórico e a elaboração de um programa;

b) Verificação: é o processo pelo qual a lógica da programação é comparada com o modelo teórico proposto;

c) Calibração ou parametrização: é o ajuste feito nos parâmetros do modelo para dar a melhor acurácia entre os dados medidos e os simulados. Nos modelos empíricos, a calibração é o único meio pelo qual os coeficientes do sistema podem ser determinados. Apesar de a calibração ser contrária ao princípio dos modelos mecanísticos, ela é necessária na adaptação de um modelo existente para uma nova região. Este procedimento pode ser descartado somente quando um modelo mecanístico ‘perfeito’ é desenvolvido, o que atualmente é impossível (MONTEITH, 1996). A calibração deveria ser conduzida usando poucos e bem definidos experimentos no qual o solo, as condições climáticas e os detalhes do crescimento da cultura fossem cuidadosamente monitorados, caso contrário, muito tempo seria perdido no processo de tentativas e erro para o ajuste de curvas específicas (JAMES & CUTFORTH, 1996; BOOTE et al., 1996). Nesta etapa comumente são usados critérios estatísticos para determinar o grau de ajuste entre os dados simulados e os medidos; como a linha simulada passando dentro de uma faixa de desvio padrão; a minimização da soma dos quadrados dos erros dos dados simulados; alto valor de R^2 , preferencialmente próximo à linha 1:1 com intercepto em zero (BOOTE, 1994).

d) Validação: é a determinação se o modelo trabalha bem com dados totalmente independentes, isto é, se ele prevê acuradamente o crescimento, produção e outros processos, usando dados que foram previamente utilizados nas etapas de desenvolvimento e calibração (JONES et al., 1997). Normalmente, os resultados do processo de validação são usados para refinar o modelo ou guiar os pesquisadores a mais experimentos que produzirão um modelo mais consistente. ORESKES et al., 1994 propuseram ser possível invalidar um modelo, jamais “torná-lo válido” pois, como observado por COSTA (1997), um modelo é uma teoria científica e como tal, pode ser falsificada mas nunca validada. A partir disto, o último autor propõe o termo “teste” do modelo.

De acordo com MONTEITH (1996), os pesquisadores se preocupam em demasia com rigorosas calibrações e validações, esquecendo que o conhecimento dos processos físicos e biológicos de certas culturas, muitas vezes, é incipiente.

2.8 Cultivares de café arábica

A espécie arábica é de grande importância econômica para as regiões que a cultivam, especialmente as Américas, uma vez que seu produto é de qualidade superior (aroma e sabor mais apreciados no mundo inteiro), e de maior aceitação nos mais importantes mercados consumidores.

2.8.1 Cultivar Mundo Novo

As diversas linhagens da cv. Mundo Novo possuem alta capacidade de adaptação, dando boas produções em quase todas as regiões cafeeiras do Brasil com clima apropriado para a espécie *C. arabica*. Esta cultivar é de porte alto, vigorosa, frutos vermelhos e de maturação média e ótima qualidade da bebida. O espaçamento para o sistema de adensamento deverá ser um pouco maior que o normalmente utilizado, em vista do grande vigor vegetativo. É também especialmente indicada para os sistemas em que se utiliza a poda, como o decote, para reduzir a altura pela ótima capacidade de rebrota (THOMAZIELLO et al., 2000; FAZUOLLI et. al., 2002 e 2007).

2.8.2 Cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo

As linhagens destas cultivares têm ampla capacidade de adaptação, com altas produções na maioria das regiões cafeeiras do País. De porte pequeno, permitem maior densidade de plantio e tornam mais fácil a colheita e menos onerosos os tratamentos fitossanitários. Apresentam maturação média a tardia e ótima qualidade da bebida. Em condições normais, já produzem muito nos dois primeiros anos de colheita, necessitando, por isso, de cuidados especiais na adubação (THOMAZIELLO et al., 2000; FAZUOLLI et. al., 2002 e 2007).

2.8.3 Cultivar Obatã IAC 1669-20

É uma cultivar de porte baixo, resistente ao agente da ferrugem e indicada também para plantios adensados ou em renque. Os frutos são maiores que os das cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. Os frutos são vermelhos, grandes e apresentam maturação tardia. Essa cultivar, cujas sementes já há vários anos vêm sendo distribuídas experimentalmente pelo IAC a muitos cafeicultores e instituições de pesquisa, apresentando excelentes produções, grande rusticidade e responde bem a irrigação, razão pela qual seu plantio tem-se expandido rapidamente (THOMAZIELLO et al., 2000; FAZUOLLI et. al., 2002 e 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Dados climáticos e fenológicos de café

Os dados meteorológicos diários de precipitação (mm) e de temperaturas (°C) máximas e mínimas do ar foram obtidos dos postos meteorológicos do IAC tanto em Campinas como em Mococa localizados próximos aos talhões de café considerados do Centro de Ecofisiologia e Biofísica de experimentos realizados no Centro Experimental Central do Instituto Agrônomo (IAC), localizado no município de Campinas (Lat.: 22° 54'S; Long.: 47° 05'W e Alt.: 669 m) e no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Nordeste Paulista em Mococa (Lat.: 21° 28'S; Long.: 47° 01'W e Alt.: 665 m).

Os dados fenológicos de café das cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20 foram obtidos junto aos arquivos históricos do programa de melhoramento do Centro de Café Alcides Carvalho.

As cultivares Mundo Novo e Catuaí atualmente representam a grande maioria do parque cafeeiro do Estado de São Paulo. A cultivar Mundo Novo possui maturação média e alta capacidade de adaptação, dando boas produções em quase todas as regiões cafeeiras do Brasil. A cultivar Catuaí tem ampla capacidade de adaptação, indicado para plantios adensados. Apresenta frutos amarelos ou vermelhos de maturação média a tardia e ótima qualidade da bebida. A cultivar Obatã IAC 1669-20 apresenta maturação

tardia e com boa qualidade da bebida. É exigente em nutrição e irrigação (FAZUOLI et al. 2002 e 2007).

Foram utilizadas informações fenológicas de sete ciclos (anos agrícolas) como datas do início da floração plena e época da colheita obtidos nos ciclos de 2001/02 a 2007/08. Em se tratando de experimentos que possuíam o objetivo de produção de sementes do programa de melhoramento, a colheita era realizada quando os frutos estavam na fase de cereja considerada como a maturação plena dos frutos.

Os ciclos foram divididos em duas partes, sendo que os anos de 2001/02 a 2004/05 foram usados para a parametrização do modelo e os anos de 2005/06 a 2007/08 foram reservados para os testes como dados independentes.

Assim, os ciclos de 2001/02 a 2004/05 foram utilizados para a parametrização em um total de seis ciclos para a cultivar Mundo Novo, sete ciclos para a cultivar Catuaí e Obatã. Desses seis ciclos da cultivar Mundo Novo, quatro ciclos foram em Campinas (2001/02 a 2004/05) e dois ciclos em Mococa (2003/04 e 2004/05). Com relação aos sete ciclos da cultivar Catuaí, quatro foram em Campinas (2001/02 a 2004/05) e três ciclos em Mococa (2001/02, 2003/04 e 2004/05) e para os sete ciclos da cultivar Obatã, quatro foram em Campinas (2001/02 a 2004/05) e três ciclos em Mococa (2001/02, 2003/04 e 2004/05).

Os ciclos de 2005/06, 2006/07 e 2007/08 foram utilizados para fazer o teste como dados independentes em um total de seis ciclos para as cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã, sendo três ciclos para a Campinas e três ciclos para Mococa.

3.2. Graus-dia

O conceito de graus-dia (GD) proposto inicialmente por REAUMUR (1735), citado por PEREIRA et al. (2002), baseia-se no fato de que a taxa de desenvolvimento de uma espécie vegetal está relacionada à temperatura do meio. O cálculo de GD é dado pela seguinte equação:

$$GD = \sum \frac{(T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}})}{2} - T_b$$

em que $T_{\text{máx}}$ é a temperatura máxima diária do ar ($^{\circ}\text{C}$) e $T_{\text{mín}}$ é a temperatura mínima diária do ar ($^{\circ}\text{C}$) e T_b é a temperatura-base inferior, determinada por PEZZOPANE et al. (2005) para o período floração-maturação como sendo de $10,2^{\circ}\text{C}$. Este conceito de

graus-dia assume a existência de relação linear entre desenvolvimento da cultura e temperatura, não considerando o efeito de outros fatores ambientais sobre o crescimento e desenvolvimento vegetal. Para o cafeeiro, o desenvolvimento inicial da frutificação pode ser retardado em função de ocorrência de deficiência hídrica (RENA & MAESTRI, 1985). Para considerar os efeitos da ocorrência de deficiência hídrica no desenvolvimento inicial dos frutos de café foi utilizado também o “GD corrigido pelo fator hídrico” que é um fator de correção para os GD em função da disponibilidade de água no solo no início do desenvolvimento dos chumbinhos e expansão dos frutos (até o oitavo decêndio após a floração), de acordo com PEZZOPANE et al. (2008). O fator de correção dos graus-dia para a disponibilidade hídrica (FH) no solo foi calculado com o uso da seguinte equação, proposta por MASSIGNAM & ANGELOCCI (1993):

$$FH = NH / N$$

em que NH é a duração da fase que ocorreria se não houvesse deficiência hídrica e N é a duração da fase estimada por meio de equação de regressão proposta por PEZZOPANE et al. (2008). Os graus-dia corrigidos (GDcorr) para os decêndios iniciais de desenvolvimento onde ocorrem deficiências hídricas, foram calculados pela seguinte equação, considerando Tb igual a 10,5°C de acordo com PEZZOPANE et al. (2008):

$$GD_{corr} = GD * FH$$

3.3 Balanço hídrico e evapotranspiração

O cálculo do balanço hídrico seqüencial, para estimar a disponibilidade hídrica do solo, foi realizado pelo programa proposto por ROLIM et al. (1998), feito em planilhas no ambiente EXCELTM, baseado no método de THORNTHWAITE & MATHER (1955), em escala decendial. Como entrada de dados, o modelo utiliza valores diários de temperatura mínima e máxima do ar e precipitação pluviométrica. Considera capacidade máxima de água disponível (CAD) igual a 100 mm, pois atende a grande maioria dos solos das áreas cafeeiras do Estado de São Paulo (CAMARGO & PEREIRA, 1994). Segundo CAMARGO et al. (2001) a profundidade média de exploração das raízes de um cafeeiro adulto, para as condições do Estado de São Paulo, é de aproximadamente 1 metro. Como o café é uma cultura perene e os dados

fenológicos e de produtividades considerados são provenientes de cafeeiros adultos, o valor do coeficiente de cultura (kc) adotado no cálculo do balanço hídrico se iguala à unidade (kc 1), assumindo-se, assim, plena cobertura do terreno pelas plantas adultas, conforme sugerido por CAMARGO & PEREIRA (1994).

Foram gerados valores decendiais da demanda atmosférica, representada pela evapotranspiração potencial (ETp), que foi estimada pelo método de THORNTHWAITE (1948). Os balanços também fornecem a estimativa da evapotranspiração real (ETr), o armazenamento de água no solo (ARM), a deficiência hídrica (DEF) e o excedente hídrico (EXC).

A representação gráfica do balanço hídrico foi feita por meio do extrato, segundo o método de CAMARGO & CAMARGO (1993), que utiliza apenas os valores de excedentes (valores positivos) e deficiências hídricas (valores negativos), permitindo uma melhor visualização da intensidade e duração dos períodos secos e úmidos.

3.4 Modelo agrometeorológico - fenológico

O modelo agrometeorológico para estimativa da quebra de produtividade do café, proposto por CAMARGO et al. (2003), é dividido em componentes hídricos e fenológicos. O componente hídrico do modelo é baseado nos resultados do balanço hídrico seqüencial, a nível decendial (10 dias), que fornece a deficiência e o excedente hídricos. A deficiência hídrica é quantificada através do déficit de evapotranspiração relativa, adaptado do modelo de DOORENBOS & KASSAN (1979), ajustados por diferentes fatores de sensibilidade da cultura (Ky) aos déficits hídricos acontecidos nas diferentes fases fenológicas na forma de produtório.

O componente fenológico do modelo é dividido em duas partes:

1^a) Estima o início da plena floração do cafeeiro o qual foi parametrizado por ZACARIAS et al., (2008) como sendo necessários acumulações de ETp de 335 mm e um total de chuva de pelo menos 7 mm.

2^a) Estima a duração do subperíodo floração-maturação, que é o enfoque desta dissertação. Foi considerado inicialmente o valor de 700 mm de ETp, sugerido por CAMARGO & CAMARGO (2001) como necessário para completar o estágio fenológico da floração-maturação. Foram considerados também outros modelos de somas térmicas (GD) e acumulações de ET com e sem a correção por déficits hídricos.

3.4.1 Modelos de somas térmicas

Foram utilizados diferentes valores de acumulações baseadas em evapotranspirações: potencial (ETp), real (ETr) e combinação entre ETr e ETp, e baseadas em somas térmicas em graus-dia: clássico (GD) e corrigido pelo fator hídrico (GDcorr). Desta forma, foram determinadas as acumulações da ETp, de ETr e combinações dessas duas ETs (ETp e ETr) conforme proposto por PEZZOPANE et al. (2008) considerando ETr nos oito primeiros decêndios após a floração e acúmulo da ETp do nono decêndio até a maturação (ETr-ETp). Este procedimento foi adotado, para considerar a influência de períodos com deficiência hídrica no desenvolvimento inicial dos frutos do cafeeiro.

3.5 Análise estatística

Análises estatísticas foram realizadas considerando média, desvio padrão (DV) e coeficiente de variação (CV) tanto na calibração como no teste dos diferentes modelos de acumulações de ET e de somas térmicas de GD.

Para a avaliação das estimativas da duração do estágio fenológico da floração-maturação, foram realizadas análises de regressão linear relacionado as durações estimadas com as observadas. Ao correlacionar valores estimados com os observados, foram considerados indicadores estatísticos como o coeficiente de determinação (R^2).

A precisão é dada pelo coeficiente de determinação (R^2), que indica quanto à variação da variável dependente é explicada por aquela das variáveis independentes, isto é, o grau de dispersão dos dados obtidos em relação à média (o erro aleatório).

Para avaliar as interações entre as variáveis dependentes (comprimento dos ciclos) com as variáveis independentes (somas térmicas e componentes dos balanços hídricos) utilizaram-se gráficos de superfície de resposta e de contornos, feitos por meio do programa STATISTICA 6.0.

3.6 Aplicação do modelo parametrizado em diferentes regiões

A aplicação do modelo parametrizado de estimativa do período floração-maturação é exemplificada considerando-se dados agrometeorológicos de diferentes

regiões agroecológicas representativas de regiões cafeeiras do Estado de São Paulo (Tabela 1) no período de 1993 a 2008 (16 anos). Este período é relativamente longo para ilustrar a variabilidade da duração do período floração-maturação devido à variabilidade inter-anual das épocas de floração e maturação condicionada pelas condições climáticas.

O Estado de São Paulo pode ser dividido nas seguintes regiões tradicionais produtoras de café com as respectivas localidades representativas: Mogiana (Campinas, Mococa, Ribeirão Preto, Cristais Paulista), Marília (Marília), Ourinhos (Manduri) e Araraquarense (Pindorama). Estas localidades apresentam grande variação de altitude (562 a 995m) e conseqüentemente de temperatura do ar que interferem nas épocas de floração e da maturação do café.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas e fonte de dados agrometeorológicos de localidades representativas de diferentes regiões agroecológicas produtoras de café do Estado de São Paulo. Fonte: IAC.

Localidade	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)	Altitude (m)
Campinas	22° 54'	47° 05'	674
Cristais Paulista	20° 33'	47° 25'	995
Manduri	23° 10'	49° 20'	589
Marília	22° 14'	49° 57'	652
Mococa	21° 28'	47° 01'	665
Pindorama	21° 13'	48° 56'	562
Ribeirão Preto	21° 11'	47°48'	621

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Condições climáticas das regiões de Campinas e Mococa

As condições climáticas resultantes dos balanços hídricos normais da região de Campinas e Mococa, SP estão apresentadas nas Figuras 2 e 3. O período chuvoso para Campinas e Mococa está compreendido entre os meses de outubro a março, nesse período há normalmente um excedente hídrico que para a cultura do café nessa época é propício para a indução da florada e boa formação dos grãos.

O período normal de seca para Campinas e Mococa está compreendido entre os meses de abril a setembro, sendo que a partir de maio ocorre normalmente uma deficiência hídrica maior, para o cafeeiro esse período de seca é muito importante para a plena maturação dos frutos e colheita do café que coincide com esse período.

Quando se analisa individualmente os anos agrícolas de 2001/02 a 2007/08 por meio do balanço hídrico seqüencial a nível decenal observa-se grande variação nas épocas e intensidade de períodos com deficiências hídricas nas duas regiões (figuras 4 a 17). Para Campinas os anos agrícolas que apresentaram períodos com elevada deficiência hídrica foram 2002/03, 2005/06 e 2006/07, especialmente nos meses de setembro e outubro. O mês de outubro de 2002 foi marcado por temperaturas do ar muito elevadas, batendo o recorde de 118 anos da série do posto meteorológico de Campinas do IAC.

Para a localidade de Mococa, os balanços hídricos seqüenciais mostram que os anos agrícolas de 2003/04 e 2007/08 foram os que apresentaram os períodos com déficits hídricos mais longos e acentuados, especialmente o ano agrícola de 2003/04 quando o período seco teve início em setembro, se prolongando até outubro, e outro período seco ocorreu em dezembro. Estes anos agrícolas marcados por períodos com deficiência hídrica foram os que apresentaram as maiores durações em dias do ciclo floração-maturação, para as cultivares e locais considerados.

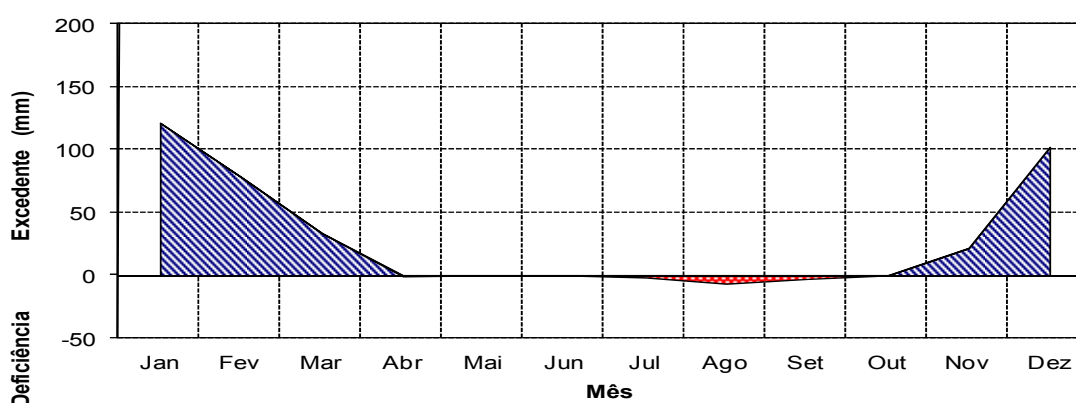


Figura 2 – Extrato do balanço hídrico normal (1961/90) para região de Campinas, SP.

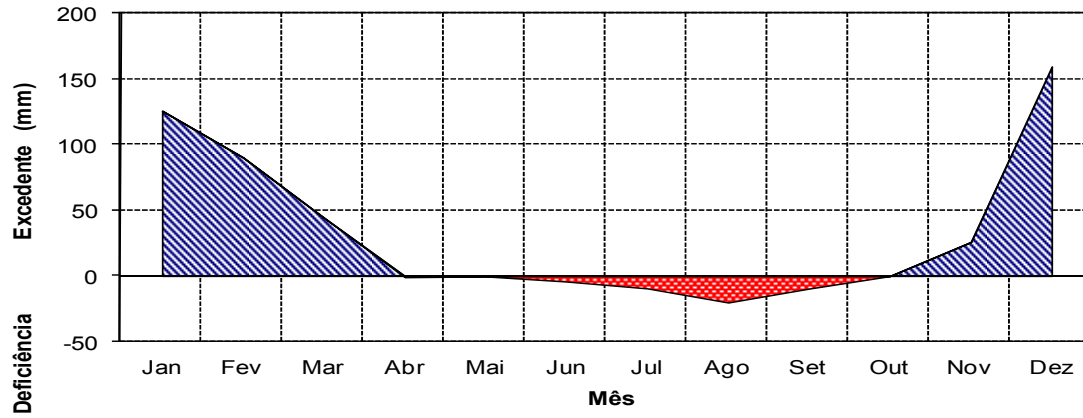


Figura 3 – Extrato do balanço hídrico normal (1961/90) para região de Mococa, SP.

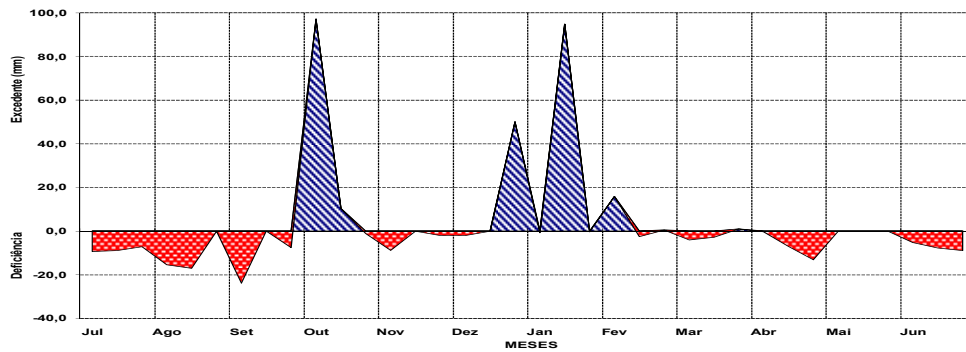


Figura 4 - Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2001/02 para região de Campinas, SP.

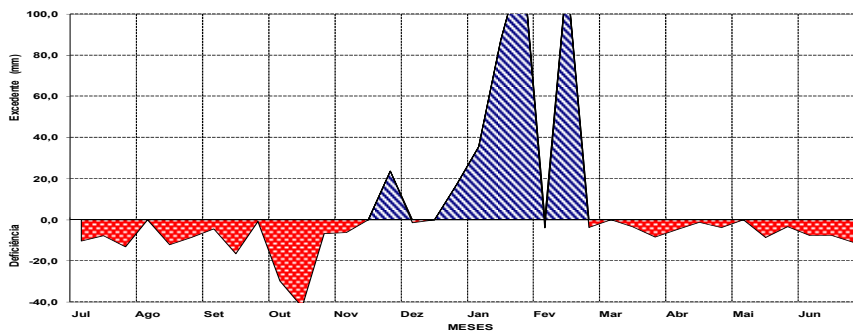


Figura 5 – Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2002/03 para região de Campinas, SP.

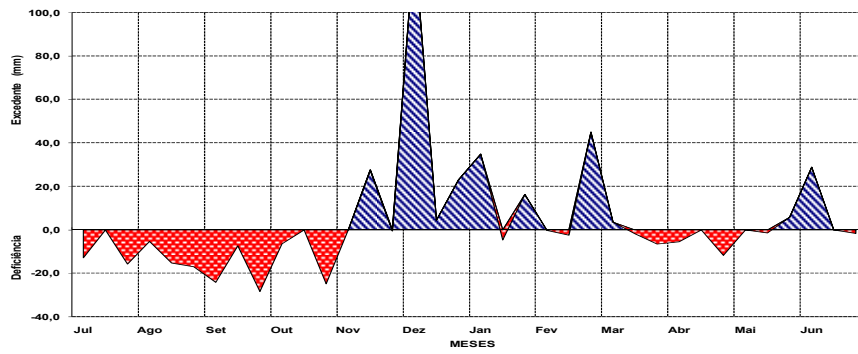


Figura 6 – Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2003/04 para região de Campinas, SP.

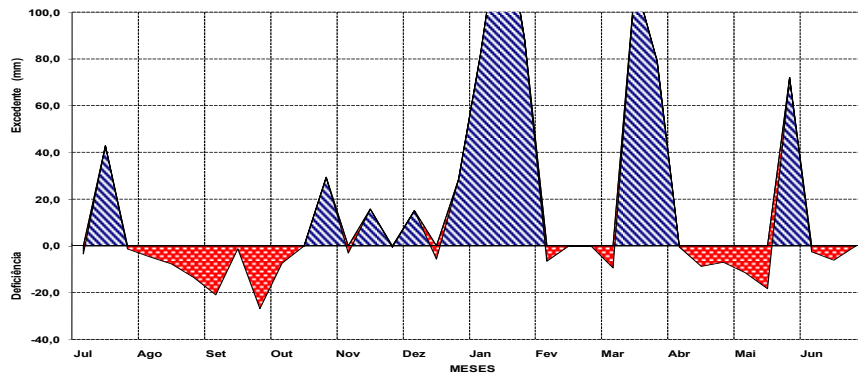


Figura 7 – Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2004/05 para região de Campinas, SP.

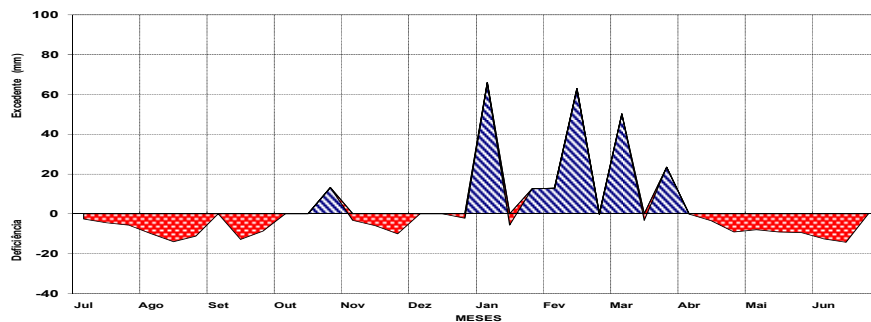


Figura 8 -- Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2005/06 para região de Campinas, SP.

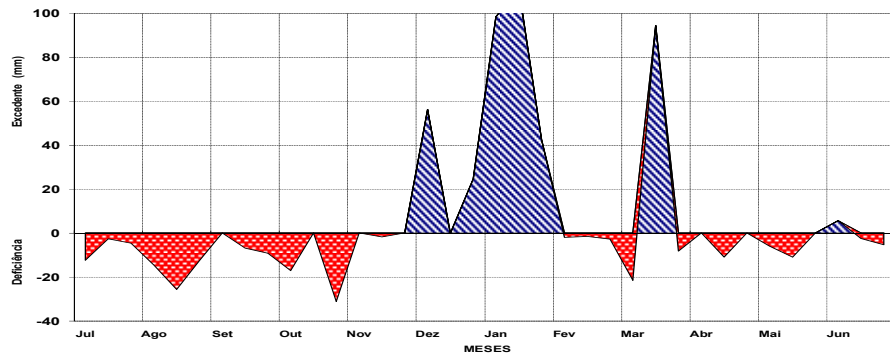


Figura 9 – Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2006/07 para região de Campinas, SP.

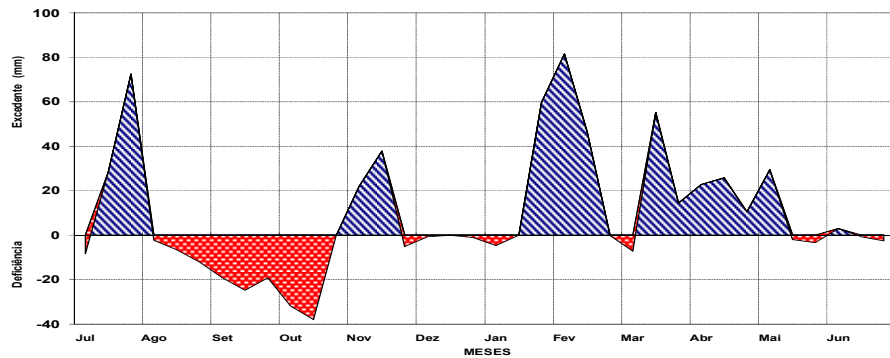


Figura 10 – Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2007/08 para região de Campinas, SP.

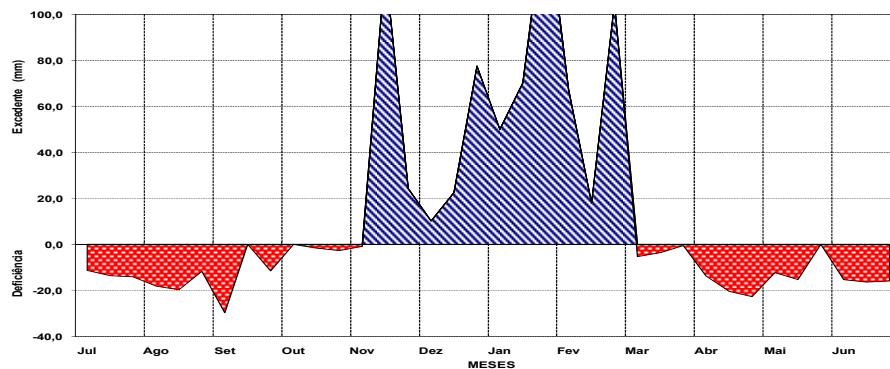


Figura 11 – Extrato do balanço hídrico seqüencial do ano agrícola 2001/02 para região de Mococa, SP.

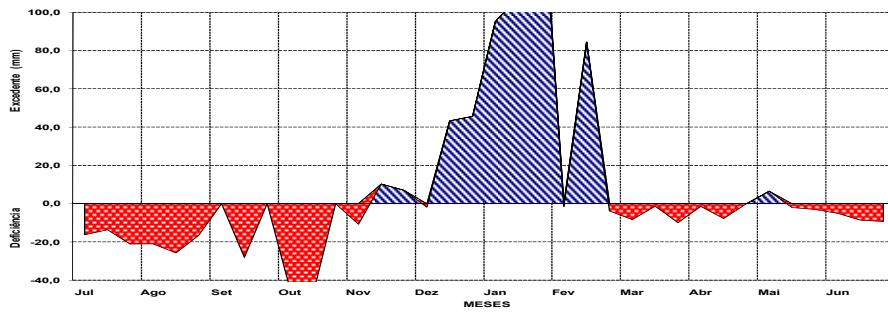


Figura 12 – Extrato do balanço hídrico sequencial do ano agrícola 2002/03 para região de Mococa, SP.

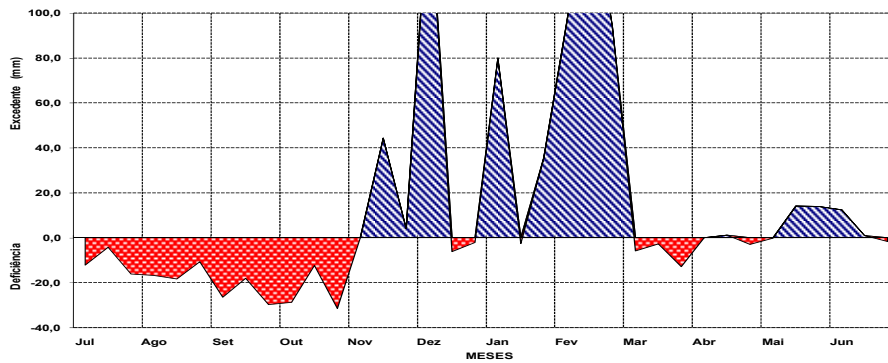


Figura 13 – Extrato do balanço hídrico sequencial do ano agrícola 2003/04 para região de Mococa, SP.

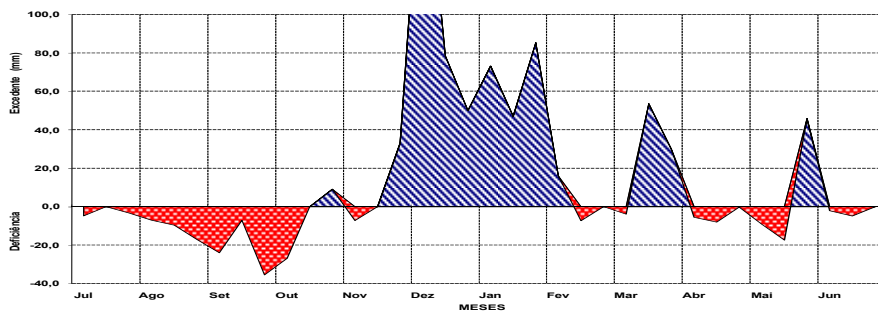


Figura 14 – Extrato do balanço hídrico sequencial do ano agrícola 2004/05 para região de Mococa, SP.

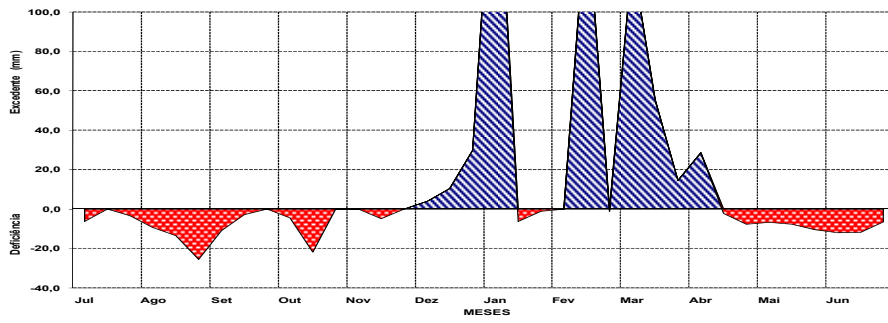


Figura 15 – Extrato do balanço hídrico sequencial do ano agrícola 2005/06 para região de Mococa, SP.

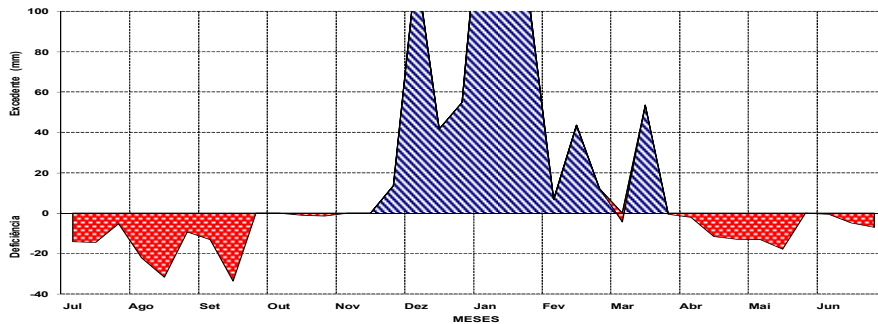


Figura 16 – Extrato do balanço hídrico sequencial do ano agrícola 2006/07 para região de Mococa, SP.

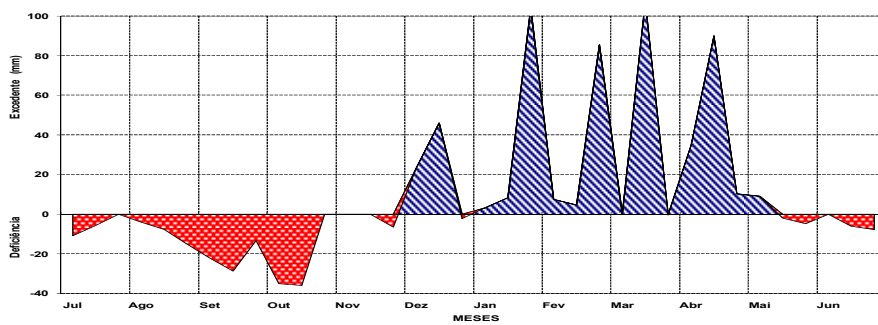


Figura 17 – Extrato do balanço hídrico sequencial do ano agrícola 2007/08 para região de Mococa, SP.

4.2 Parametrização do modelo agrometeorológico de estimativa da duração do estágio fenológico da floração-maturação

Nos seis ciclos analisados para a cultivar Mundo Novo a duração do período floração-maturação variou de 196 a 242 dias com média de 214 dias. Considerando os sete ciclos para a cultivar Catuaí, a duração do período floração-maturação variou de 203 a 248 dias com média de 217 dias. E dos sete ciclos analisados para cultivar Obatã IAC 1669-20, a duração do período floração-maturação variou de 217 a 261 dias com média de 234 dias. Estes resultados confirmam que a cultivar Mundo Novo apresenta maturação média (214 dias), enquanto a Catuaí apresenta média-tardia (217 dias) e a Obatã IAC 1669-20 maturação tardia (234 dias).

As necessidades térmicas (ET e GD) para a cultivar Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20 no período da floração-maturação estão apresentadas nas Tabelas 2, 3 e 4. Observa-se que a acumulação de média de ETp, foi de 829,4 mm para a cultivar Mundo Novo, de 847,7 mm para a cultivar Catuaí e 893,7 mm para cultivar Obatã IAC 1669-20, indicando assim que as duas últimas são mais tardias que a cultivar Mundo Novo. Estes valores foram superiores ao valor originalmente sugerido por CAMARGO & CAMARGO (2001) de cerca de 700 mm.

As acumulações de ETp apresentaram valores de DP e de CV muito superiores comparados com as acumulações utilizando ETr ou ETr-ETp para as três cultivares consideradas indicando assim um desempenho inferior da soma térmica ETp.

Para a cultivar Mundo Novo os valores de DP e CV foram de 59,5 mm e 7,2 % para ETp, 26,8 mm e 3,6 % para ETr e 34,2 mm e 4,4 % para ETr-ETp. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por PEZZOPANE et al. (2008) considerando o período de 1971 a 2004, indicando melhor desempenho das somas térmicas que consideram correção pelo déficit hídrico.

Quando se considera a cultivar Catuaí, os valores de DP e CV foram menores comparados ao Mundo Novo, 49,2 mm e 5,8 % para ETp, 21,0 mm e 2,8 % para ETr e 32,5 mm e 4,1 % para ETr-ETp. A análise estatística indica assim que a acumulação ETr apresentou desempenho superior para as cultivares Mundo Novo e Catuaí do que as demais acumulações considerando ET.

Para a cultivar Obatã IAC 1669-20 a acumulação de ETp apresentou valores do DP e CV de 42,4 mm e 4,7 %, superiores aos 21,4 mm e 2,7 % para ETr e 18,8 mm e 2,2 % para ETr-ETp respectivamente. Os resultados do desempenho destas duas

acumulações foram semelhantes para a cultivar Obatã IAC 1669-20 em relação às anteriores.

Assim, as acumulações considerando valores médios de ETr 746,3 mm para a cultivar Mundo Novo, 761,7 mm para a cultivar Catuaí e 798,8 mm para cultivar Obatã IAC 1669-20 podem ser considerados melhores indicativos para a estimativa do período floração-maturação do que a acumulação considerando apenas ETp.

Com relação ao método clássico de GD utilizando Tb de 10,2° C, observaram-se médias de 2.899,8 GD para a cultivar Mundo Novo, 2.990,4 GD para a cultivar Catuaí e 3.202,6 GD para cultivar Obatã IAC 1669-20. Entretanto, apresentaram DP e CV elevados 266,4 mm e 9,2 % para a cultivar Mundo Novo; 222,4 mm e 7,4 % para a cultivar Catuaí e 171,3 mm e 5,4 % para a cultivar Obatã IAC 1669-20 respectivamente.

A parametrização utilizando somas térmicas com procedimento de correção (Tb 10,5°C) para o fator hídrico apresentou melhor desempenho, com valores inferiores de DP e CV. Para a cultivar Mundo Novo as análises estatísticas indicaram valores de DP de 213,8 mm, CV de 7,8 % e valor médio de soma de GDcorr de 2733,4. Resultados semelhantes foram obtidos por PEZZOPANE et al. (2008) que sugeriu o valor médio de 2761,0 GDcorr.

A parametrização para as cultivares Catuaí e Obatã IAC 1669-20 as análises estatísticas indicaram valores de DP e CV de 175,1 mm e 6,2 % para a cultivar Catuaí e 139,9 mm e 4,6 % para a cultivar Obatã IAC 1669-20 respectivamente.

Assim, as somas térmicas valores médios de GDcorr (Tb=10,5°C) considerando procedimento de correção para o fator hídrico de 2733,4 para a cultivar Mundo Novo, 2815,5 para a cultivar Catuaí e 3008,0 para a cultivar Obatã IAC 1669-20 podem ser considerados melhores indicativos para a estimativa do período floração-maturação do que a soma térmica considerando o método clássico de GD.

As figuras 18 a 23 indicam os valores dos desvios padrão obtidos pelas análises estatísticas para a parametrização para as cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20 com base nas acumulações ETp, ETr, ETr-ETp e somas térmicas GD clássico sem correção e GD com correção ao longo dos anos considerados (2001/02 a 2004/05) em Campinas e Mococa. Observa-se para as três cultivares menores valores dos desvios resultantes das somas térmicas com correção hídrica tanto para Campinas como para Mococa.

Quando se compara a parametrização entre as acumulações e somas térmicas considerando ETr e GDcorr, as análises estatísticas indicam desempenho com maior

consistência da ETr em relação ao GDcorr, com valores de CV bem inferiores. Muito provavelmente devido a utilização do procedimento de correção para o fator hídrico da acumulação de ETr considerar todo o período da fase da floração-maturação. A soma térmica GDcorr considera a correção apenas durante os oito primeiros decêndios após a floração do café.

Os resultados sugerem a necessidade de se considerar o fator hídrico para a quantificação das acumulações e somas térmicas, seja considerando ET ou GD, necessárias para estimação do período floração-maturação do café. Estes resultados estão de acordo com RENA & MAESTRI (1985) que concluíram que a ocorrência de déficits hídricos no período de frutificação e expansão afeta o desenvolvimento dos frutos e a duração do estágio floração-maturação.

Tabela 2 – Valores de somas térmicas, em graus-dia (GD) e acumulações de evapotranspirações (ET) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Mundo Novo em Campinas e Mococa, SP utilizados para a parametrização para os anos agrícolas 2001/02 a 2004/05.

Ano	nº dias	Acumulações (mm)			Somadas Térmicas	
		ETp	ETr	ETr-ETp	GD	GDcorr
Campinas						
2001/02	206	775,3	743,6	755,8	2661,0	2561,3
2002/03	196	817,5	710,5	730,1	2784,0	2606,7
2003/04	207	770,9	718,4	739,2	2678,0	2546,3
2004/05	211	812,8	764,2	796,2	2818,0	2687,3
Mococa						
2003/04	242	922,2	765,9	801,5	3306,0	3045,7
2004/05	219	877,7	775,1	808,2	3152,0	2953,0
Média	213,5	829,4	746,3	771,8	2899,8	2733,4
DP	15,8	59,5	26,8	34,2	266,4	213,8
CV (%)	7,4	7,2	3,6	4,4	9,2	7,8

Tabela 3 - Valores de somas térmicas, em graus-dia (GD) e acumulações de evapotranspirações (ET) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Catuaí em Campinas e Mococa, SP utilizados para a parametrização para os anos agrícolas 2001/02 a 2004/05.

Ano	nº dias	Acumulações (mm)			Somadas Térmicas	
		ETp	ETr	ETr-ETp	GD	GDcorr
Agrícola						
Campinas						
2001/02	213	805,4	773,4	785,9	2802,0	2699,3
2002/03	203	848,0	724,4	745,4	2914,0	2712,0
2003/04	206	850,1	757,6	790,1	3038,0	2840,3
2004/05	204	788,1	746,5	771,5	2709,0	2592,3
Mococa						
2001/02	220	837,8	766,1	832,6	2971,0	2810,8
2003/04	248	941,6	785,3	820,9	3390,0	3126,7
2004/05	226	863,2	778,6	829,1	3109,0	2927,0
Média	217,1	847,7	761,7	796,5	2990,4	2815,5
DP	16,09	49,15	20,97	32,52	222,45	175,10
CV (%)	7,4	5,8	2,8	4,1	7,4	6,2

Tabela 4 - Valores de somas térmicas, em graus-dia (GD) e acumulações de evapotranspirações (ET) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Obatã IAC 1669-20 em Campinas e Mococa, SP utilizados para a parametrização para os anos agrícolas 2001/02 a 2004/05.

Ano	nº dias	Acumulações (mm)			Somadas Térmicas	
		ETp	ETr	ETr-ETp	GD	GDcorr
Agrícola						
Campinas						
2001/02	242	891,6	839,5	872,1	3224,0	3081,0
2002/03	231	930,4	797,2	827,8	3294,0	3068,4
2003/04	217	887,7	793,8	827,7	3192,0	2985,3
2004/05	225	835,6	775,5	819,0	2922,0	2771,0
Mococa						
2001/02	227	861,6	777,6	856,4	3098,0	2913,7
2003/04	261	963,7	807,4	843,0	3481,0	3214,7
2004/05	238	885,0	800,4	850,9	3207,0	3022,0
Média	234,4	893,7	798,8	842,4	3202,6	3008,0
DP	14,4	42,4	21,4	18,8	171,3	139,9
CV (%)	6,1	4,7	2,7	2,2	5,4	4,6

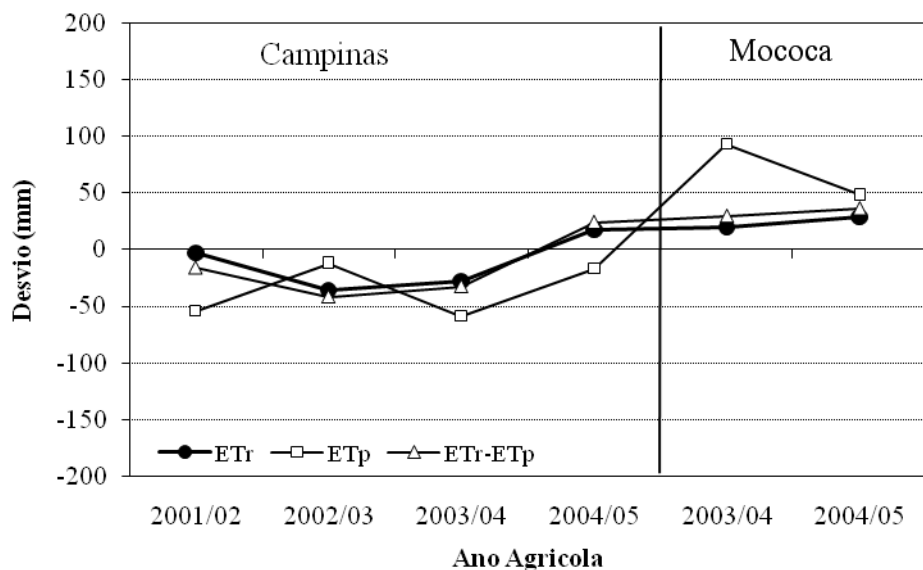


Figura 18 – Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Mundo Novo com base nas acumulações ETp, ETr, ETr-ETp para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.

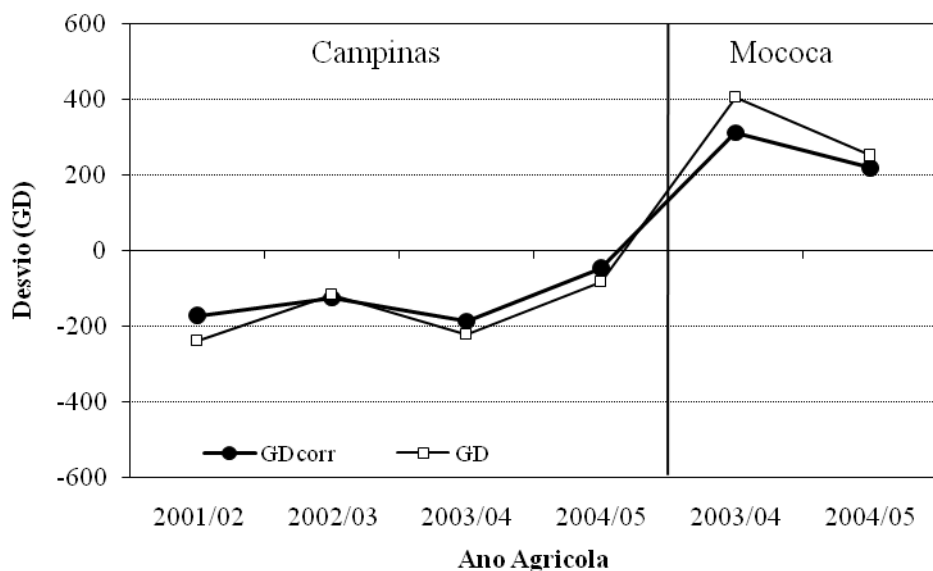


Figura 19 – Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Mundo Novo com base nas somas térmicas GD e GDcorr para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.

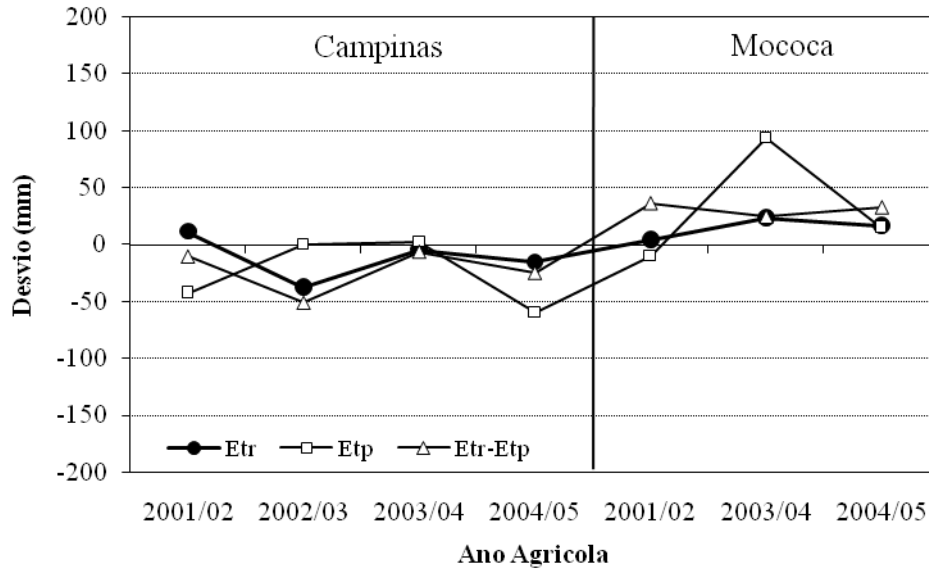


Figura 20 – Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Catuaí com base nas acumulações ETr, Etp, ETr-Etp para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.

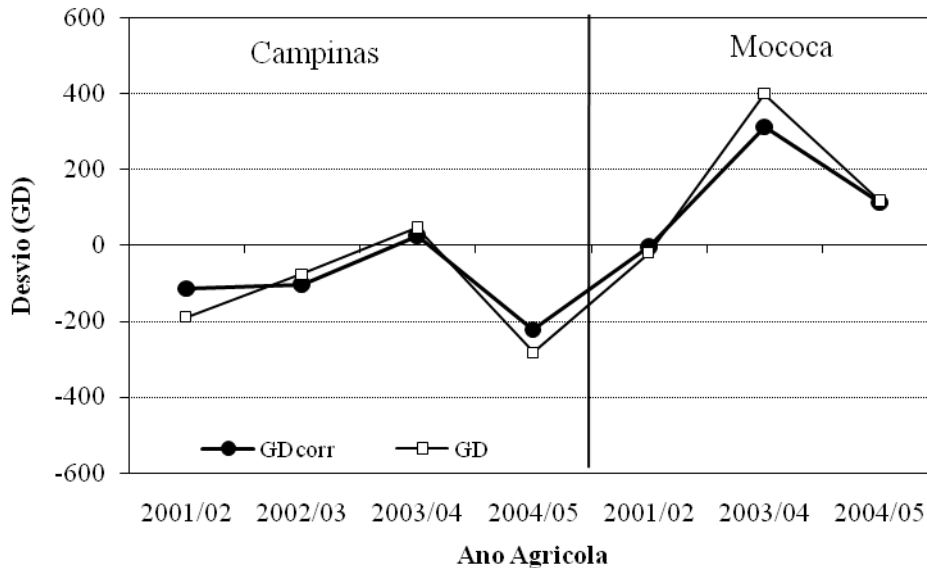


Figura 21 – Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Catuaí com base nas somas térmicas GD e GDcorr para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.

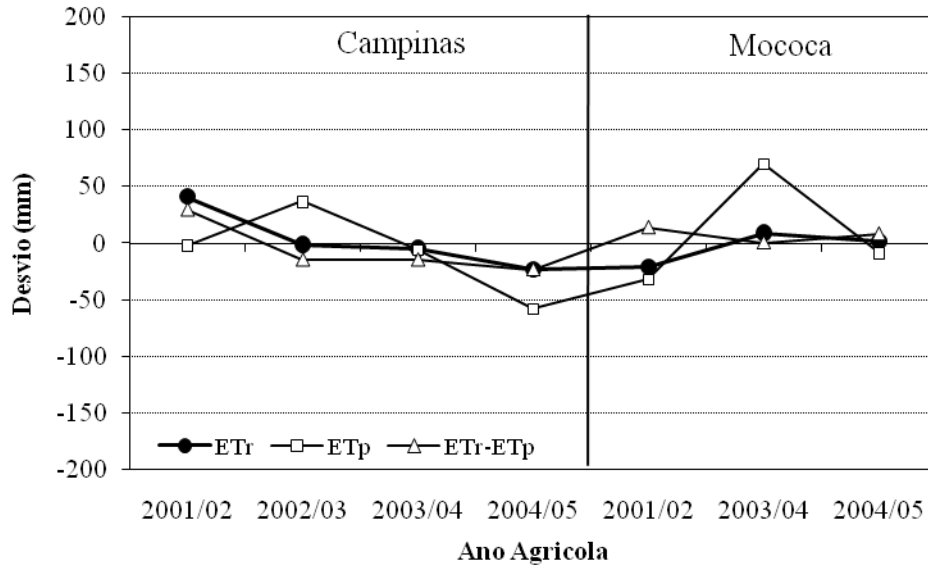


Figura 22 – Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Obatã IAC 1669-20 com base nas acumulações ETp, ETr, ETr-ETp para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.

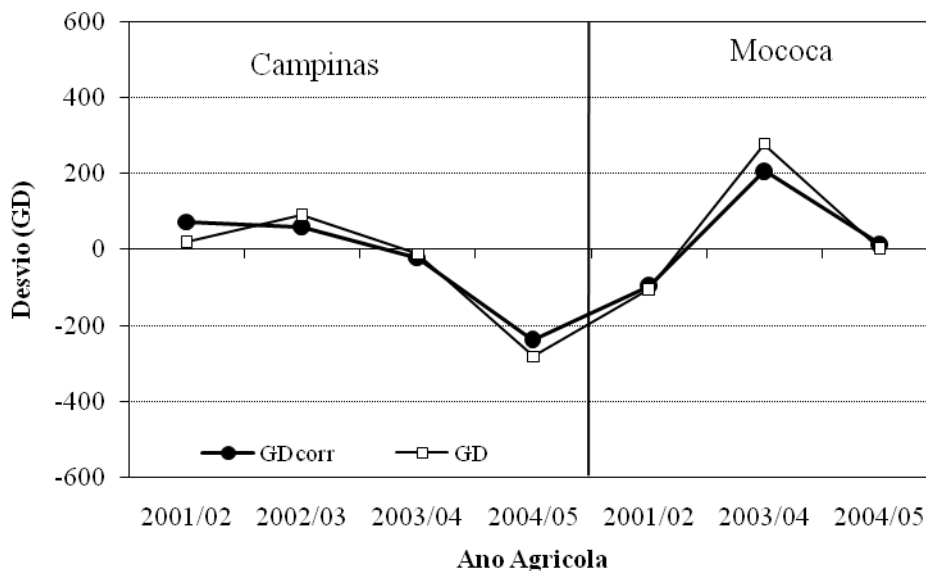


Figura 23– Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Obatã IAC 1669-20 com base nas somas térmicas GD e GDcorr para Campinas e Mococa ao longo dos anos considerados para a parametrização.

4.3 Relação entre somas térmicas parametrizadas e resultados dos balanços hídricos

Com o intuito de verificar a relação entre as acumulações consideradas (ETp, ETr, ETr-ETp, GD e GDcorr) com os elementos meteorológicos (temperatura média do ar, precipitação pluvial) e componentes resultantes dos balanços hídricos sequenciais (armazenamento de água no solo, excedente hídrico, deficiência hídrica e relação ETr/ETp) foram elaboradas análises de correlações que resultaram em diferentes coeficientes de determinação (R^2) apresentados nas Tabelas 5 a 7. Pode-se observar altas correlações entre as acumulações e somas térmicas ETp e GD com temperatura média do ar especialmente para as cultivares Mundo Novo e Catuaí, naturalmente devido a este elemento climático ser fundamental no cálculo destas somas térmicas. Da mesma forma foram observadas também altas correlações para todas as cultivares entre a soma térmica ETr-ETp com a resultante do balanço hídrico a relação ETr/ETp.

Entretanto quando se correlaciona a acumulação ETr ou ETr-ETp com temperatura média do ar observa-se grande redução nos valores de R^2 , inferiores a 0,6. Isto porque estas acumulações consideram além da temperatura do ar, as condições hídricas fornecidas pela evapotranspiração real, que são limitadas pelos eventuais déficits hídricos nos períodos considerados.

Quando se correlaciona as acumulações e somas térmicas baseadas em ETr ou GDcorr, que consideram o procedimento de correção pelo fator hídrico, com as resultantes do balanço hídrico deficiência hídrica ou a relação ETr/ETp, resultam em valores de R^2 elevados para a as três cultivares consideradas. Estes resultados confirmam a necessidade de considerar o fator hídrico sugerido por PEZZOPANE et al. (2008) nas estimativas da duração do período de floração-maturação. As correlações indicam também valores superiores de R^2 das acumulações e somas térmicas considerando ETr em comparação com a GDcorr, provavelmente devido a utilização do procedimento de correção para o fator hídrico da acumulação de ETr considerar todo o período da fase da floração-maturação. A soma térmica GDcorr considera a correção apenas durante os oito primeiros decêndios após a floração do café.

Estes resultados confirmam a necessidade de se considerar o fator hídrico para a quantificação das acumulações e somas térmicas, seja considerando ETr ou GDcorr, necessárias para estimação do período floração-maturação com mais consistência das três cultivares de café consideradas.

Tabela 5 – Valores de coeficientes de determinação (R^2) calculados a partir de análises de correlação entre diferentes acumulações de ET e de somas térmicas GD e componentes dos balanços hídricos no período floração-maturação para a cultivar Mundo Novo.

Componentes dos BHs	Acumulações			Somas Térmicas	
	ETp	ETr	ETr-ETp	GD	GDcorr
T °C	0,93	0,50	0,57	0,91	0,88
Prec	0,70	0,58	0,59	0,77	0,80
Arm	0,73	0,80	0,75	0,77	0,80
Exc	0,71	0,55	0,57	0,79	0,82
Def	0,71	0,82	0,80	0,77	0,78
ETr/ETp	0,84	0,95	0,96	0,88	0,91

Tabela 6 - Valores de coeficientes de determinação (R^2) calculados a partir de análises de correlação entre diferentes acumulações de ET e de somas térmicas GD e componentes dos balanços hídricos no período floração-maturação para a cultivar Catuaí.

Componentes dos BHs	Acumulações			Somas Térmicas	
	ETp	ETr	ETr-ETp	GD	GDcorr
T °C	0,70	0,75	0,54	0,73	0,81
Prec	0,83	0,79	0,64	0,85	0,81
Arm	0,92	0,76	0,58	0,86	0,86
Exc	0,79	0,76	0,57	0,81	0,87
Def	0,77	0,93	0,84	0,75	0,81
ETr/ETp	0,80	0,81	0,80	0,80	0,84

Tabela 7 - Valores de coeficientes de determinação (R^2) calculados a partir de análises de correlação entre diferentes acumulações de ET e de somas térmicas GD e componentes dos balanços hídricos no período floração-maturação para a cultivar Obatã IAC 1669-20.

Componentes dos BHs	Acumulações			Somas Térmicas	
	ETp	ETr	ETr-ETp	GD	GDcorr
T °C	0,51	0,36	0,19	0,56	0,60
Prec	0,66	0,79	0,38	0,67	0,75
Arm	0,75	0,30	0,18	0,67	0,66
Exc	0,63	0,79	0,29	0,66	0,75
Def	0,51	0,73	0,77	0,56	0,62
ETr/ETp	0,69	0,84	0,84	0,71	0,76

Em função dos resultados indicarem a necessidade de se considerar o fator hídrico representado pela deficiência hídrica, gráficos de superfície de resposta e de contornos foram elaborados, os quais estão apresentados nas figuras 24 a 38. Desta forma é possível avaliar as interações entre as variáveis dependentes (duração dos ciclos em dias) com as acumulações e somas térmicas consideradas (ET_p , ET_r , ET_r-ET_p , GD , GD_{corr}) e a variável deficiência hídrica.

Estas figuras indicam a importância da variável deficiência hídrica sobre o aumento na duração do subperíodo floração-maturação em todos os casos analisados. Dessa forma evidencia-se que o somatório térmico necessário para se completar esses subperíodos também é dependente da deficiência hídrica em todas as somas e acumulações térmicas e para as três cultivares consideradas. Como exemplo, observa-se que o ano agrícola de 2003/04 em Mococa apresentou durante o estágio fenológico da floração-maturação um total elevado de deficiência hídrica, cerca de 180 mm, para as três cultivares, que levou à maior duração dos ciclos considerados.

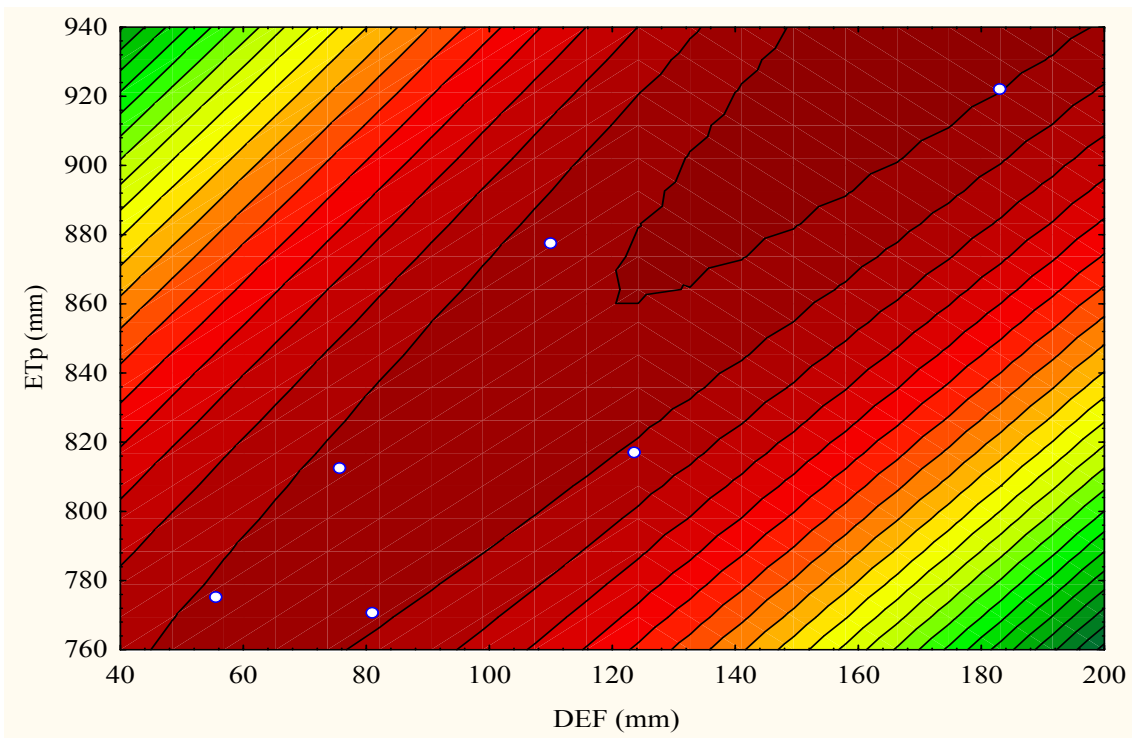
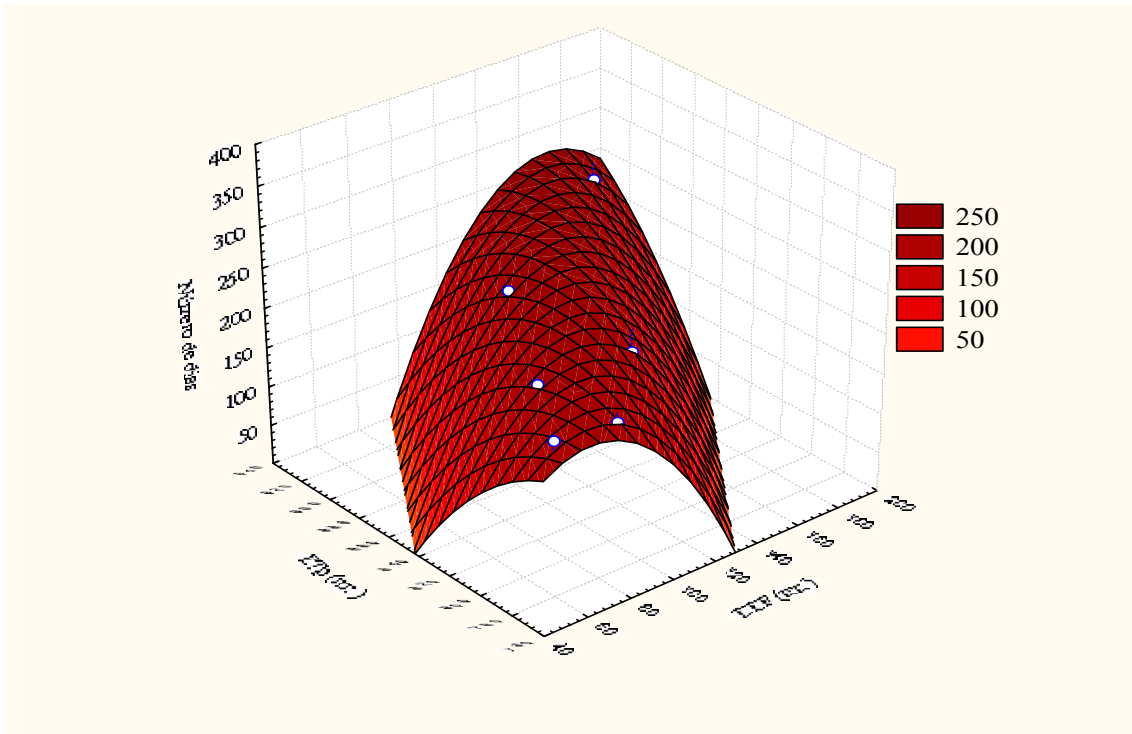


Figura 24 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Mundo Novo em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETp e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

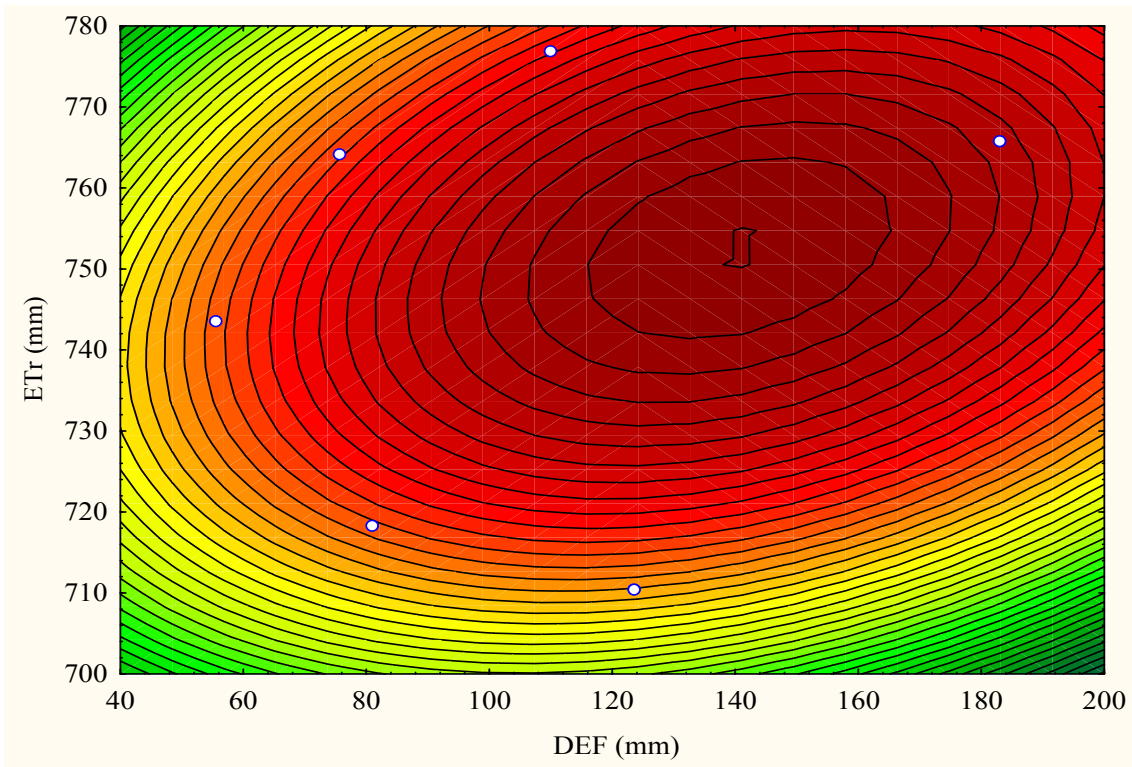
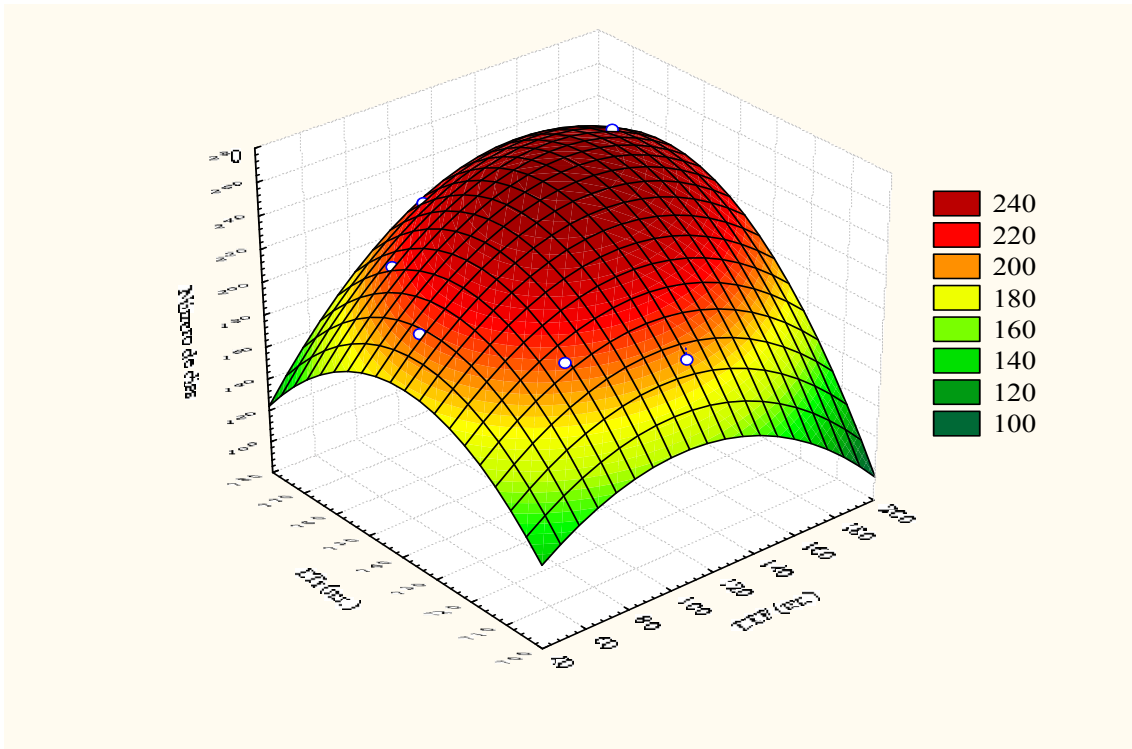


Figura 25 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Mundo Novo em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETr e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

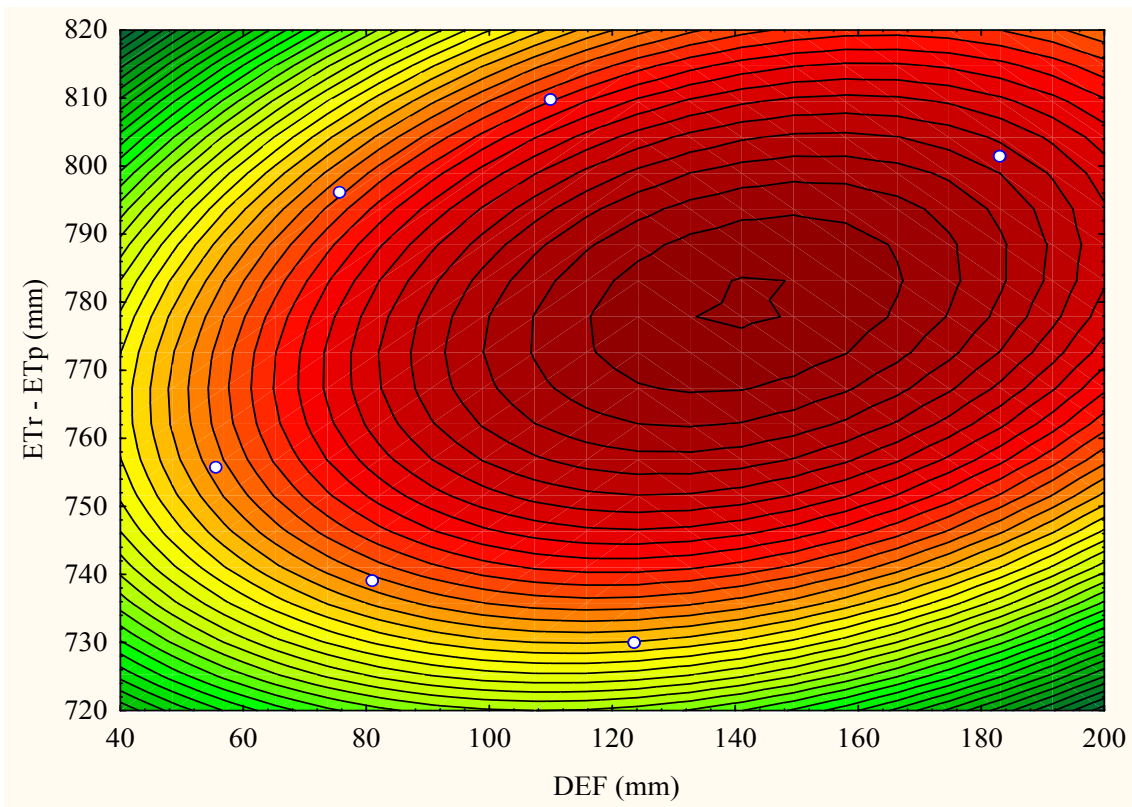
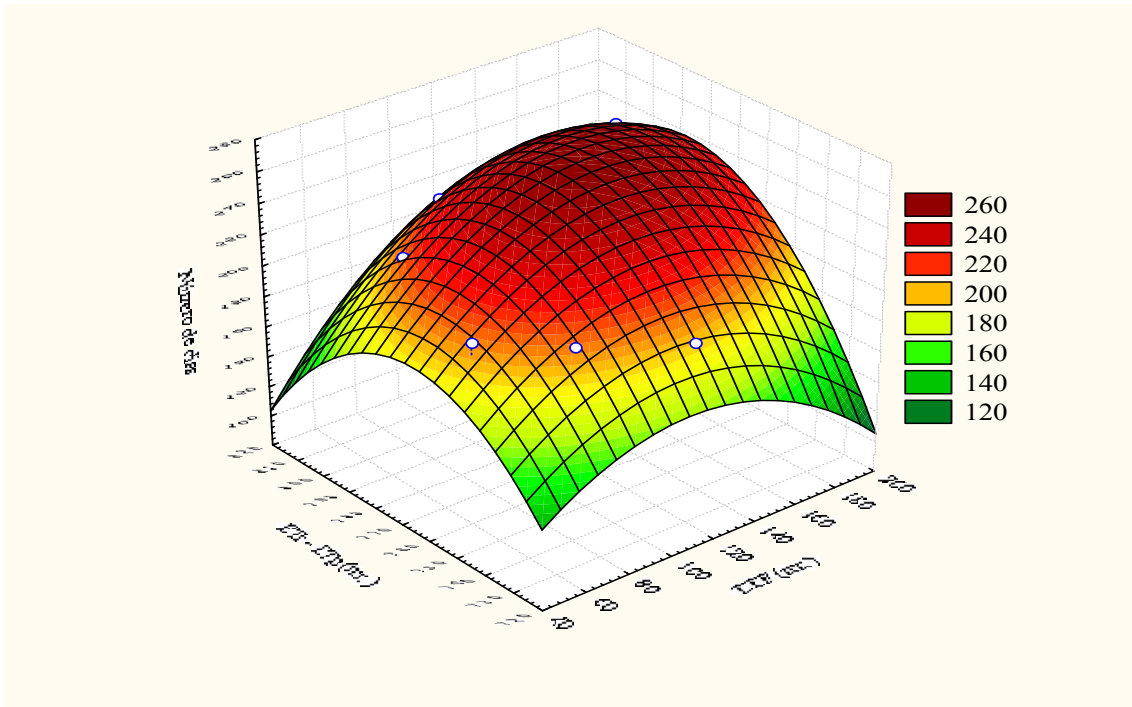


Figura 26 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Mundo Novo em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETr-ETp e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

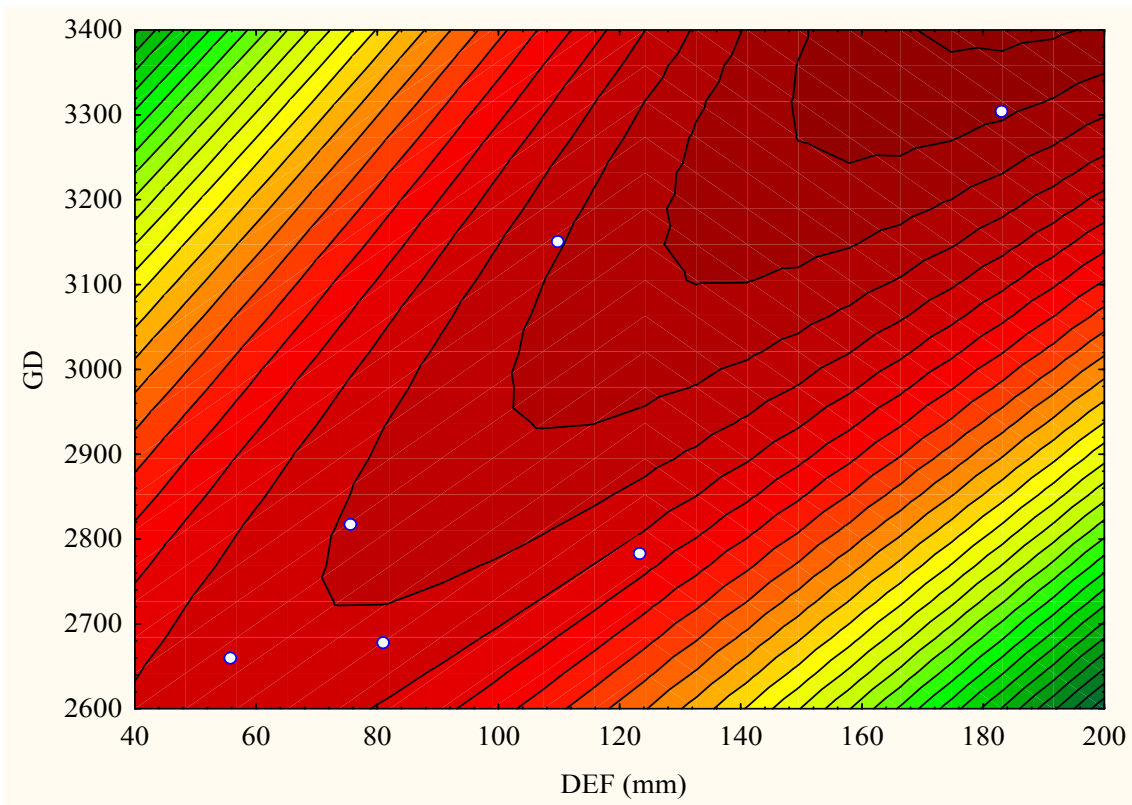
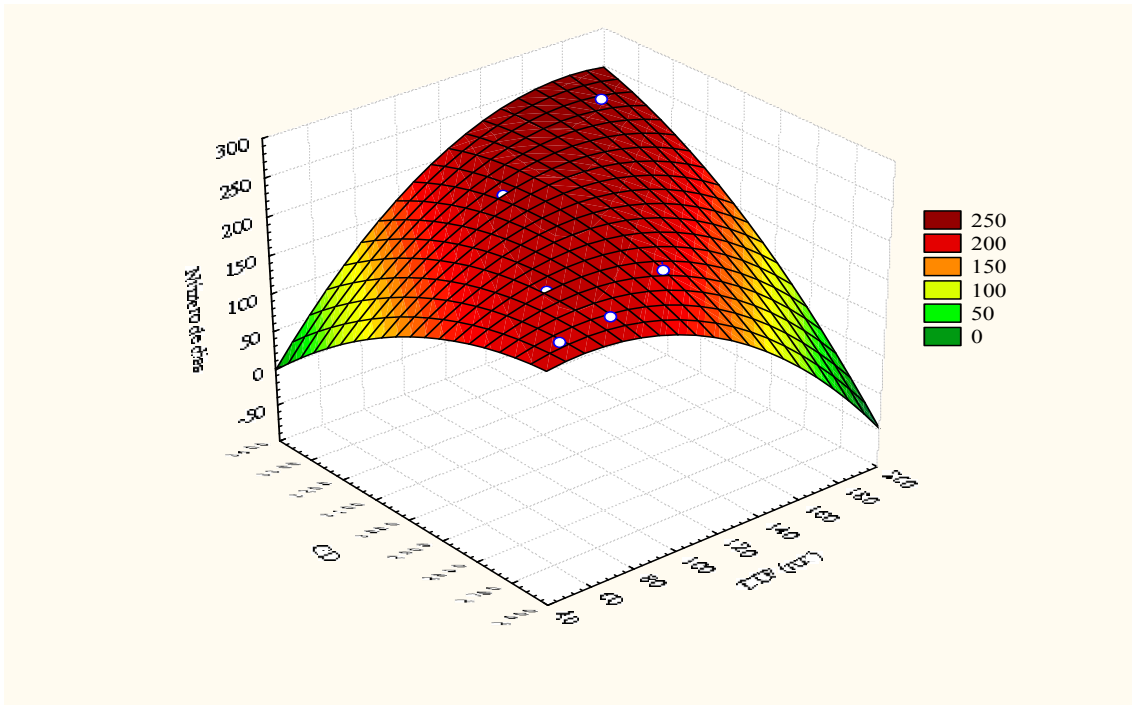


Figura 27 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Mundo Novo em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GD e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

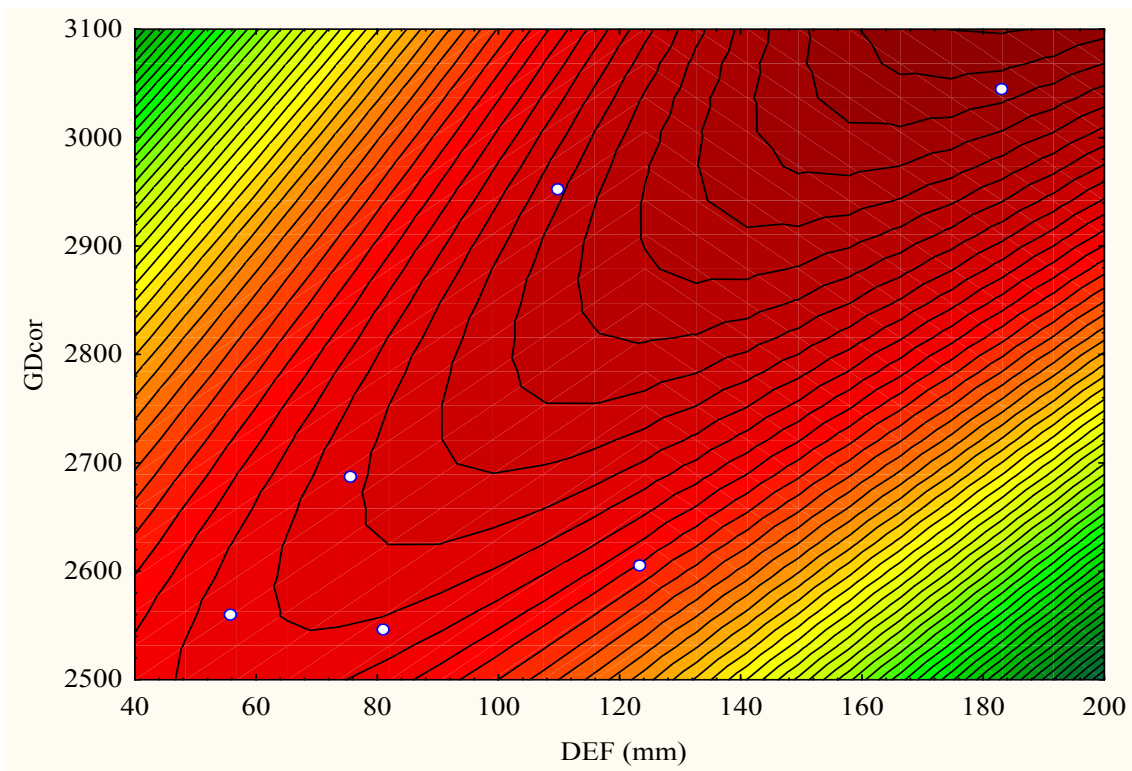
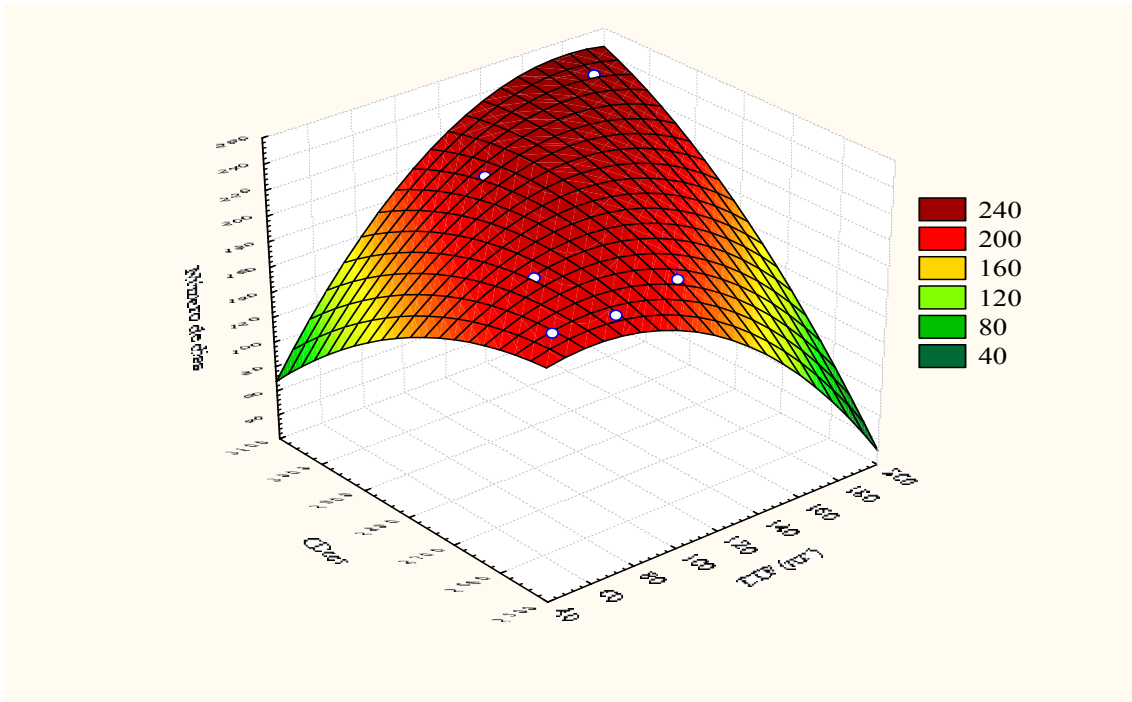


Figura 28 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Mundo Novo em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GDcorr e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

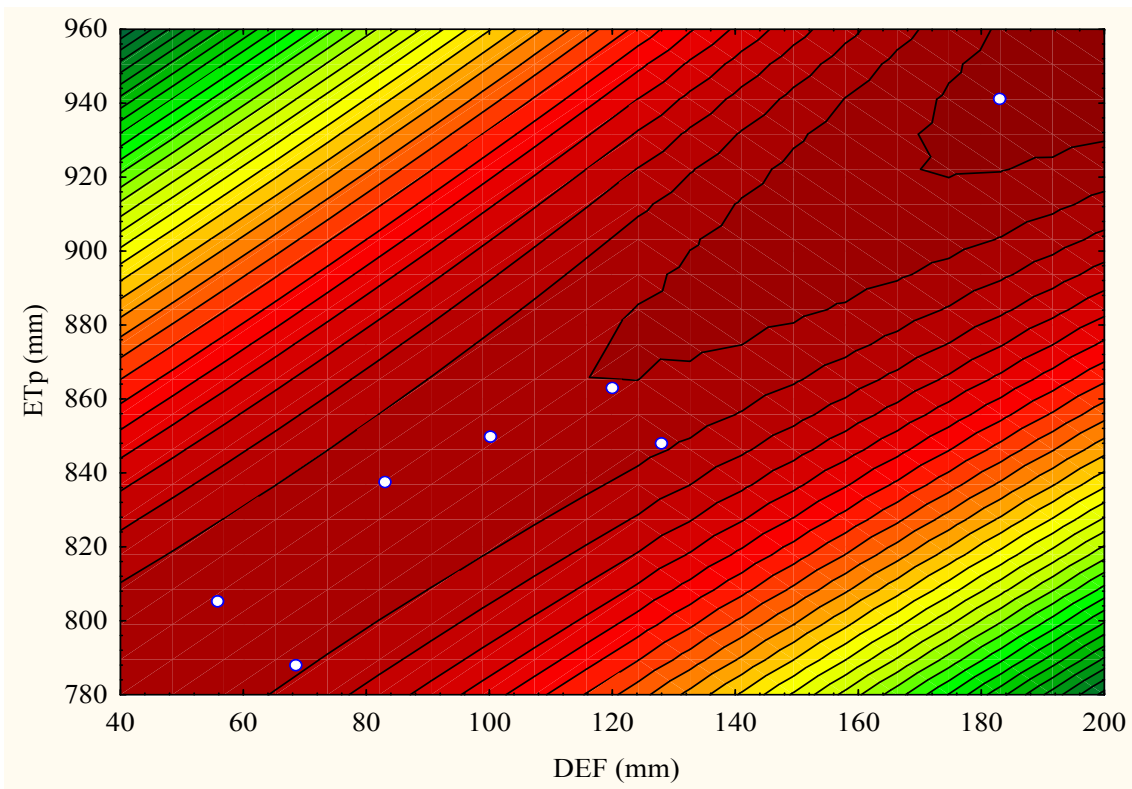
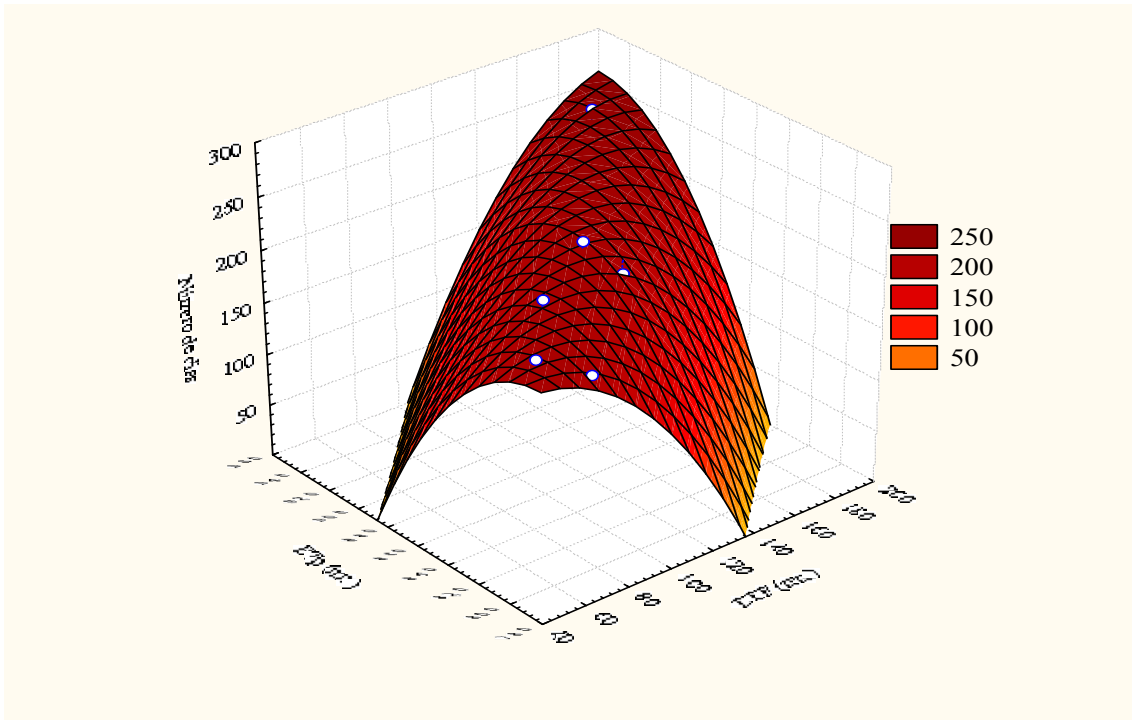


Figura 29 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Catuaí em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETp e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

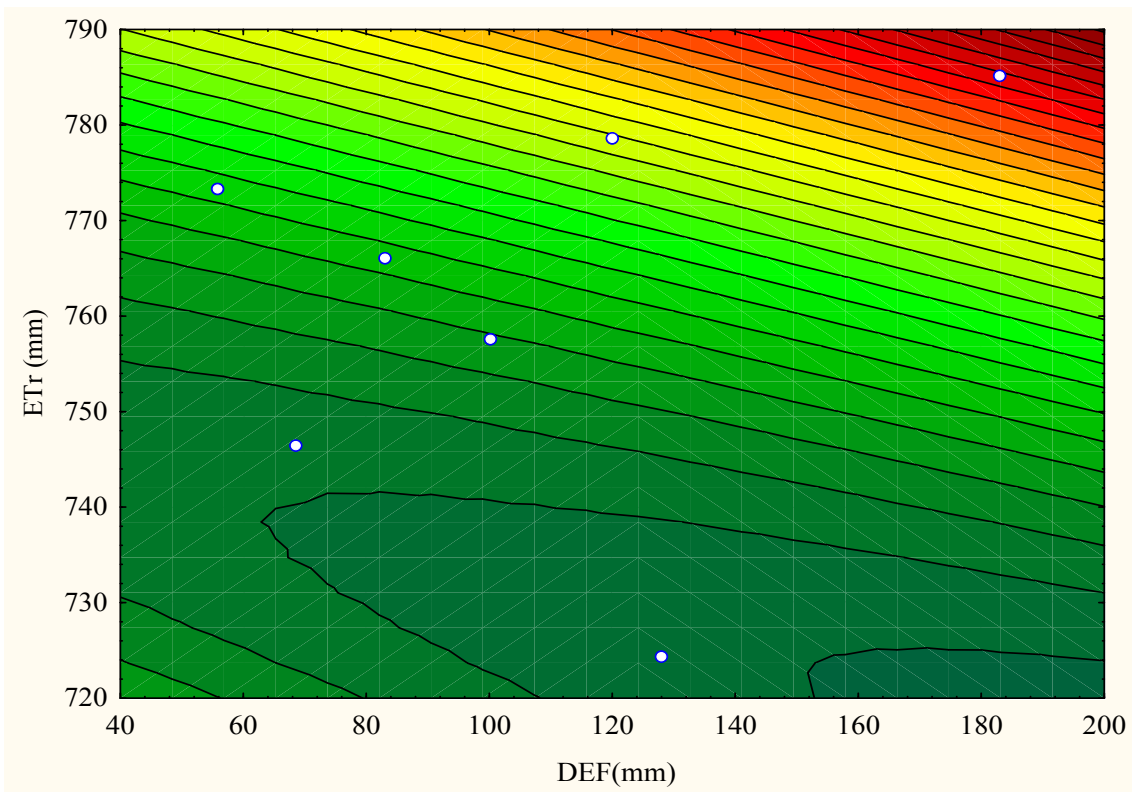
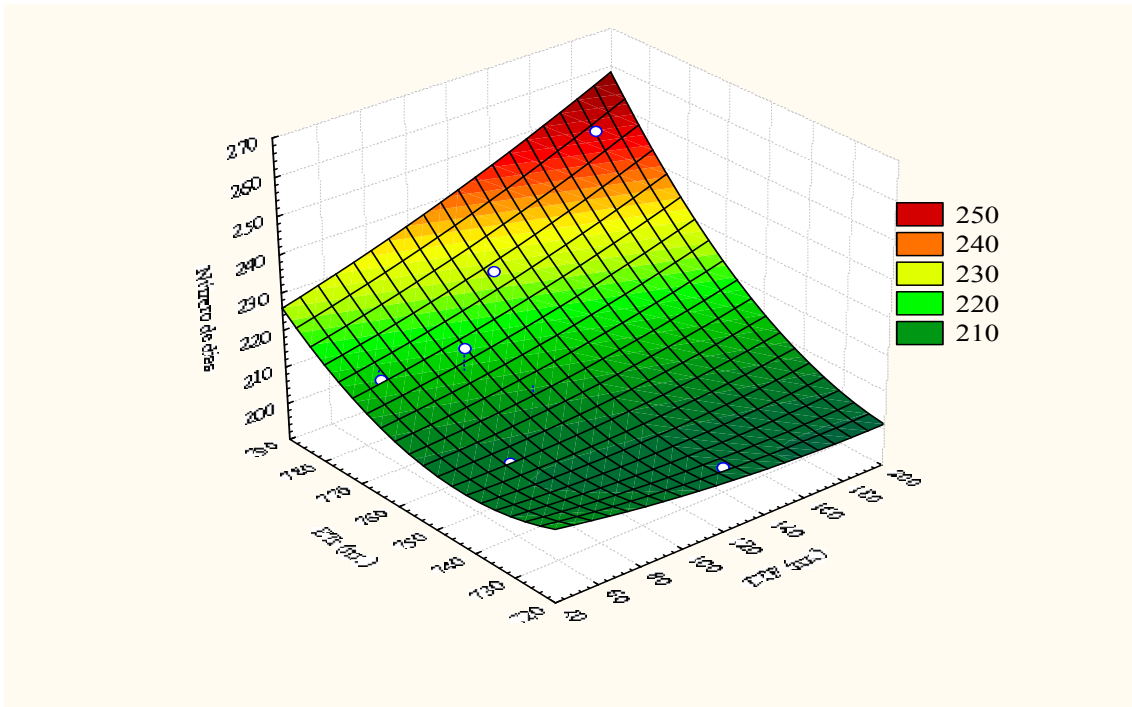


Figura 30 – Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Catuai em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETr e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

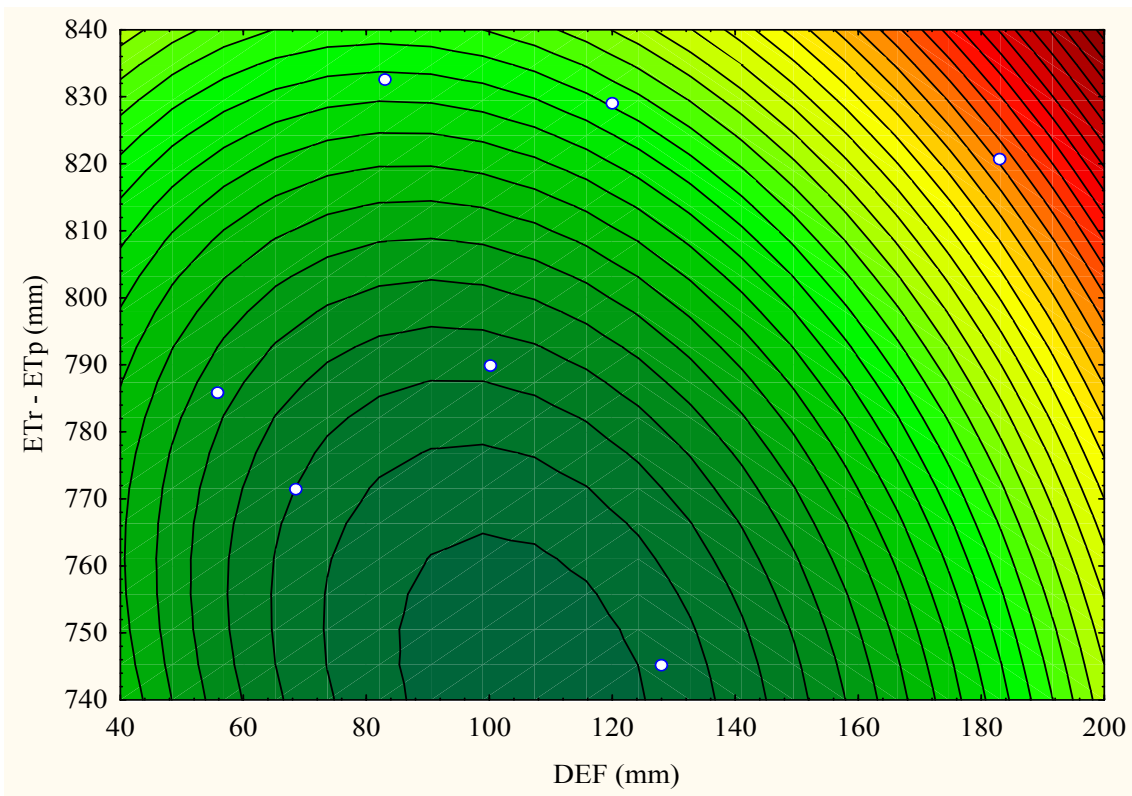
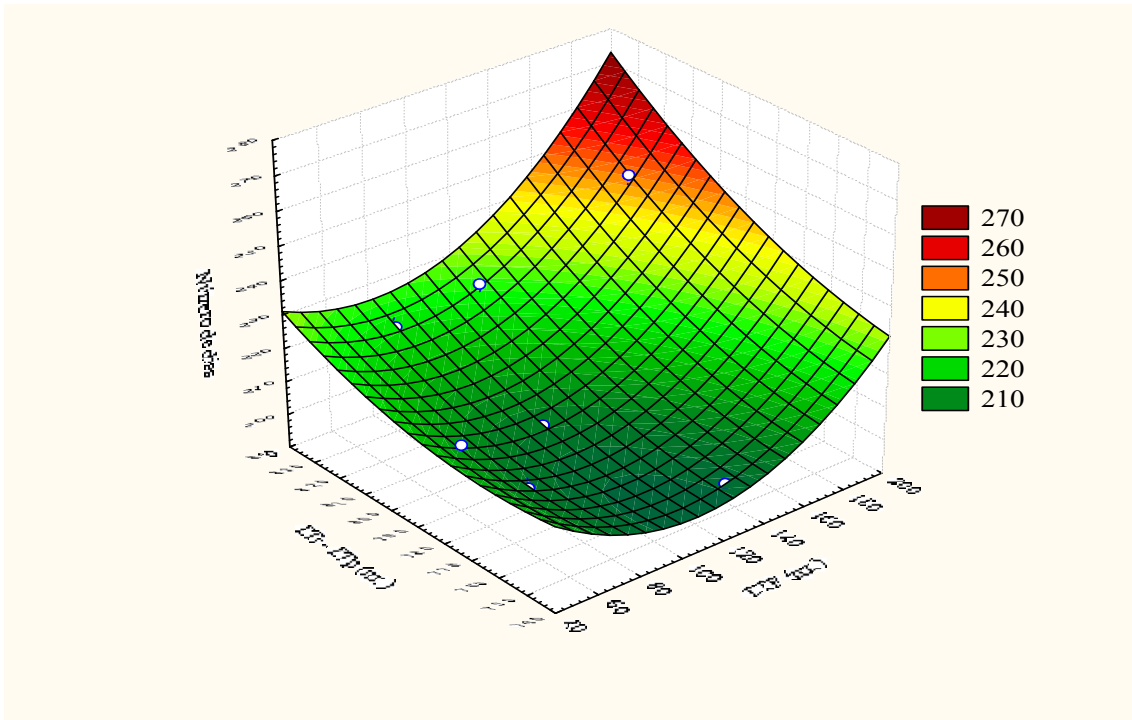


Figura 31 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Catuaí em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETr-ETp e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

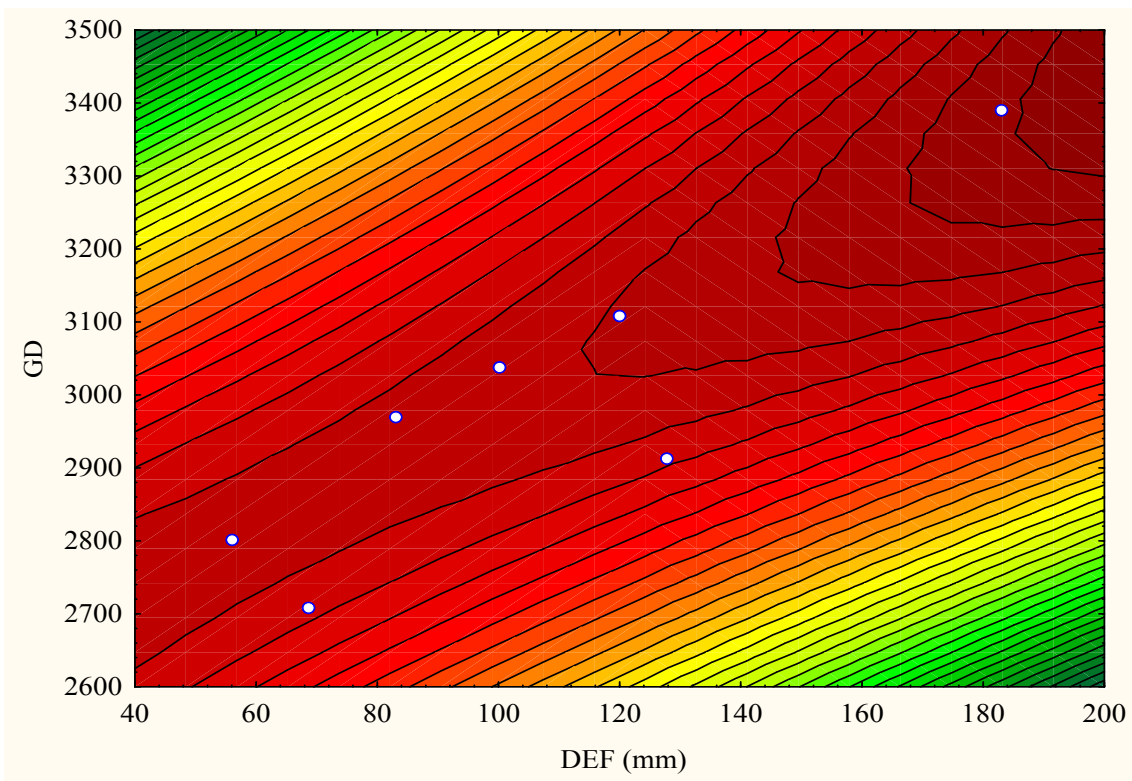
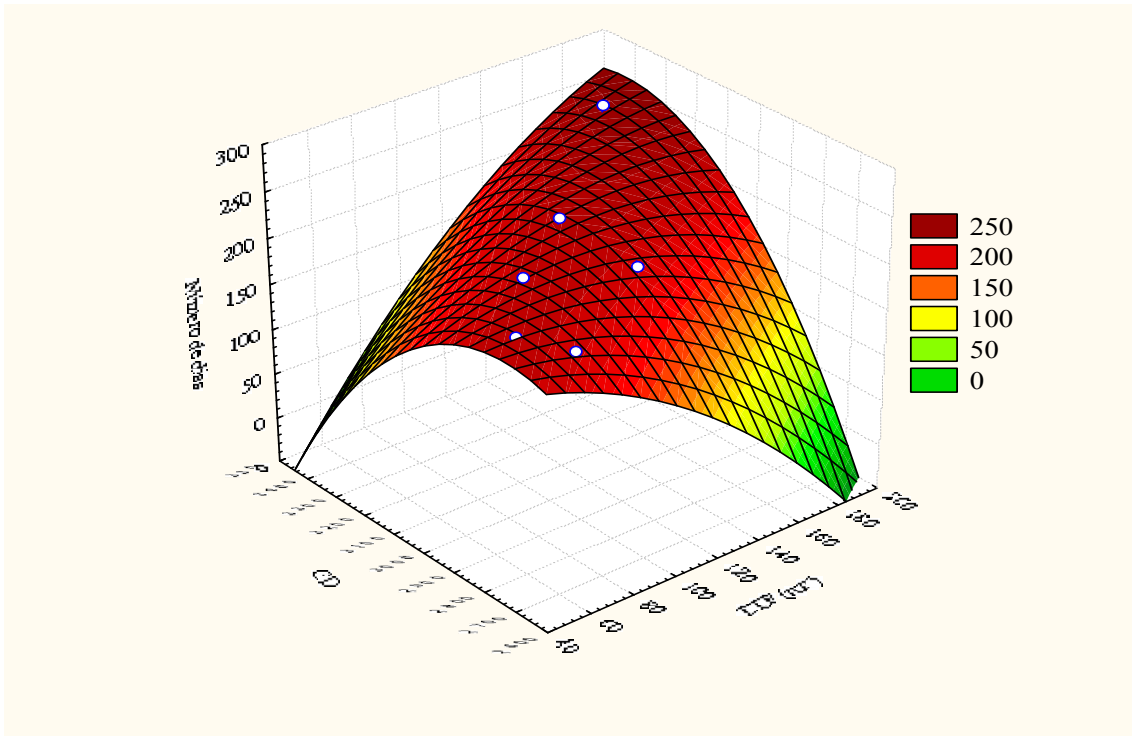


Figura 32 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Catuaí em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GD e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

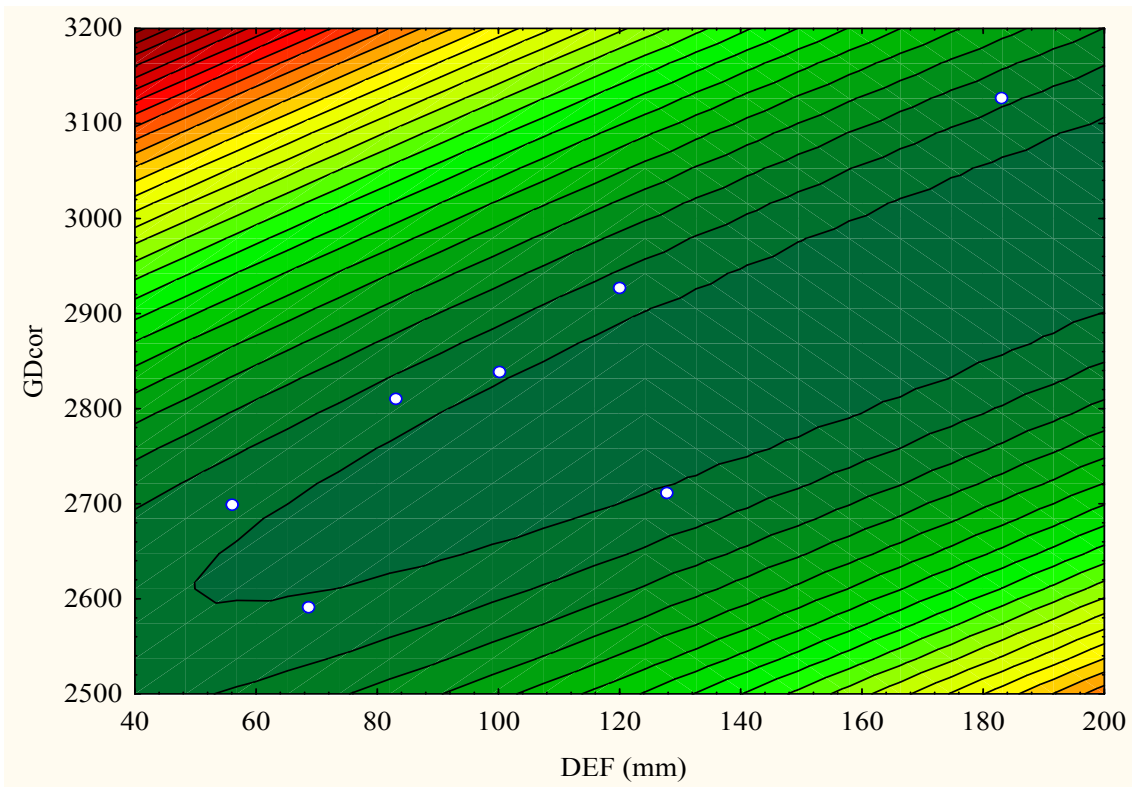
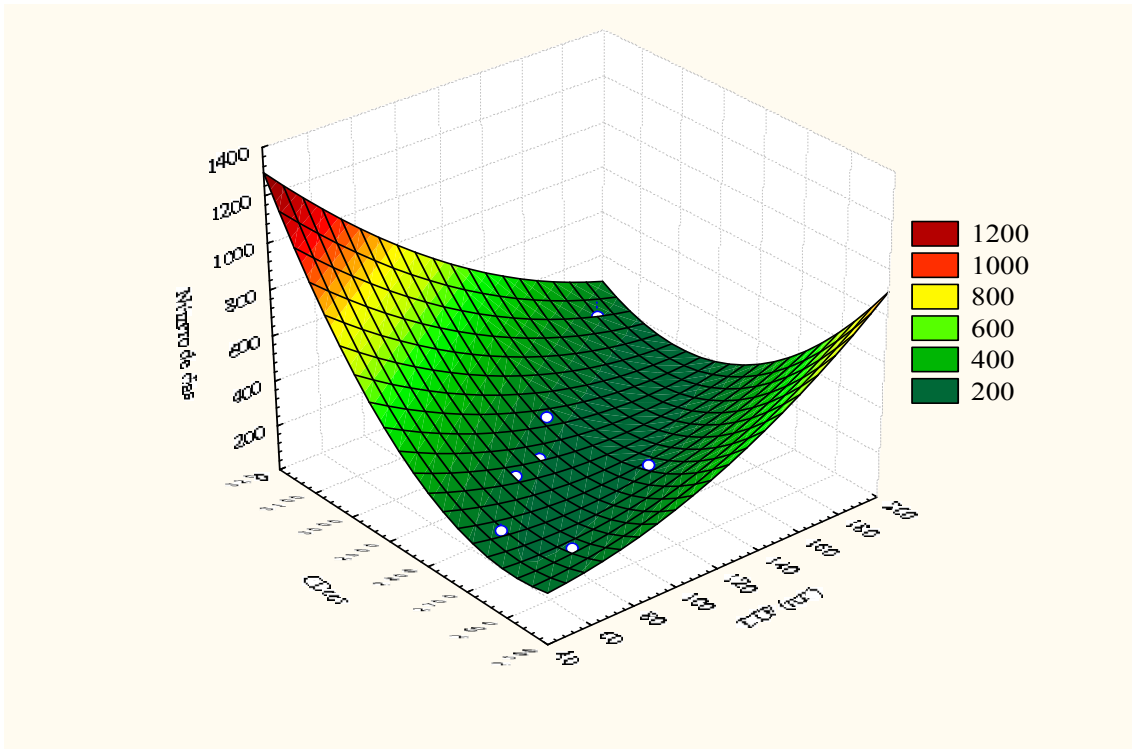


Figura 33 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Catuaí em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GD_{corr} e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

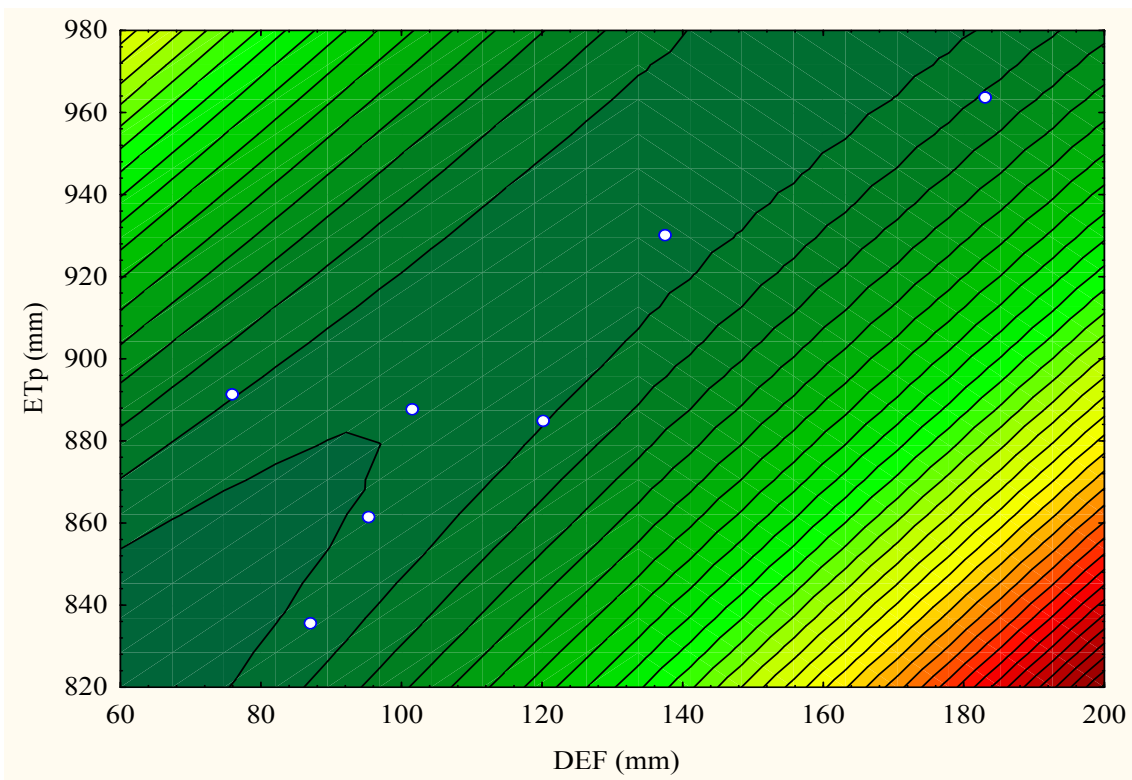
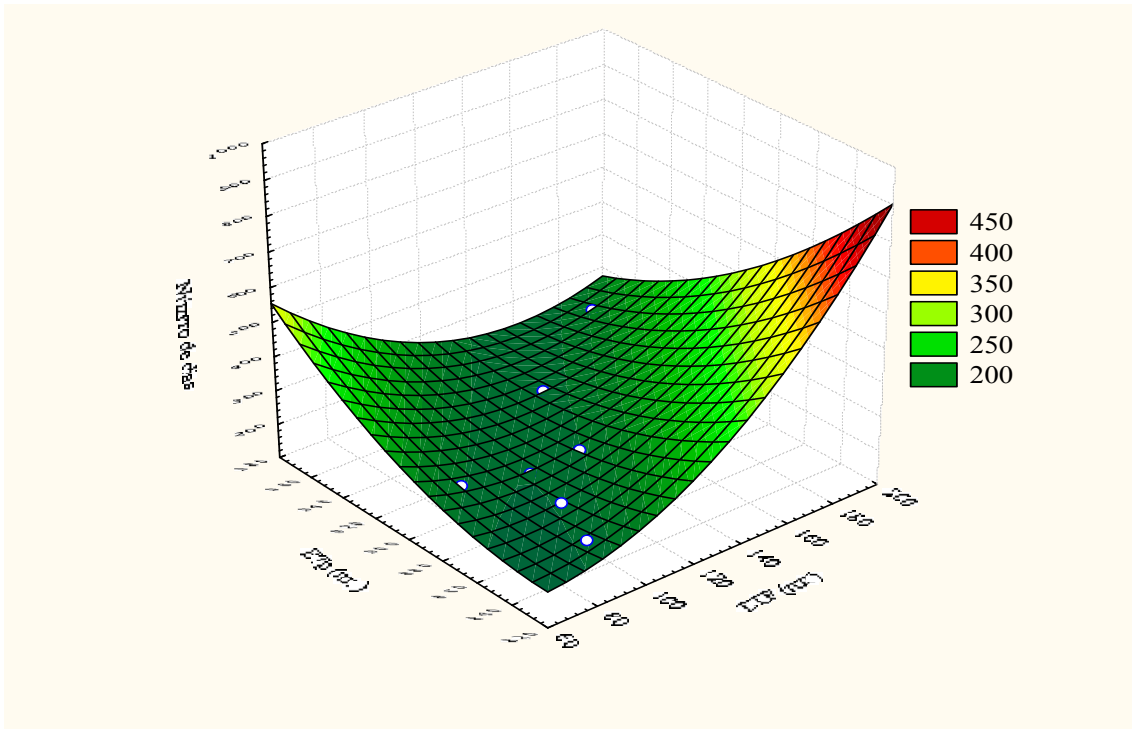


Figura 34 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Obatã IAC 1669-20 em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETp e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

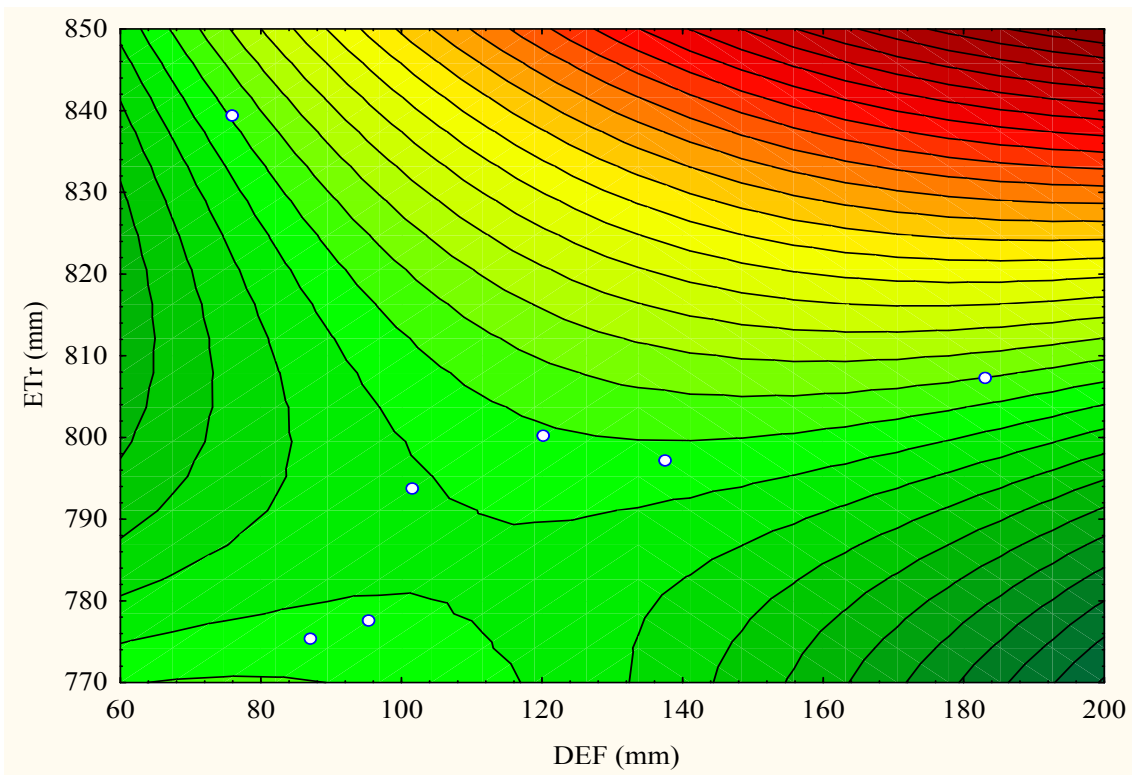
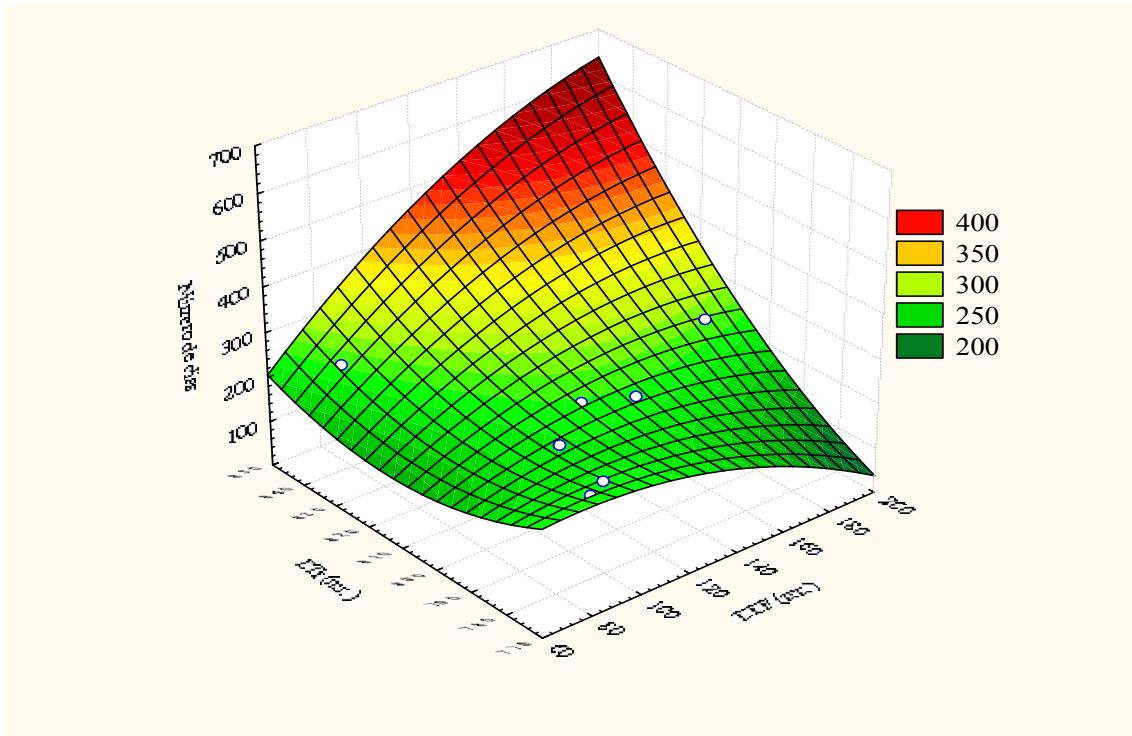


Figura 35 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Obatã IAC 1669-20 em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETr e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

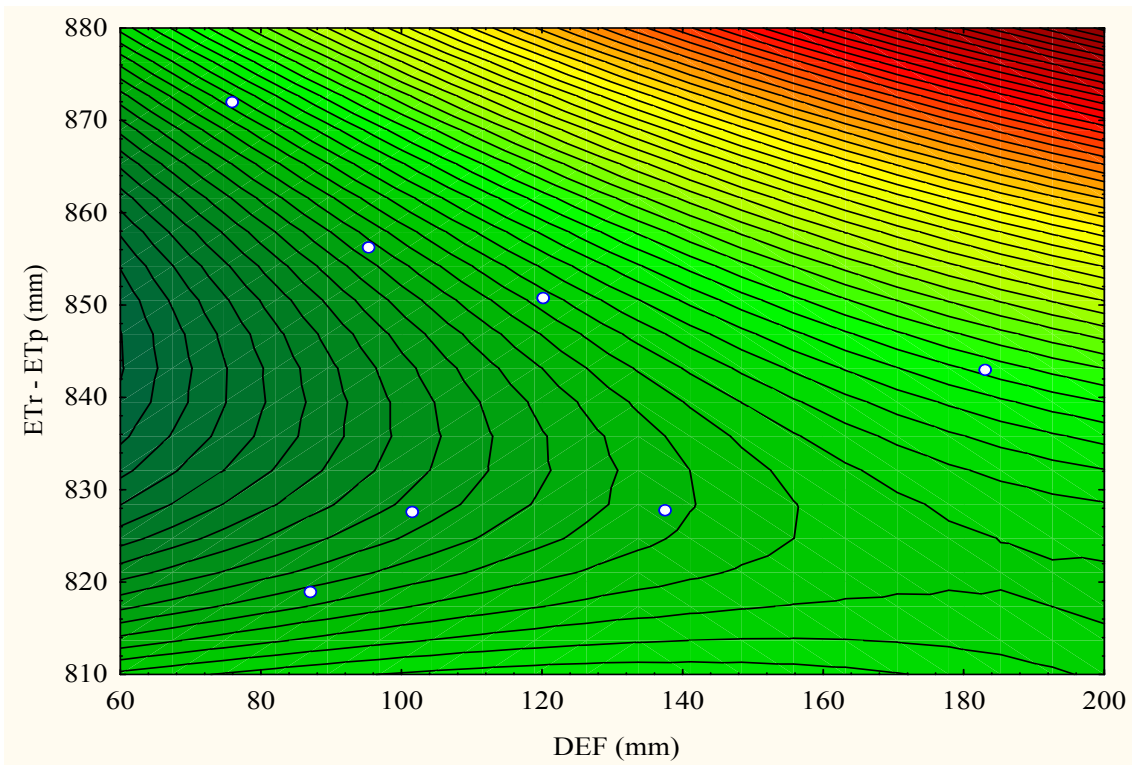
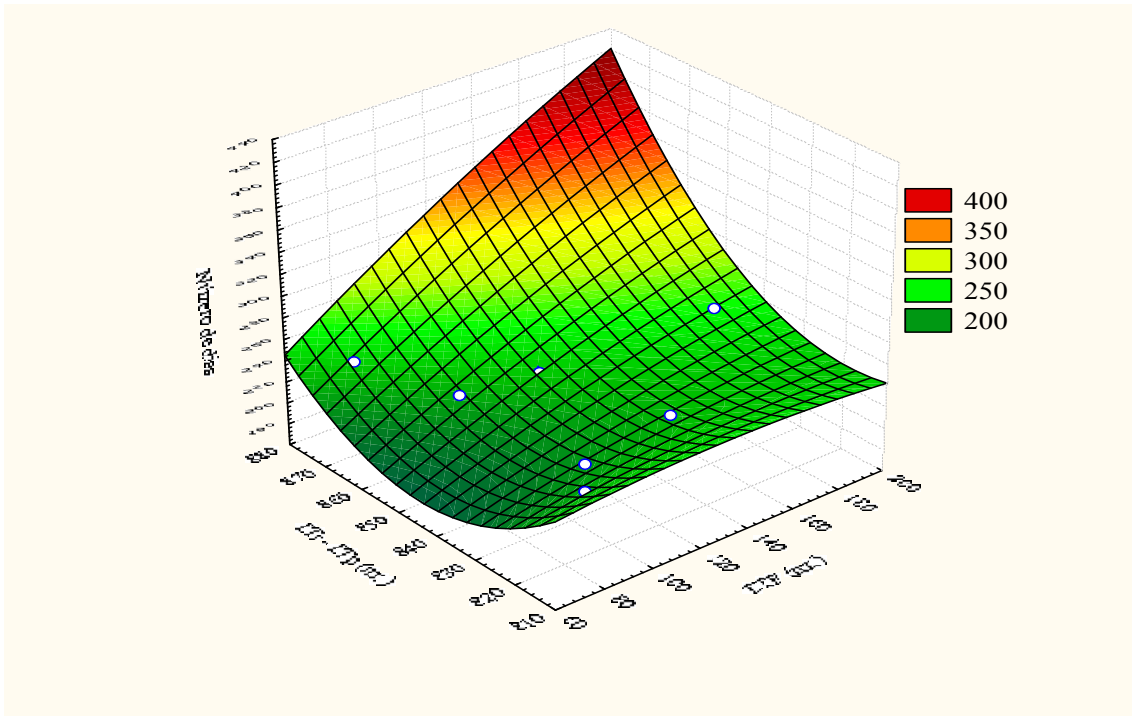


Figura 36 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Obatã IAC 1669-20 em função das combinações de diferentes valores da acumulação de ETr-ETp e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

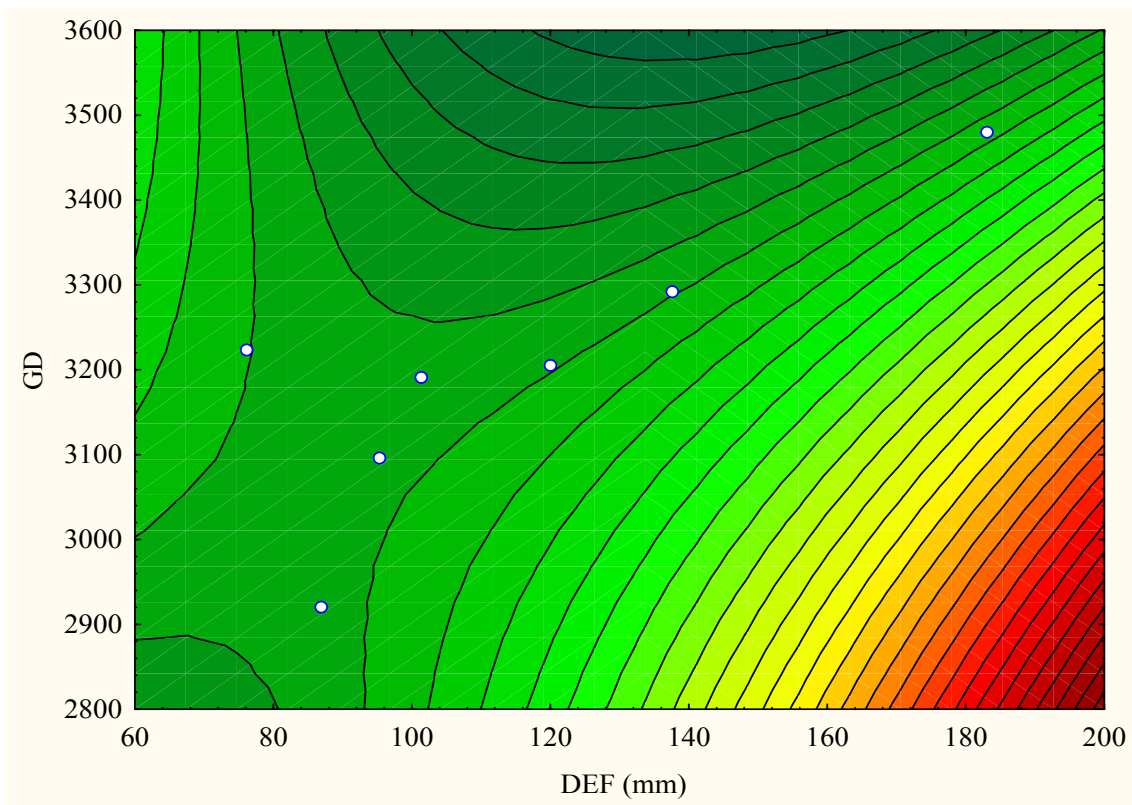
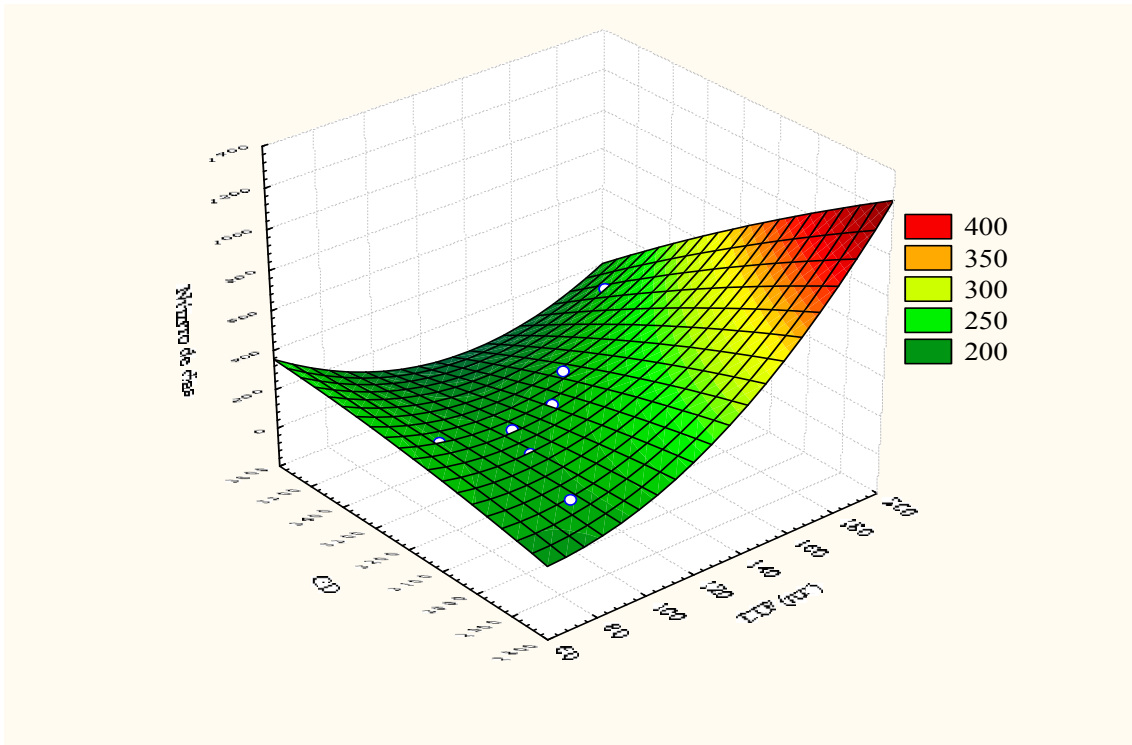


Figura 37 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Obatã IAC 1669-20 em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GD e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

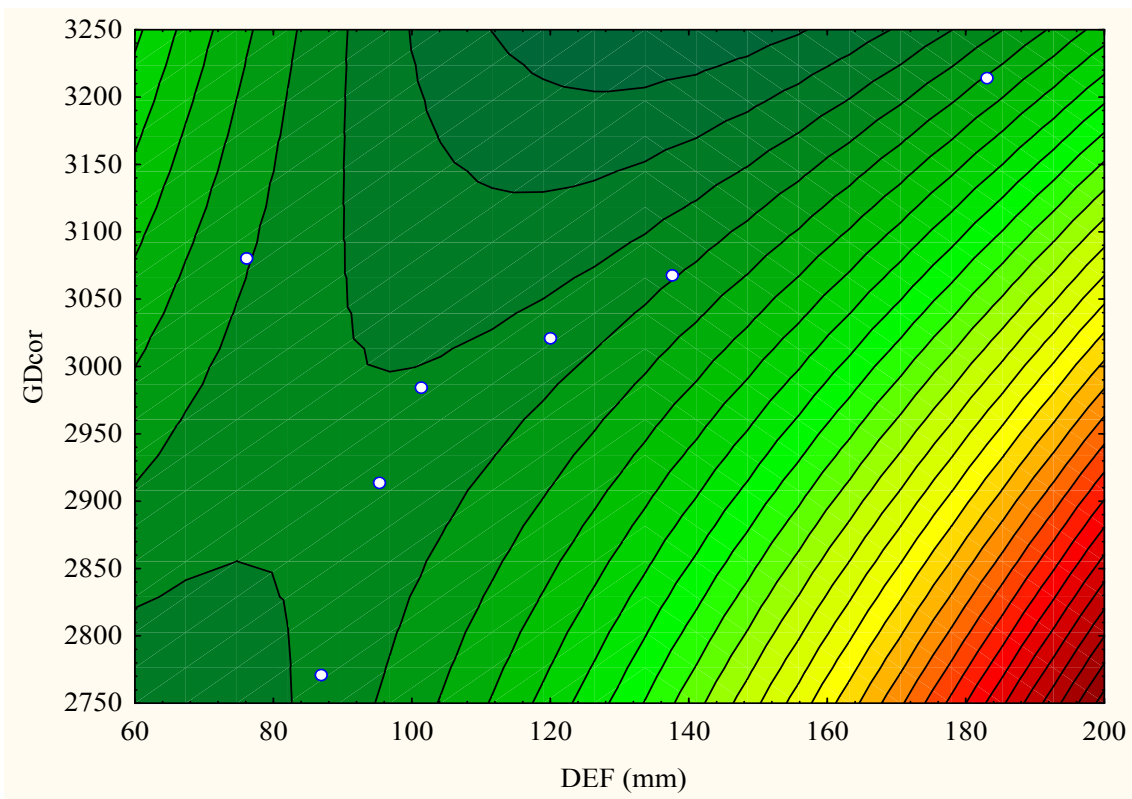
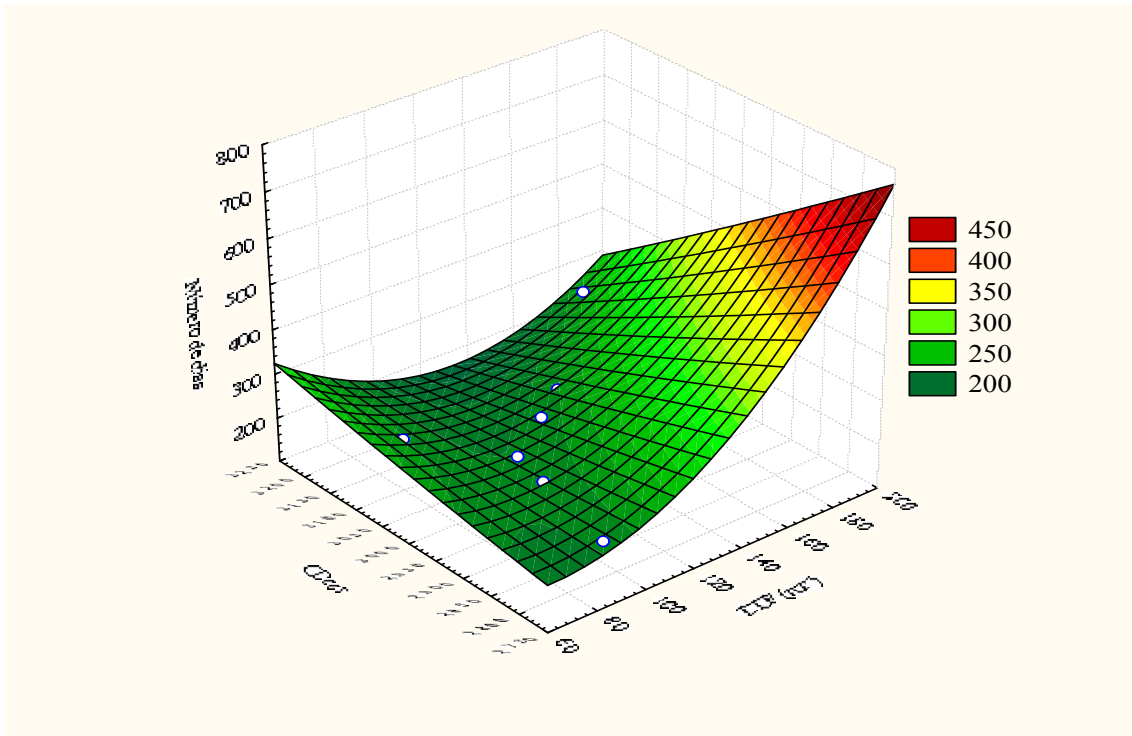


Figura 38 - Gráficos de superfície de resposta e de contornos entre a duração dos ciclos em dias do período floração-maturação da cultivar Obatã IAC 1669-20 em função das combinações de diferentes valores da soma térmica GDcorr e de deficiência hídrica (DEF) para Campinas e Mococa nos anos de 2001 a 2005.

4.4 Teste do modelo agrometeorológico de estimativa da duração do estágio fenológico da floração-maturação

Os ciclos de 2005/06, 2006/07 e 2007/08 foram utilizados como dados independentes para o teste dos modelos agrometeorológicos parametrizados para as diferentes acumulações ET e somas térmicas GD estudadas. Para o teste de desempenho de cada acumulação ou soma térmica utilizou-se um total de seis ciclos para cada uma das cultivares, sendo três ciclos para a Campinas e três ciclos para Mococa.

Nos seis ciclos analisados para a cultivar Mundo Novo a duração do período floração-maturação variou de 204 a 228 dias com média de 219 dias. Considerando os seis ciclos para a cultivar Catuaí, a duração do período floração-maturação variou de 204 a 247 dias com média de 226 dias. E dos seis ciclos analisados para cultivar Obatã IAC 1669-20, a duração do período floração-maturação variou de 218 a 263 dias com média de 237 dias. Estas durações dos ciclos foram semelhantes às observadas no período 2001/02 a 2004/05, confirmando que a cultivar Mundo Novo apresenta maturação média (214 dias), enquanto a Catuaí apresenta maturação média-tardia (217) e a Obatã IAC 1669-20 apresenta maturação tardia (234 dias).

O teste do modelo foi de acordo com a parametrização que indicou os seguintes valores médios necessários de cada acumulação ou soma térmica para o complemento do estágio fenológico da floração-maturação de acordo com cada cultivar:

- a) Cultivar Mundo Novo: ETp (829,4 mm), ETr (746,3 mm), ETr-ETp (771,8 mm), GD (2899,8) e GDcorr (2733,4);
- b) Cultivar Catuaí: ETp (847,7 mm), ETr (761,7 mm), ETr-ETp (796,5 mm), GD (2990,4) e GDcorr (2815,5);
- c) Cultivar Obatã IAC 1669-20: ETp (893,7 mm), ETr (798,8 mm), ETr-ETp (842,4 mm), GD (3202,6) e GDcorr (3008,0).

Os valores determinados de acumulações e somas térmicas (ET e GD) para as cultivares de café Mundo Novo, Catuaí e Obatã no estágio fenológico da floração-maturação no período 2005/06 a 2007/08 estão apresentados nas Tabelas 8, 9 e 10. Observa-se que a soma média de ETp, foi de 819,8 mm para a cultivar Mundo Novo, de 839,6 mm para a cultivar Catuaí e 855,9 mm para cultivar Obatã IAC 1669-20. Estes valores foram ligeiramente superiores aos valores parametrizados, contudo bem mais elevados do que o valor originalmente sugerido por CAMARGO & CAMARGO (2001) de cerca de 700 mm.

As análises estatísticas dos testes indicaram que as acumulações de ETP apresentaram também valores de DP e CV muito superiores comparados com as acumulações considerando ETr ou ETr-ETp. Por exemplo, para a cultivar Mundo Novo os testes indicaram valores de DP e CV de 73,4 mm e 9,0% para ETP; 49,0 mm e 6,5% para ETr; 54,8 mm e 7,1% para ETr-ETp respectivamente. Resultados do teste para as demais cultivares foram semelhantes.

Da mesma forma, os testes considerando somas térmicas de GD indicaram melhor desempenho quando utilizado GDcorr, que apresentaram valores inferiores de DP e CV comparados ao GD sem correção. Com relação ao método clássico de GD utilizando Tb de 10,2° C, observou-se média de 2.989,2 GD para a cultivar Mundo Novo, 3.079,1 GD para a cultivar Catuaí e 3.172,2 GD para cultivar Obatã IAC 1669-20 que apresentaram valores de CV elevados (8,3%; 9,7% e 9,9%) para as cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20. Quando comparados com as somas térmicas com procedimento de correção (Tb=10,5°C) para o fator hídrico foi encontrado soma térmica de 2.845,3 GD com valores de CV de 7,6% para a cultivar Mundo Novo, 2.925,0 GD com CV de 9,0% para a cultivar Catuaí e 3007,7 GD com CV de 8,8% para cultivar Obatã IAC 1669-20. Assim, a soma térmica com correção para o fator hídrico apresentou melhores estimativas do que o método clássico de GD.

Pode-se observar nas figuras 39 a 44 os valores dos DP obtidos pelas análises estatísticas para o teste de desempenho com dados independentes das acumulações e somas térmicas parametrizadas de ETr, ETr-ETp, GD e GDcorr para as cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20 com base nas somas térmicas ao longo dos anos considerados (2005/06 a 2007/08) para Campinas e Mococa. Apesar de apresentar valores um pouco superiores de DP em relação aos dados parametrizados (Figuras 18 a 23), observam-se também para as três cultivares valores inferiores dos DP resultantes das somas térmicas com correção hídrica tanto para Campinas como para Mococa.

Estes resultados indicam a necessidade de se considerar o fator hídrico para a quantificação das acumulações e somas térmicas, seja considerando ET ou GD, necessárias para estimativa do período floração-maturação do café.

Tabela 8 - Valores de acumulações de evapotranspirações (ET) e somas térmicas, em graus-dia (GD) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Mundo Novo em Campinas e Mococa SP utilizados para o teste para os anos agrícolas 2005/06 a 2007/08.

Ano	nº dias	Acumulações (mm)			Somas Térmicas	
		ETp	ETr	ETr-ETp	GD	GDcorr
Agrícola						
Campinas						
2005/06	227	828,9	772,8	788,0	2985,8	2842,0
2006/07	228	898,2	785,0	831,9	3232,1	3022,2
2007/08	204	687,0	660,1	672,8	2545,0	2447,6
Mococa						
2005/06	213	797,5	755,7	766,3	2911,9	2794,8
2006/07	214	840,7	786,0	804,6	3081,6	2947,0
2007/08	226	866,3	784,5	788,9	3179,0	3018,1
Média	218,7	819,8	757,3	775,4	2989,2	2845,3
DP	9,79	73,43	49,03	54,78	247,73	215,49
CV (%)	4,48	8,96	6,47	7,06	8,29	7,57

Tabela 9 - Valores de acumulações de evapotranspirações (ET) e somas térmicas, em graus-dia (GD) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Catuaí em Campinas e Mococa SP utilizados para o teste para os anos agrícolas 2005/06 a 2007/08.

Ano	nº dias	Acumulações (mm)			Somas Térmicas	
		ETp	ETr	ETr-ETp	GD	GDcorr
Agrícola						
Campinas						
2005/06	234	855,7	790,4	814,8	3102,2	2941,4
2006/07	234	920,9	801,6	854,6	3335,7	3112,9
2007/08	204	687,0	660,1	672,8	2545,0	2447,6
Mococa						
2005/06	220	823,8	774,2	792,6	3029,1	2896,7
2006/07	219	840,7	786,0	804,6	3081,6	2947,0
2007/08	247	909,4	821,5	832,0	3381,0	3204,4
Média	226,3	839,6	772,3	795,2	3079,1	2925,0
DP	15,08	84,00	57,25	63,80	298,42	261,84
CV (%)	6,66	10,00	7,41	8,02	9,69	8,95

Tabela 10 - Valores de acumulações de evapotranspirações (ET) e somas térmicas, em graus-dia (GD) e análises estatísticas no período floração-maturação para a cultivar Obatã IAC 1669-20 em Campinas e Mococa SP utilizados para o teste para os anos agrícolas 2005/06 a 2007/08.

Ano	nº dias	Acumulações (mm)			Somadas Térmicas	
		ETp	ETr	ETr-ETp	GD	GDcorr
Campinas						
2005/06	242	873,9	800,6	833,0	3188,0	3011,6
2006/07	247	945,9	815,7	879,7	3449,1	3206,4
2007/08	218	706,1	679,2	691,9	2638,0	2537,6
Mococa						
2005/06	234	854,5	790,6	823,4	3185,0	3022,5
2006/07	263	935,5	837,1	899,4	3509,9	3299,3
2007/08	219	819,7	802,7	811,1	3063,0	2968,9
Média	226,3	839,6	772,3	795,2	3079,1	2925,0
DP	15,08	84,00	57,25	63,80	298,42	261,84
CV (%)	6,66	10,00	7,41	8,02	9,69	8,95

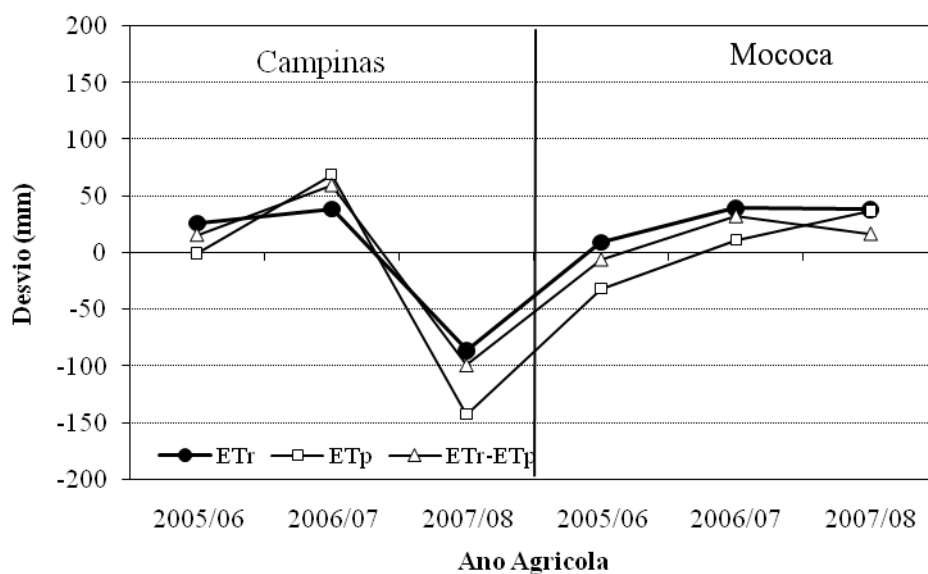


Figura 39 – Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Mundo Novo com base nas acumulações de ETp, ETr, ETr-ETp para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado.

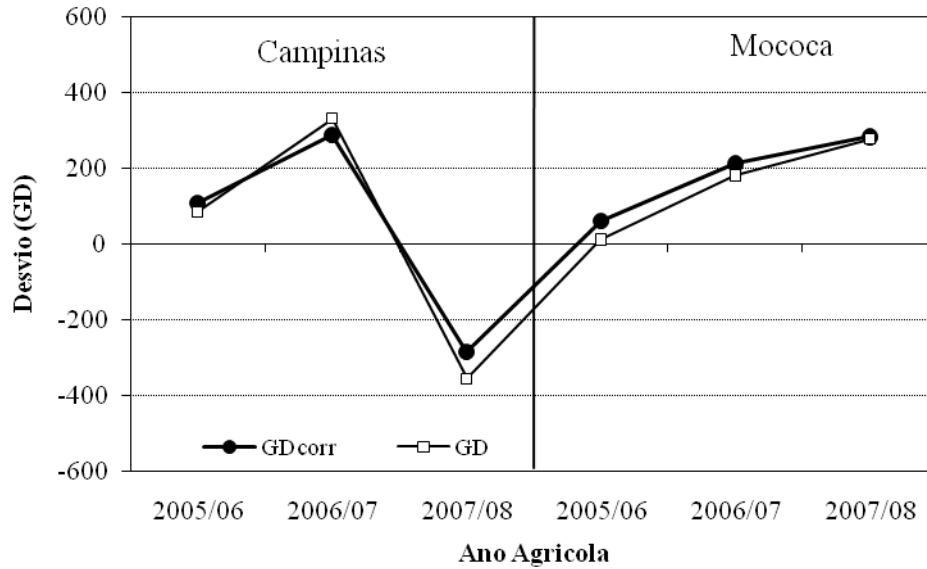


Figura 40 – Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Mundo Novo com base nas somas térmicas GD e GDcorr para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado.

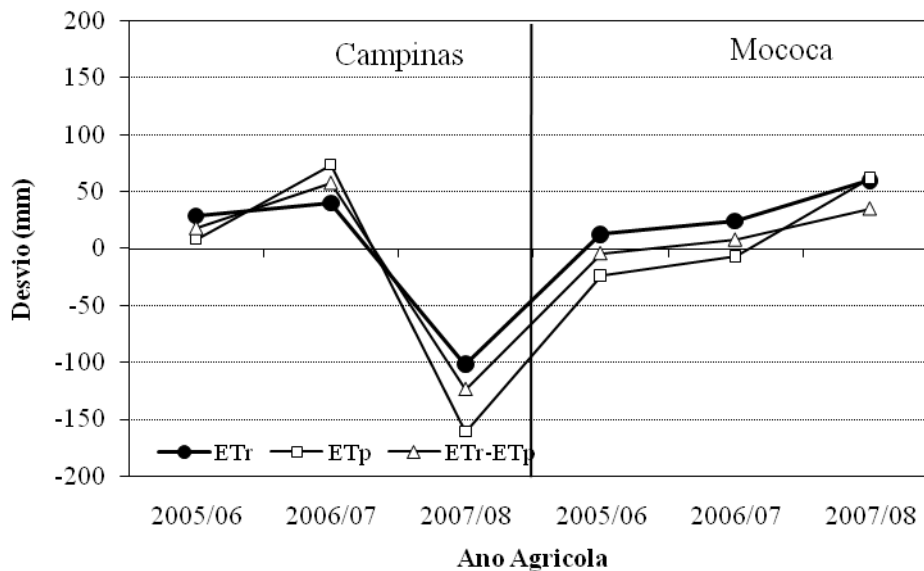


Figura 41 – Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Catuaí com base nas acumulações de ETp, ETr, ETr-ETp para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado.

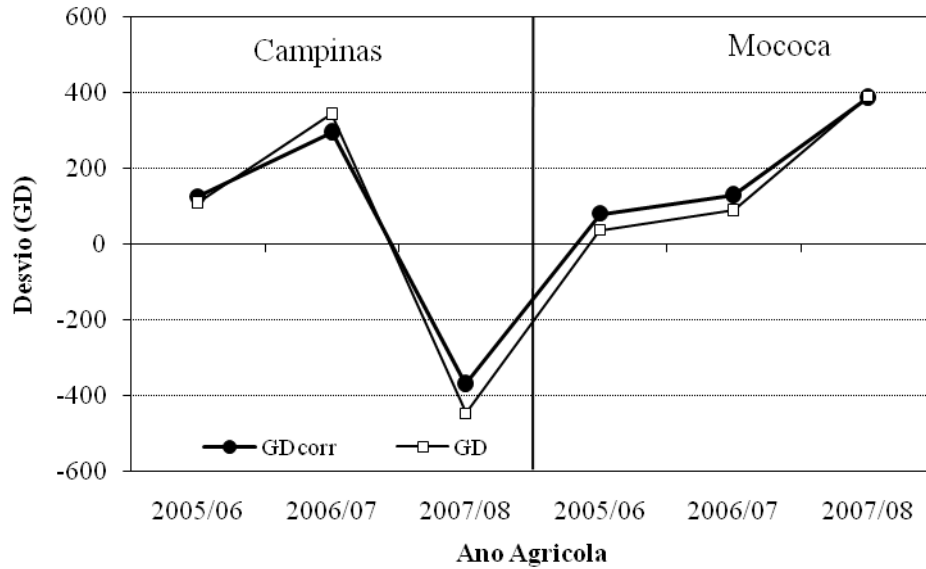


Figura 42 – Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Catuaí com base nas somas térmicas GD e GDcorr para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado.

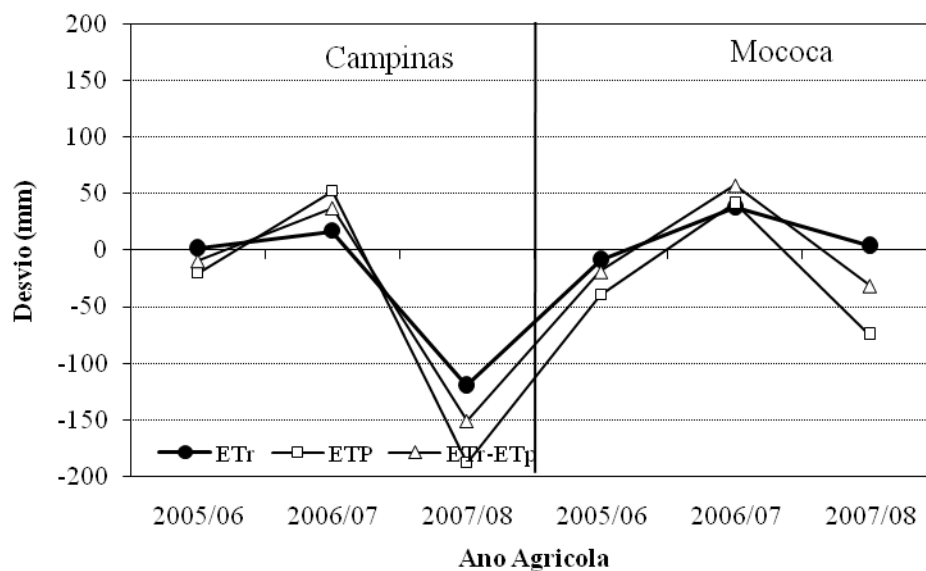


Figura 43 – Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Obatã IAC 1669-20 com base nas acumulações de ETP, ETr, ETr-ETp para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado.

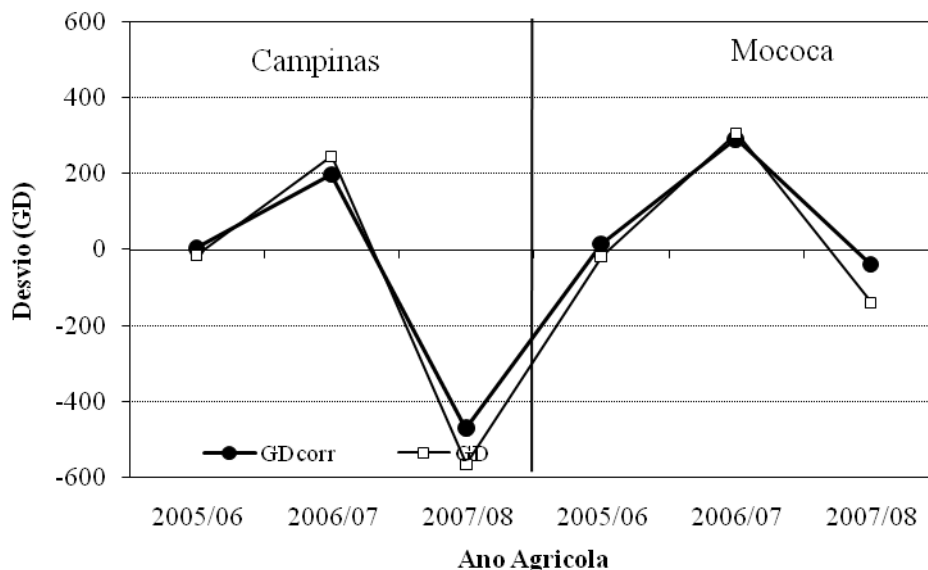


Figura 44 – Valores dos desvios em relação à média obtidos pelas análises estatísticas para a cultivar Obatã IAC 1669-20 com base nas somas térmicas GD e GDcorr para Campinas e Mococa no período de 2005/06 a 2007/08 como teste do modelo parametrizado.

4.5 Desempenho dos modelos parametrizados com correção pelo déficit hídrico em diferentes regiões cafeeiras

O Estado de São Paulo possui tradicionais regiões produtoras de café como a Mogiana, Araraquarense, Marília, Ourinhos. Os modelos parametrizados levando em consideração as correções pelo déficit hídrico foram aplicados nestas regiões, representadas pelas seguintes localidades: Mogiana (Campinas, Mococa, Ribeirão Preto, Cristais Paulista), Marília (Marília), Ourinhos (Manduri) e Araraquarense (Pindorama). Estas regiões apresentam grande variação de altitude (562 a 995m) e conseqüentemente de temperatura do ar, além de diferentes regimes hídricos que interferem substancialmente nas épocas de floração e da maturação do café.

As figuras 45 e 46 apresentam as épocas estimadas (decêndios) de maturação ocorridas ao longo do período de 1993 a 2008 utilizando os modelos considerando acumulações de ETr e somas térmicas de GDcorr para as cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20. Como o período de 1993 a 2008 é relativamente longo (16 anos) permite visualizar uma grande variabilidade da duração do período floração-maturação devido às diferenças interanuais das épocas de floração e maturação condicionadas pelas condições climáticas que interferiram na fenologia da planta.

Decêndios

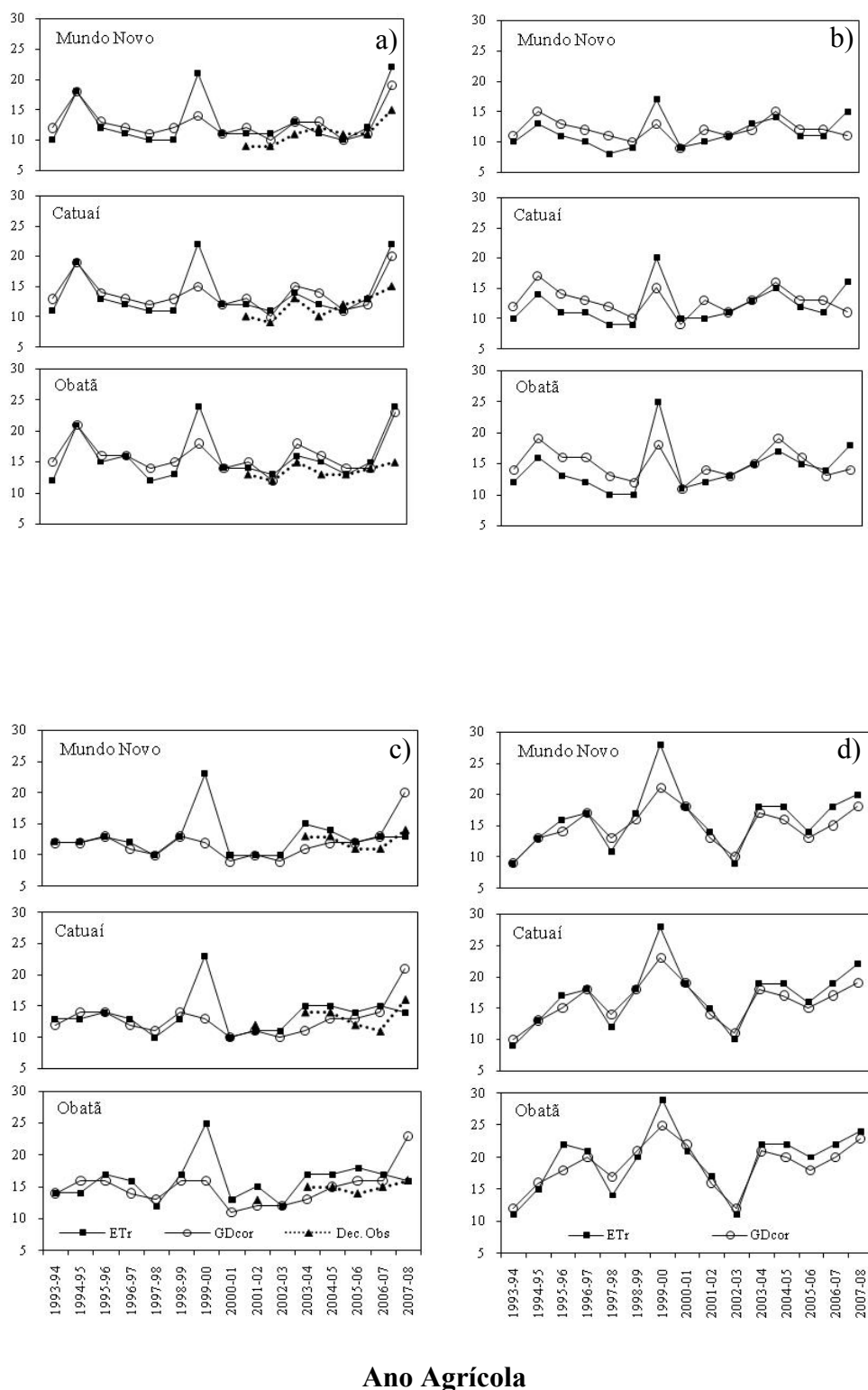


Figura 45 - Épocas estimadas (decêndios) de maturação ocorridas ao longo do período de 1993 a 2008 utilizando os modelos considerando acumulações de ETr e somas térmicas de GDcorr para as cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20 para as regiões Campinas (a), Cristais Paulista (b), Mococa (c) e Manduri (d).

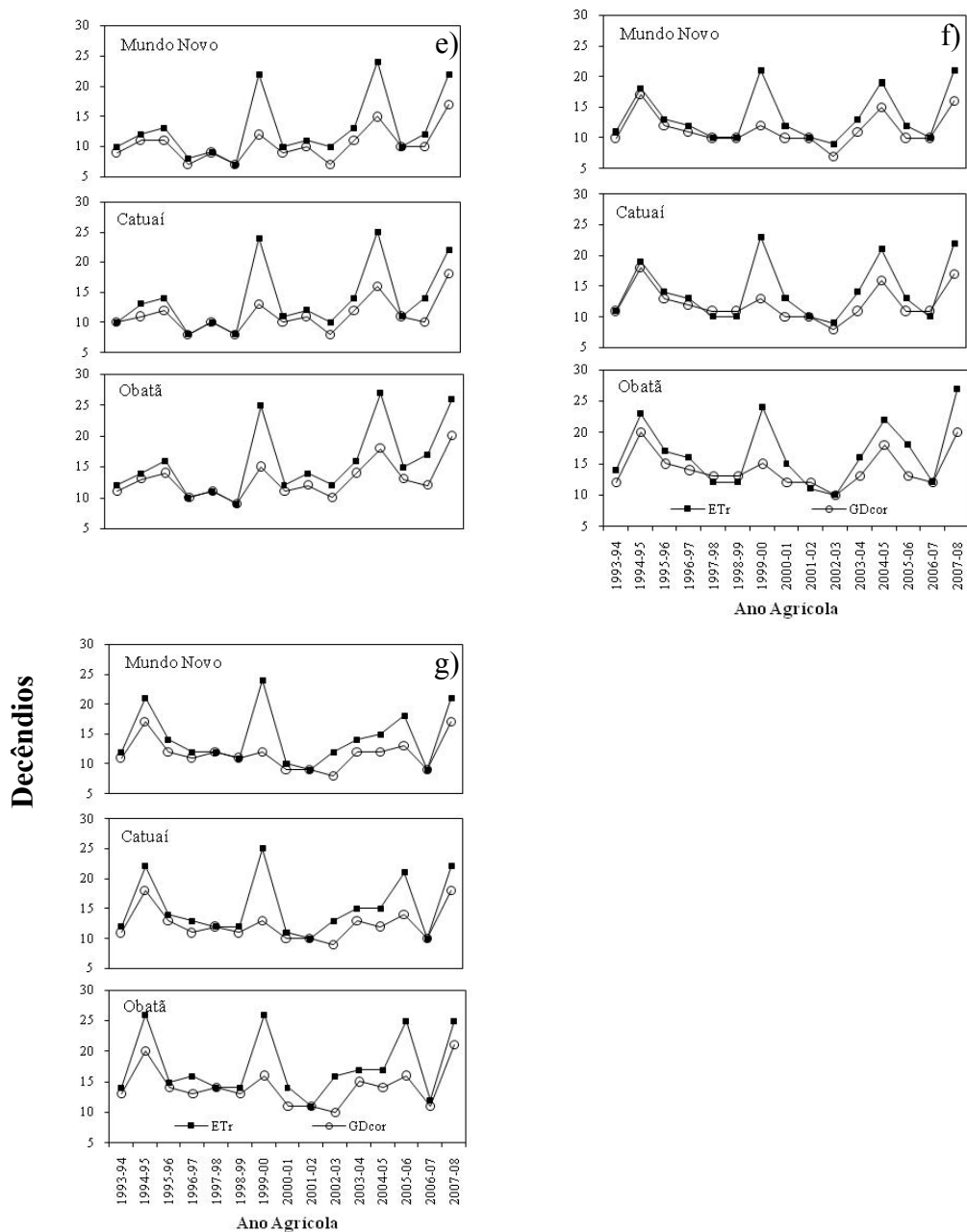


Figura 46 - Épocas estimadas (decênios) de maturação ocorridas ao longo do período de 1993 a 2008 utilizando os modelos considerando acumulações de ETr e somas térmicas de GDcor para as cultivares Mundo Novo, Catuaí e Obatã IAC 1669-20 para as regiões Marília (e), Ribeirão Preto (f) e Pindorama (g).

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no trabalho permitem concluir que:

- a) Os modelos de acumulação de ET (ETr e ETr-ETp) e soma térmica de GD (GDcorr) que consideram correções pelo fator hídrico estimam com mais consistência a duração do ciclo da floração-maturação do café do que os demais modelos ETp e GD clássico.
- b) O modelo de acumulação de ET considerando ETr durante todo o ciclo da floração-maturação apresentou melhor desempenho comparado aos demais, especialmente para as cultivares Mundo Novo e Catuaí.
- c) O modelo de acumulação ET considerando ETr-ETp apresentou desempenho similar comparado ao ETr para a cultivar Obatã IAC 1669-20.
- d) Quanto maior o valor da deficiência hídrica ocorrida nos ciclos, maior é a duração do subperíodo, interferindo nas acumulações de ET e somas térmicas GD estimadas pelos modelos para as três cultivares consideradas.
- e) É importante considerar o fator hídrico para a quantificação das acumulações e somas térmicas, seja considerando ETr ou GDcorr, para estimação do período floração-maturação com mais consistência para as três cultivares de café consideradas.
- f) As acumulações de ET e somas térmicas GD necessárias para o complemento do estágio floração-maturação são 746 mm (ETr) e 2733 GD (GDcorr) para a cultivar Mundo Novo; 762 mm (ETr) e 2816 GD (GDcorr) para a cultivar Catuaí; e 799 mm (ETr) e 3008 GD (GDcorr) para a cultivar Obatã IAC 1669-20.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

a) Dados fenológicos históricos consistentes das épocas de ocorrência da floração e maturação de diferentes cultivares de café são escassos, quando se necessita de rigor para serem considerados em trabalhos científicos.

b) O modelo agrometeorológico de estimativa da duração do estágio floração-maturação parametrizado considerando somas térmicas de GD_{corr} pode ser melhorado considerando dados diários de temperatura do ar.

c) O modelo agrometeorológico de estimativa da duração do estágio floração-maturação parametrizado considerando E_{Tr} ou GD_{corr} pode ser incorporado a modelos agrometeorológicos de monitoramento e de estimativa de quebra de produtividade, que necessitam desta importante informação fenológica. Entretanto deve ser testado para outras regiões cafeeiras do Brasil.

d) Espera-se, com isso, a obtenção de um modelo agrometeorológico de estimativa de quebra de produtividade ainda mais amplo e consistente para subsidiar os programas de previsão de safra de café do Brasil.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDISCOTT, T. M.; WAGENET, R. J. Concepts of solute leaching in soils: A review of modeling approaches, *J. Soil Science, Madson*, v.36, p. 411-424, 1985.

ARGOLLO FERRÃO, **Arquitetura do Café**. Campinas: Editora da UNICAMP / Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004. 296p.

BACHA, E. L. **Política Brasileira de Café**: uma avaliação centenária. In: Marcelino Martins & Johnston Exportadores Ltda., eds. **150 Anos de Café**. Rio de Janeiro, 1992. p. 15-133.

BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; BERGAMASCHI, H.; RIBOLDI, J. Rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e temperatura: II produção de fitomassa e rendimento de grãos. **Pesquisa Agropecuária Gaucha**, Porto Alegre, v. 1, n.2, p. 201-216, 1995.

BOOTE, K. J.; PICKERING, N. B. Modeling photosynthesis of row crop canopies. **HortScience**, v. 29, p. 1423-1434, 1994.

BOOTE, K. J.; JONES, J. W.; PICKERING, N. B. Potential uses and limitations of crop models. **Agronomy Journal**, Madson, v. 88, p. 704-716, 1996.

CAMARGO, A. P. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.21, n.12, p.163-203, 1962.

CAMARGO, A.P. Zoneamento de aptidão climática para a cafeicultura de arábica e robusta no Brasil. In: Fundação IBGE, Recursos, meio ambiente e poluição, p. 68-76, 1977.

CAMARGO, A.P. O clima e a cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p.13-26, 1985a.

CAMARGO, A.P. Florescimento e frutificação do café arábica nas diferentes regiões cafeiras do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p.831-839, 1985b.

CAMARGO, A.P. Balanço hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro. In: Anais do Simpósio sobre o manejo de água na agricultura, Campinas, p.53-90, 1987.

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. Artigo de Revisão. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.2, p.125-137, 2000.

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.1, p.65-68, 2001.

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P.; PALLONE FILHO, W.J. Modelo climático-fenológico para determinação das necessidades de irrigação de café arábica na região norte de São Paulo e no Triângulo Mineiro. Boletim Técnico nº 190, Campinas, IAC. Série Tecnologia APTA, 26p, 2001.

CAMARGO, A.P.; FRANCO, C.M. Clima e fenologia do cafeeiro. In: Cultura de Café no Brasil. Manual de Recomendações. 5.ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, Ministério da Indústria e Comércio, p.19-50, 1985.

CAMARGO, A.P.; PEREIRA, A.R. Agrometeorology of the coffee crop. Gebeve: World Meteorological Organization, 1994. 96p. (Agricultural Meteorology CaM report, 58).

CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p.89-97, 1997.

CAMARGO, M.B.P.; BRUNINI, O.; MIRANDA, M.A.C. Temperatura-base para o cálculo dos graus-dia para cultivares de soja em São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 115-121, 1987.

CAMARGO, M.B.P.; BRUNINI, O.; PEDRO JR., M.J.; BARDIN, L. Variabilidade espacial e temporal de dados termopluviométricos diários da rede de estações meteorológicas do Instituto Agrônomo (IAC). In: Anais do XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Fortaleza, p.207-208, 2001.

CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955). **Bragantia**, Campinas, v. 52, n. 2, p. 169-172, 1993.

CAMARGO, M.B.P.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A.; ALFONSI, R. R. & PINTO, H.S. Relações entre a precipitação pluviométrica e a produtividade do cafeeiro. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal v. 9, p.166-171, 1984.

CAMARGO, M.B.P.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; CAMARGO, A.P.; FAHL, J.I.; FAZUOLI, L.C.; SANTOS, M.A. Modelo agrometeorológico de estimativa da época de plena floração do cafeeiro arábica em condições tropicais. 2001. In: Anais do 2º Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil, Vitória, p.173-180, 2001.

CAMARGO, M.B.P.; SANTOS, M.A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; FAHL, J.I.; BRUNINI, O.; MEIRELES, E.J.L.; BARDIN, L. Modelo agrometeorológico de monitoramento e de estimativa de quebra de produtividade como subsídio à previsão de safra de café (*Coffea arabica L.*): resultados preliminares. In: Anais do 3º Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Porto Seguro, p.75-76, 2003.

CAMARGO, M. B. P. ; SANTOS, M. A. ; BRUNINI, O. ; FAHL, J. I; MEIRELES, E. J. L. ; LORENA, B. Teste de modelo agrometeorológico de monitoramento e de estimativa de produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica L.*) no Estado de São Paulo. In: IV Simpósio de pesquisa dos Cafés do Brasil, 2005, Londrina, PR. Anais. Londrina, PR Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, 2005. v. 1, p. 25-29.

CARVALHO, L.G. de; SEDIYAMA, G.C.; CECON, P.R.; RAMOS ALVES, H.M. Avaliação de um modelo agrometeorológico para previsão de produtividade de café em três localidades da região sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.2, p.343-352, 2003.

CARVALHO, V. D. de; CHALFOUN, S. M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 79–92, 1985.

CORTEZ, J. G. Controle das fermentações do café e a qualidade da bebida. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 19., 1993, Três Pontas. **Resumos...** Rio de Janeiro: MARA, 1993. p. 86.

COSTA, L. C. Modelagem e simulação em Agrometeorologia. Folheto apresentado durante o X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Piracicaba, 6p., 13 a 18 de julho de 1997.

DAMATTA, F.M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.16, n.1, p.1-6, 2004.

DAMATTA, F.M.; RAMALHO, J.C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas v. 18, n. 1, p.55-81, 2006.

DEAN, W. **A Ferro e Fogo**: a história da devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. 484p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Roma, FAO, 197 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33), 1979.

ECCARDI, F.; SANDALJ, V. **O Café**: ambientes e diversidade. Rio de Janeiro: Casa de Palavra, 2003. 256p.

FAZUOLI, L.C.; MEDINA FILHO, H. P.; GONÇALVES, W.; GUERREIRO FILHO, O; SILVAROLLA, M. B. Melhoramento do cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agrônomo de Campinas In: ZAMBOLIM, L. (Ed) O estado da arte de tecnologias na produção de café. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002, p 163- 215.

FAZUOLI, L.C.; SILVAROLA, M.B., SALVA, T.J.G. et al. Cultivares de café arábica do IAC: Um patrimônio da cafeicultura brasileira. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n 1, p. 12-15, 2007.

GOUVEIA, N. M. Estudo da diferenciação e crescimento de gemas florais de *Coffea arabica* L: observações sobre a antese e maturação dos frutos. 1984. 237p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

HANKS, J.; RITCHIE, J. T. Modeling plant and soil systems. Agron. Monogr. 31, ASA, CSSA, and SSSA, Madson, WI, 1991.

INFELD, J.A.; SILVA, J.B. da. Somas térmicas da duração da fase vegetativa do arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 5., Belém-PA, **Anais...** Belém: SBA, 1987, p. 160-161.

JAME, Y. W.; CUTFORTH, W. Crop growth models for decision support systems. **Can. J. Plant Science**. V. 76, p. 9-16, 1996.

JONES, J. W.; BOOTE, K. J.; JACTAP, S. S.; WILKERSON, G. G.; HOOGENBOOM, G.; MISHOE, J. W. Soygro v. 5.4- Technical documentation. Agric. Eng. Dep. Res. Rep., University of Florida, Gainesville, 1987.

MARÍN-LÓPEZ, S.M.; ARCILA-PULGARÍN, J.; MONTOYA-RESTREPO, E.C.; OLIVEROS-TASCÓN, C.E. Câmbios físicos y químicos durante la maduración del fruto de café (*Coffea arabica* L. var. Colômbia). **Cenicafé**, Chinchiná, v.54, n.3, p.208-225, 2003.

MASSIGNAM, A. M.; ANGELOCCI, L. R. Relações entre temperatura do ar, disponibilidade hídrica no solo, fotoperíodo e duração de subperíodos fenológicos do girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 1, p. 63-69, 1993.

MAURO, F. H. **Du Café**, Paris : Éditions Desjonquères, 2002. 251p.

MESSIAS, R. C. O cultivo do café nas bocas do sertão paulista: mercado interno e mão-de-obra no período de transição 1830-1888. São Paulo : Editora UNESP, 2003. 189p.

MONTEITH, J. L. The quest for balance in crop modeling. **Agronomy Journal**, Madson, v. 88 p. 695-697, 1996

MOURA, C. E. M. Titulares paulistas ligados ao café. In: ARAUJO, Emanuel (org.). **O Café**, São Paulo, p.75-77, 2000.

OMETTO, J.C. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. 440 p., 1981.

ORESQUES, N.; SHRADER-FRECHETTE, K.; BELITZ, K. Verification, validation, and confirmation of numerical models in the earth sciences. **Science**, Washington, DC, v. 263, p. 641-646, 1994.

PASSIOURA, J.B. Sence and nonsense in crop simulation. **J. Aust. Inst. Agric. Science**, v.39, p. 181-183, 1973.

PENNING DE VRIES, P. K. T.; KROPFF, M. J.; TENG, P. S.; KIRK, G. J. D. Systems simulation at Irri 151, Philippines, 1991.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas. Guaíba: Agropecuárias. 2002. 465p.

PEREIRA, A.R.; CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Agrometeorologia de cafezais no Brasil. Campinas: Instituto Agrônômico, IAC. 2008. 127p.

PEZZOPANE, J.R.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; THOMAZIELLO, R.A.; CAMARGO, M.B.P. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, Campinas, v.62, n. 3, p.499-505, 2003.

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JR, M.J.; CAMARGO, M.B.P.; FAZUOLI, L.C. Temperatura-Base e Graus-dia com correção pela disponibilidade Hídrica para o cafeeiro 'Mundo Novo' no período florescimento-colheita. Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Campinas, SP, 2005.

PEZZOPANE, J. R. M. ; PEDRO JR, M. J. ; CAMARGO, M. B. P. ; FAZUOLI, L. C. Índices agrometeorológicos para estimativa da duração do período florescimento-colheita do cafeeiro Mundo Novo. In: IV Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2006, Ribeirão Preto, SP. Mudanças climáticas: impacto sobre homens, plantas e animais. Ribeirão Preto, SP : Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 2006. v. 1. p. 2.

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JR, M.J.; CAMARGO, M.B.P.; FAZUOLI, L.C. Exigência Térmica do Café Arábica CV. Mundo Novo no Subperíodo florescimento-colheita. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32 n.6, p.1781-1786, Nov./Dez., 2008.

PHILIP, J. R. Soils, natural science and models. **Soil Science**, Madson, v. 151, p. 91-98, 1991.

PICINI, A.G.; CAMARGO, M.B.P.; ORTOLANI, A.A.; FAZUOLI, L.C.; GALLO, P.B. Desenvolvimento e teste de modelos agrometeorológicos para a estimativa de produtividade do cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p.157-170, 1999.

PIMENTA, C. J., CHAGAS, S. J. R., COSTA, L. Pectinas e enzimas pectinolíticas no café (*Coffea arabica*.) em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 1079-1083, 2000.

PIRINGER, A.A.; BORTHWICK, H.A. Photoperiodic responses of coffee. Turrialba, San Jose, v.5, n.3, p.72-75,1955.

PRELA, A.; RIBEIRO, A. M. A. Determinação de Graus-dia acumulados e sua aplicação no planejamento de cultivar do feijão vagem para Londrina- PR, Brasil **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p.83-86, 2002.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p. 26-40, 1985.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Ecofisiologia do cafeeiro. In: **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e Fósforo, 1987. p.119-147.

RENA, A.B.; BARROS, R.S.; MAESTRI, M. Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. Tecnologias de produção de café com qualidade. Viçosa: UFV, 2001. p.101-128.

RICCI, M. S. F.; ARAÚJO, M. C. F.; FRANCH, C. M. C. Cultivo Orgânico do Café: recomendações técnicas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101p.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C; BARBIERI, V. Planilhas no Ambiente EXCELL™ para cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6 n.1 p.133-137, 1998.

SAMMIS, T.W. et al. Evapotranspiration crop coefficients predicted using growing-degree-days. Transactions of the ASAE, v. 28, n. 3, p. 773-780, 1985.

SANTOS, M.A. Parametrização de coeficientes de sensibilidade e teste de modelos agrometeorológicos de estimativa de quebra de produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 2005. 138p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônômico, IAC/APTA, Campinas.

SANTOS, M.A.; CAMARGO, M.B.P. Parametrização de modelo agrometeorológico de estimativa de produtividade do cafeeiro nas condições do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 173-183, 2006.

SEDIYAMA, G.C.; RIBEIRO, A.; HAMAKAWA, P.J.; COSTA, J.M.N da; COSTA, L. C.; COSTA, M.H.; MELO JÚNIOR, J.C.F. de; SANTOS, A.R. dos. Zoneamento climático do cafeeiro para o estado de Minas Gerais. Viçosa: Embrapa/Funarbe-UFV, 15p., mais anexos, 1999.

SEDIYAMA, G. C. et al. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p.501-509, 2001.

SILVA, G.L.S.P.; VICENTE, J.R. & CASER, D.V. Variações do tempo e produtividade agrícola: um subsídio à previsão de safras no Estado de São Paulo. Campinas, Fundação Cargill, 148 p, 1986.

SILVA, G.L.S.P.; VICENTE, J.R.; CASER, D.V. Avaliação de previsões de rendimento de culturas no Estado de São Paulo, fornecidas por modelos agrometeorológicos, anos agrícolas 1984/85 e 1985/86. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.17, n.6, p.61-45, 1987.

SLACK, D.C. et al. Growing-degree-days based crop coefficients for irrigation management. In: Congresso Nacional Asociación Mexicana de Ingeniería Agrícola, 4., Cuautitlán Izcali, Estado do México, México, 1994. Anais..., Cuautitlán Izcali, México: Asociación Mexicana de Ingeniería Agrícola, 1994. p. 7-13.

SONDAHL, M.R.; SHARP, W.R. Research in *Coffea* spp. and applications of tissue culture methods. In: PADDOCK, E.F.; RAGHAVAN, V. (Eds.). *Plant cell and Tissue Culture: Principles and Applications*. Columbus: Ohio State University Press, 1979. p.527-584.

SOUZA, P. R. Alguns aspectos de influência do clima e temperatura sobre a cultura do arroz irrigado no sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 43, n. 389, p. 9-22, 1990.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geography Review**, Centerton, v. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. In: Centerton, N. J. (ed), 104p. (Publ. in *Climatology*, v. 8, n. 1), 1955.

TOSELLO, R.N.; ARRUDA, H.V. de. Correlação entre estimativas oficiais de produção de café e precipitação pluviométrica, no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 21, p. 449-465, 1962.

THOMAZIELLO, R.A.; FAZUOLI, L.C.; PEZZOPANE, J.R.M.; FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C. Café arábica: cultura e técnicas de produção. Campinas: Instituto Agrônômico, 82p, (Boletim Técnico, 187), 2000.

WARINGTON, I.J.; KANEMASU, E.T. Corn growth response to temperature and photoperiod, 1, seedling emergence, tassel initiation and anthesis. **Agronomy Journal**. Madson, n. 75, p. 154-180, 1983.

WEILL, M.A.M. Avaliação de fatores edafoclimáticos e do manejo na produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) na região de Marília e Garça, SP. 1990. 182p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ZACHARIAS, A.O. Modelo Agrometeorológico de Estimativa do início da florada plena do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 2007. 94p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônômico, IAC/APTA, Campinas.

ZACHARIAS, A.O.; CAMARGO, M.B.P.; FAZUOLI, L.C. Modelo agrometeorológico de estimativa do início da florada plena do cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 249-256, 2008.

8 ANEXOS

8.1 Anexo 1 - Resultados dos balanços hídricos decendiais (CAD= 100 mm) para a região de Campinas (SP), referente aos anos de 2001 e 2002.

Ano	Dec	Tmed	Prec	ETP	ER	P-EP	Armaz.	Exc.	Def.	Def. Neg.	ER/EP
2001	1	24,9	24	44,4	42,4	-20,4	81,6	0,0	1,9	-1,9	1,0
2001	2	25,3	22	47,4	40,3	-25,4	63,3	0,0	7,1	-7,1	0,9
2001	3	24,8	123	48,7	48,7	74,3	100,0	37,6	0,0	0,0	1,0
2001	4	25,2	183	44,4	44,4	138,6	100,0	138,6	0,0	0,0	1,0
2001	5	25,0	131	44,0	44,0	87,0	100,0	87,0	0,0	0,0	1,0
2001	6	25,6	4	36,1	31,4	-32,1	72,6	0,0	4,6	-4,6	0,9
2001	7	23,9	50	34,6	34,6	15,4	88,0	0,0	0,0	0,0	1,0
2001	8	25,1	27	39,3	37,1	-12,3	77,8	0,0	2,1	-2,1	0,9
2001	9	25,2	37	43,2	41,7	-6,2	73,1	0,0	1,5	-1,5	1,0
2001	10	24,0	22	29,8	27,5	-7,8	67,7	0,0	2,3	-2,3	0,9
2001	11	22,9	2	27,0	17,0	-25,0	52,7	0,0	10,1	-10,1	0,6
2001	12	24,3	2	30,1	14,9	-28,1	39,8	0,0	15,2	-15,2	0,5
2001	13	20,6	16	20,6	17,8	-4,6	38,0	0,0	2,8	-2,8	0,9
2001	14	17,6	47	17,6	17,6	29,4	67,4	0,0	0,0	0,0	1,0
2001	15	19,7	26	21,7	21,7	4,3	71,7	0,0	0,0	0,0	1,0
2001	16	21,7	0	19,3	12,6	-19,3	59,1	0,0	6,7	-6,7	0,7
2001	17	19,4	4	17,2	11,3	-13,2	51,8	0,0	5,9	-5,9	0,7
2001	18	16,1	17	14,3	14,3	2,7	54,5	0,0	0,0	0,0	1,0
2001	19	19,6	0	18,5	9,2	-18,5	45,3	0,0	9,3	-9,3	0,5
2001	20	19,5	3	18,3	9,4	-15,3	38,9	0,0	8,9	-8,9	0,5
2001	21	18,7	8	19,3	12,2	-11,3	34,7	0,0	7,1	-7,1	0,6
2001	22	20,6	0	22,4	7,0	-22,4	27,8	0,0	15,4	-15,4	0,3
2001	23	20,7	0	22,6	5,6	-22,6	22,2	0,0	17,0	-17,0	0,2
2001	24	21,4	29	25,7	25,7	3,3	25,5	0,0	0,0	0,0	1,0
2001	25	23,2	0	30,5	6,7	-30,5	18,8	0,0	23,8	-23,8	0,2
2001	26	19,1	57	24,6	24,6	32,4	51,2	0,0	0,0	0,0	1,0
2001	27	21,9	14	28,3	20,8	-14,3	44,4	0,0	7,5	-7,5	0,7
2001	28	21,2	185	32,2	32,2	152,8	100,0	97,2	0,0	0,0	1,0
2001	29	22,7	45	34,6	34,6	10,4	100,0	10,4	0,0	0,0	1,0
2001	30	23,1	24	39,3	38,2	-15,3	85,8	0,0	1,1	-1,1	1,0
2001	31	23,7	7	39,8	31,0	-32,8	61,8	0,0	8,8	-8,8	0,8
2001	32	23,6	59	39,7	39,7	19,3	81,0	0,0	0,0	0,0	1,0
2001	33	25,3	37	46,0	43,9	-9,0	74,1	0,0	2,0	-2,0	1,0
2001	34	23,5	34	41,0	39,0	-7,0	69,0	0,0	2,0	-2,0	1,0
2001	35	24,4	61	43,8	43,8	17,2	86,3	0,0	0,0	0,0	1,0
2001	36	22,9	107	43,2	43,2	63,8	100,0	50,1	0,0	0,0	1,0
2002	1	24,6	32	43,8	43,2	-11,8	88,8	0,0	0,7	-0,7	1,0
2002	2	22,3	144	37,9	37,9	106,1	100,0	94,9	0,0	0,0	1,0
2002	3	25,9	45	53,3	53,0	-8,3	92,0	0,0	0,3	-0,3	1,0
2002	4	22,6	60	36,1	36,1	23,9	100,0	15,9	0,0	0,0	1,0
2002	5	23,4	15	38,2	35,7	-23,2	79,3	0,0	2,5	-2,5	0,9
2002	6	23,6	52	30,7	30,7	21,3	100,0	0,5	0,0	0,0	1,0
2002	7	25,5	10	39,8	35,8	-29,8	74,2	0,0	4,0	-4,0	0,9
2002	8	26,2	33	42,7	39,9	-9,7	67,3	0,0	2,8	-2,8	0,9
2002	9	24,6	74	40,3	40,3	33,7	100,0	1,0	0,0	0,0	1,0
2002	10	24,3	22	30,1	29,8	-8,1	92,2	0,0	0,3	-0,3	1,0
2002	11	25,3	0	32,8	25,8	-32,8	66,4	0,0	7,0	-7,0	0,8
2002	12	24,7	0	30,6	17,5	-30,6	48,9	0,0	13,1	-13,1	0,6
2002	13	22,8	38	22,8	22,8	15,2	64,1	0,0	0,0	0,0	1,0
2002	14	22,2	24	22,2	22,2	1,8	65,9	0,0	0,0	0,0	1,0
2002	15	18,6	34	20,5	20,5	13,5	79,4	0,0	0,0	0,0	1,0
2002	16	21,3	0	18,9	13,7	-18,9	65,7	0,0	5,2	-5,2	0,7
2002	17	21,6	0	19,2	11,5	-19,2	54,3	0,0	7,7	-7,7	0,6
2002	18	19,8	0	17,6	8,8	-17,6	45,5	0,0	8,9	-8,9	0,5
2002	19	18,8	0	17,7	7,4	-17,7	38,1	0,0	10,3	-10,3	0,4
2002	20	17,0	4	16,0	8,3	-12,0	33,8	0,0	7,7	-7,7	0,5
2002	21	20,3	2	21,0	7,8	-19,0	28,0	0,0	13,1	-13,1	0,4
2002	22	21,8	54	23,7	23,7	30,3	58,3	0,0	0,0	0,0	1,0
2002	23	23,0	0	25,0	12,9	-25,0	45,4	0,0	12,1	-12,1	0,5
2002	24	22,3	12	26,7	18,2	-14,7	39,2	0,0	8,5	-8,5	0,7
2002	25	19,5	18	25,1	20,7	-7,1	36,5	0,0	4,4	-4,4	0,8
2002	26	23,2	6	30,5	13,9	-24,5	28,6	0,0	16,5	-16,5	0,5
2002	27	20,2	25	26,1	25,3	-1,1	28,3	0,0	0,8	-0,8	1,0
2002	28	25,7	4	42,9	13,1	-38,9	19,2	0,0	29,8	-29,8	0,3
2002	29	27,9	1	50,9	8,5	-49,9	11,6	0,0	42,4	-42,4	0,2
2002	30	25,3	39	46,6	39,8	-7,6	10,8	0,0	6,7	-6,7	0,9
2002	31	23,0	31	37,9	31,7	-6,9	10,1	0,0	6,2	-6,2	0,8
2002	32	24,2	81	41,9	41,9	39,1	49,2	0,0	0,0	0,0	1,0
2002	33	25,6	121	46,5	46,5	74,5	100,0	23,7	0,0	0,0	1,0
2002	34	25,7	31	48,3	46,9	-17,3	84,1	0,0	1,4	-1,4	1,0
2002	35	24,4	52	43,8	43,8	8,2	92,3	0,0	0,0	0,0	1,0
2002	36	25,7	78	53,2	53,2	24,8	100,0	17,1	0,0	0,0	1,0

8.2 Anexo 2 - Resultados dos balanços hídricos decendiais (CAD= 100 mm) para a região de Campinas (SP), referente aos anos de 2003 e 2004.

Ano	Dec	Tmed	Prec	ETP	ER	P-EP	Armaz.	Exc.	Def.	Def. Neg.	ER/EP
2003	1	25,9	84	48,5	48,5	35,5	100,0	35,5	0,0	0,0	1,0
2003	2	24,4	131	43,6	43,6	87,4	100,0	87,4	0,0	0,0	1,0
2003	3	23,4	171	44,5	44,5	126,5	100,0	126,5	0,0	0,0	1,0
2003	4	26,8	20	49,4	45,5	-29,4	74,5	0,0	3,9	-3,9	0,9
2003	5	23,9	183	39,0	39,0	144,0	100,0	118,5	0,0	0,0	1,0
2003	6	27,1	13	41,6	37,8	-28,6	75,2	0,0	3,7	-3,7	0,9
2003	7	25,4	55	39,6	39,6	15,4	90,5	0,0	0,0	0,0	1,0
2003	8	24,5	17	36,5	33,0	-19,5	74,5	0,0	3,5	-3,5	0,9
2003	9	23,1	12	36,7	28,3	-24,7	58,2	0,0	8,4	-8,4	0,8
2003	10	22,4	16	26,5	21,8	-10,5	52,4	0,0	4,7	-4,7	0,8
2003	11	21,6	23	25,5	24,3	-2,5	51,1	0,0	1,2	-1,2	1,0
2003	12	24,6	23	30,4	26,7	-7,4	47,4	0,0	3,8	-3,8	0,9
2003	13	18,3	36	18,3	18,3	17,7	65,2	0,0	0,0	0,0	1,0
2003	14	21,0	0	21,0	12,3	-21,0	52,8	0,0	8,6	-8,6	0,6
2003	15	18,9	14	20,7	17,4	-6,7	49,4	0,0	3,3	-3,3	0,8
2003	16	21,5	5	19,2	11,5	-14,2	42,9	0,0	7,6	-7,6	0,6
2003	17	21,1	6	18,8	11,2	-12,8	37,7	0,0	7,6	-7,6	0,6
2003	18	18,9	0	16,9	5,9	-16,9	31,9	0,0	11,0	-11,0	0,3
2003	19	19,3	0	18,1	5,3	-18,1	26,6	0,0	12,8	-12,8	0,3
2003	20	18,7	22	17,6	17,6	4,4	31,0	0,0	0,0	0,0	1,0
2003	21	21,0	0	21,7	6,1	-21,7	24,9	0,0	15,7	-15,7	0,3
2003	22	20,2	15	22,0	16,7	-7,0	23,3	0,0	5,3	-5,3	0,8
2003	23	17,7	0	19,3	4,1	-19,3	19,2	0,0	15,2	-15,2	0,2
2003	24	19,6	3	23,5	6,6	-20,5	15,6	0,0	16,9	-16,9	0,3
2003	25	21,7	0	28,0	3,8	-28,0	11,8	0,0	24,1	-24,1	0,1
2003	26	20,4	18	26,3	18,9	-8,3	10,9	0,0	7,3	-7,3	0,7
2003	27	24,5	2	33,2	4,9	-31,2	8,0	0,0	28,3	-28,3	0,1
2003	28	24,4	32	38,9	32,5	-6,9	7,4	0,0	6,4	-6,4	0,8
2003	29	21,5	43	32,6	32,6	10,4	17,8	0,0	0,0	0,0	1,0
2003	30	23,7	11	40,3	15,5	-29,3	13,3	0,0	24,8	-24,8	0,4
2003	31	21,7	53	35,9	35,9	17,1	30,4	0,0	0,0	0,0	1,0
2003	32	24,1	139	41,8	41,8	97,2	100,0	27,6	0,0	0,0	1,0
2003	33	23,9	30	40,1	39,6	-10,1	90,4	0,0	0,5	-0,5	1,0
2003	34	24,1	185	43,2	43,2	141,8	100,0	132,1	0,0	0,0	1,0
2003	35	25,3	52	47,5	47,5	4,5	100,0	4,5	0,0	0,0	1,0
2003	36	23,9	69	45,9	45,9	23,1	100,0	23,1	0,0	0,0	1,0
2004	1	22,4	73	38,1	38,1	34,9	100,0	34,9	0,0	0,0	1,0
2004	2	24,6	12	43,9	39,3	-31,9	72,7	0,0	4,6	-4,6	0,9
2004	3	24,1	91	47,4	47,4	43,6	100,0	16,3	0,0	0,0	1,0
2004	4	24,2	34	40,6	40,4	-6,6	93,6	0,0	0,2	-0,2	1,0
2004	5	24,5	24	41,1	38,7	-17,1	78,9	0,0	2,4	-2,4	0,9
2004	6	22,1	98	31,8	31,8	66,2	100,0	45,0	0,0	0,0	1,0
2004	7	24,4	40	36,4	36,4	3,6	100,0	3,6	0,0	0,0	1,0
2004	8	23,7	15	34,3	32,6	-19,3	82,4	0,0	1,8	-1,8	0,9
2004	9	21,9	10	34,2	27,7	-24,2	64,8	0,0	6,5	-6,5	0,8
2004	10	23,8	15	28,7	23,3	-13,7	56,5	0,0	5,4	-5,4	0,8
2004	11	23,5	31	28,2	28,2	2,8	59,2	0,0	0,0	0,0	1,0
2004	12	21,8	1	25,7	14,0	-24,7	46,3	0,0	11,7	-11,7	0,5
2004	13	20,3	48	20,3	20,3	27,7	73,9	0,0	0,0	0,0	1,0
2004	14	18,0	13	18,0	16,6	-5,0	70,3	0,0	1,4	-1,4	0,9
2004	15	17,8	55	19,6	19,6	35,4	100,0	5,8	0,0	0,0	1,0
2004	16	16,9	44	15,1	15,1	28,9	100,0	28,9	0,0	0,0	1,0
2004	17	17,4	15	15,5	15,5	-0,5	99,5	0,0	0,0	0,0	1,0
2004	18	20,2	0	18,0	16,4	-18,0	83,1	0,0	1,6	-1,6	0,9
2004	19	20,2	4	19,0	15,6	-15,0	71,6	0,0	3,4	-3,4	0,8
2004	20	17,8	88	16,7	16,7	71,3	100,0	42,9	0,0	0,0	1,0
2004	21	15,9	0	16,5	15,2	-16,5	84,8	0	1,3	-1,3	0,9
2004	22	18,4	0	20,1	15,4	-20,1	69,4	0	4,6	-4,6	0,8
2004	23	18,9	0	20,6	12,9	-20,6	56,5	0	7,7	-7,7	0,6
2004	24	22,3	0	26,7	13,2	-26,7	43,2	0,0	13,5	-13,5	0,5
2004	25	24,4	0	33,1	12,2	-33,1	31,1	0,0	20,9	-20,9	0,4
2004	26	22,2	27	28,7	27,5	-1,7	30,5	0,0	1,2	-1,2	1,0
2004	27	25,4	0	36,0	9,2	-36	21,3	0	26,8	-26,8	0,3
2004	28	19,3	20	29,3	21,9	-9,3	19,4	0,0	7,4	-7,4	0,7
2004	29	22,2	110	33,7	33,7	76,3	95,7	0,0	0,0	0,0	1,0
2004	30	22,3	71	37,3	37,3	33,7	100,0	29,4	0,0	0,0	1,0
2004	31	23,6	14	39,7	36,7	-25,7	77,3	0,0	3,0	-3,0	0,9
2004	32	22,1	75	36,5	36,5	38,5	100,0	15,8	0,0	0,0	1,0
2004	33	23,9	29	40,2	39,6	-11,2	89,4	0,0	0,6	-0,6	1,0
2004	34	23,7	67	41,3	41,3	25,7	100,0	15,1	0,0	0,0	1,0
2004	35	24,2	8	43,5	37,9	-35,5	70,1	0,0	5,6	-5,6	0,9
2004	36	23,3	103	44,6	44,6	58,4	100,0	28,5	0,0	0,0	1,0

8.3 Anexo 3 - Resultados dos balanços hídricos decendiais (CAD= 100 mm) para a região de Campinas (SP), referente aos anos de 2005 e 2006.

Ano	Dec	Tmed	Prec	ETP	ER	P-EP	Armaz.	Exc.	Def.	Def. Neg.	ER/EP
2005	2	24,5	190	43,7	43,7	146,3	100,0	146,3	0,0	0,0	1,0
2005	3	23,1	132	44,1	44,1	87,9	100,0	87,9	0,0	0,0	1,0
2005	4	23,6	0	38,4	31,9	-38,4	68,1	0,0	6,5	-6,5	0,8
2005	5	24,2	48	40,7	40,7	7,3	75,4	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	6	25,4	49	35,8	35,8	13,2	88,6	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	7	24,5	0	36,5	27,1	-36,5	61,5	0,0	9,4	-9,4	0,74
2005	8	25,2	191	39,4	39,4	151,6	100,0	113,1	0,0	0,0	1,00
2005	9	23,9	117	38,0	38,0	79,0	100,0	79,0	0,0	0,0	1,00
2005	10	26,3	35	44,0	43,6	-9	91,3	0,0	0,4	-0,4	0,99
2005	11	24,7	0	37,0	28,2	-37	63,1	0,0	8,7	-8,7	0,76
2005	12	21,1	8	24,6	17,7	-17	53,4	0,0	7,0	-7,0	0,72
2005	13	20,6	1	22,8	11,3	-22	42,9	0,0	11,5	-11,5	0,50
2005	14	22,9	0	29,1	10,8	-29	32,1	0,0	18,3	-18,3	0,37
2005	15	19,9	162	22,4	22,4	140	100,0	72,1	0,0	0,0	1,00
2005	16	21,1	0	23,2	20,7	-23	79,3	0,0	2,5	-2,5	0,89
2005	17	20,5	0	21,5	15,4	-21	64,1	0,0	6,1	-6,1	0,72
2005	18	18,7	44	17,1	17,1	27	90,9	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	19	18,3	0	16,2	13,6	-16	77,3	0,0	2,6	-2,6	0,84
2005	20	18,1	0	15,9	11,4	-16	66,0	0,0	4,5	-4,5	0,72
2005	21	19,3	6	20,7	15,0	-15	56,9	0,0	5,7	-5,7	0,73
2005	22	19,9	0	20,6	10,6	-21	46,3	0,0	10,0	-10,0	0,51
2005	23	21	0	23,9	9,8	-24	36,5	0,0	14,0	-14,0	0,41
2005	24	22,9	16	33,1	21,9	-17	30,8	0,0	11,2	-11,2	0,66
2005	25	21,5	30	26,3	26,3	4	34,6	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	26	21,6	8	27,1	14,2	-19	28,7	0,0	12,9	-12,9	0,52
2005	27	19,9	11	22,6	13,9	-12	25,5	0,0	8,7	-8,7	0,62
2005	28	24,4	94	38,0	38,0	56	81,5	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	29	24,1	45	37,5	37,5	7	88,5	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	30	23,7	65	40,3	40,3	25	100,0	13,2	0,0	0,0	1,00
2005	31	22,5	6	32,8	29,5	-27	76,5	0,0	3,3	-3,3	0,90
2005	32	23,9	19	38,6	32,6	-20	62,9	0,0	6,0	-6,0	0,85
2005	33	23,4	14	37,0	26,9	-23	50,0	0,0	10,1	-10,1	0,73
2005	34	23,0	59	35,8	35,8	24	73,5	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	35	23,2	43	36,7	36,7	6	79,3	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	36	24,4	37	45,8	43,6	-9	72,3	0,0	2,2	-2,2	0,95
2006	1	23,9	133	39,5	39,5	94	100,0	65,9	0,0	0,0	1,00
2006	2	26,3	14	49,7	44,0	-36	70,0	0,0	5,7	-5,7	0,89
2006	3	25,4	92	49,7	49,7	43	100,0	12,5	0,0	0,0	1,00
2006	4	25,8	59	46,4	46,4	13	100,0	12,9	0,0	0,0	1,00
2006	5	24,0	101	38,3	38,3	63	100,0	62,9	0,0	0,0	1,00
2006	6	24,5	24	31,7	31,5	-8	92,7	0,0	0,3	-0,3	0,99
2006	7	25,6	101	43,6	43,6	58	100,0	50,3	0,0	0,0	1,00
2006	8	25,2	14	41,2	37,9	-27	76,5	0,0	3,3	-3,3	0,92
2006	9	24,3	88	40,7	40,7	47	100,0	23,4	0,0	0,0	1,00
2006	10	22,7	24	30,5	30,3	-6	93,8	0,0	0,2	-0,2	0,99
2006	11	21,2	3	25,4	21,9	-22	75,0	0,0	3,6	-3,6	0,86
2006	12	21,8	0	26,8	17,6	-27	57,4	0,0	9,2	-9,2	0,66
2006	13	18,8	1	18,2	10,2	-17	48,4	0,0	8,0	-8,0	0,56
2006	14	18,2	0	16,6	7,4	-17	41,0	0,0	9,2	-9,2	0,45
2006	15	19,1	5	20,2	10,7	-15	35,2	0,0	9,5	-9,5	0,53
2006	16	19,3	0	18,6	6,0	-19	29,3	0,0	12,6	-12,6	0,32
2006	17	19,7	0	19,5	5,2	-20	24,1	0,0	14,3	-14,3	0,27
2006	18	18,4	20	16,4	16,4	3	27,4	0,0	0,0	0,0	1,00
2006	19	18,6	0	16,9	4,5	-17	23,2	0,0	12,4	-12,4	0,27
2006	20	19,5	16	19,1	16,5	-3	22,5	0,0	2,6	-2,6	0,86
2006	21	20,3	18	23,5	18,8	-6	21,2	0,0	4,7	-4,7	0,80
2006	22	21,1	5,3	23,5	8,9	-18	18,1	0,0	14,6	-14,6	0,38
2006	23	23,2	0,0	30,4	4,7	-30	13,3	0,0	25,7	-25,7	0,16
2006	24	19,4	7,6	22,0	9,4	-14	11,5	0,0	12,6	-12,6	0,43
2006	25	18,7	29,1	18,5	18,5	11	22,2	0,0	0,0	0,0	1,00
2006	26	23,5	24,4	33,1	26,3	-9	20,3	0,0	6,9	-6,9	0,79
2006	27	21,0	14,1	25,5	16,3	-11	18,1	0,0	9,2	-9,2	0,64
2006	28	23,8	14,8	35,3	18,2	-21	14,8	0,0	17,2	-17,2	0,51
2006	29	23,1	41,7	33,7	33,7	8	22,8	0,0	0,0	0,0	1,00
2006	30	23,3	0,0	38,5	7,3	-39	15,5	0,0	31,2	-31,2	0,19
2006	31	23,3	39,1	35,3	35,3	4	19,3	0,0	0,0	0,0	1,00
2006	32	23,4	33,9	36,1	34,3	-2	18,9	0,0	1,8	-1,8	0,95
2006	33	24,6	111,7	41,3	41,3	70	89,3	0,0	0,0	0,0	1,00
2006	34	24,4	110	41,2	41,2	68	100,0	56,2	0,0	0,0	1,00
2006	35	25,6	40	46,6	46,4	-7	93,2	0,0	0,2	-0,2	0,99
2006	36	25,0	80	48,8	48,8	31	100,0	24,5	0,0	0,0	1,00

8.4 Anexo 4 - Resultados dos balanços hídricos decendiais (CAD= 100 mm) para a região de Campinas (SP), referente aos anos de 2007 e 2008.

Ano	Dec	Tmed	Prec	ETP	ER	P-EP	Armaz.	Exc.	Def.	Def. Neg.	ER/EP
2007	1	23,4	163,8	37,6	37,6	126	100,0	98,5	0,0	0,0	1,00
2007	2	24,0	151,0	39,8	39,8	111	100,0	111,2	0,0	0,0	1,00
2007	3	24,8	89,3	46,8	46,8	42	100,0	42,5	0,0	0,0	1,00
2007	4	25,6	25,6	45,5	43,7	-20	81,9	0,0	1,9	-1,9	0,96
2007	5	24,9	34,8	42,0	40,5	-7	76,3	0,0	1,5	-1,5	0,96
2007	6	25,7	25,6	35,6	32,9	-10	69,0	0,0	2,8	-2,8	0,92
2007	7	26,5	0,0	47,5	26,1	-47	42,9	0,0	21,4	-21,4	0,55
2007	8	24,5	190,3	38,5	38,5	152	100,0	94,7	0,0	0,0	1,00
2007	9	25,4	1,8	45,4	37,1	-44	64,7	0,0	8,2	-8,2	0,82
2007	10	24,9	40,5	38,3	38,3	2	66,9	0,0	0,0	0,0	1,00
2007	11	24,3	8,8	35,4	24,4	-27	51,3	0,0	11,0	-11,0	0,69
2007	12	23,0	47,7	30,4	30,4	17	68,6	0,0	0,0	0,0	1,00
2007	13	20,6	6,3	22,7	16,7	-16	58,2	0,0	6,0	-6,0	0,73
2007	14	21,5	2,1	25,1	14,0	-23	46,3	0,0	11,0	-11,0	0,56
2007	15	16,4	55,1	14,0	14,0	41	87,4	0,0	0,0	0,0	1,00
2007	16	18,4	34,7	16,5	16,5	18	100,0	5,6	0,0	0,0	1,00
2007	17	21,1	0,0	23,2	20,7	-23	79,3	0,0	2,5	-2,5	0,89
2007	18	19,6	0,0	19,3	13,9	-19	65,4	0,0	5,4	-5,4	0,72
2007	19	20,1	0,0	20,4	12,1	-20	53,3	0,0	8,3	-8,3	0,59
2007	20	18,1	90,9	15,9	15,9	75	100,0	28,3	0,0	0,0	1,00
2007	21	16,1	85,5	13,3	13,3	72	100,0	72,2	0,0	0,0	1,00
2007	22	20,4	0,0	22,0	19,8	-22	80,2	0,0	2,3	-2,3	0,90
2007	23	20,7	0,0	23,1	16,5	-23	63,7	0,0	6,5	-6,5	0,72
2007	24	21,3	0,0	27,7	15,4	-28	48,3	0,0	12,3	-12,3	0,56
2007	25	23,7	0,8	33,4	14,2	-33	34,9	0,0	19,2	-19,2	0,43
2007	26	24,2	0,0	35,9	10,5	-36	24,3	0,0	25,4	-25,4	0,29
2007	27	22,7	6,7	31,2	12,0	-25	19,0	0,0	19,2	-19,2	0,38
2007	28	24,4	0,0	38,0	6,0	-38	13,0	0,0	32,0	-32,0	0,16
2007	29	25,5	0,6	43,1	5,1	-43	8,5	0,0	38,0	-38,0	0,12
2007	30	24,9	99,8	45,5	45,5	54	62,8	0,0	0,0	0,0	1,00
2007	31	23,5	95,6	36,5	36,5	59	100,0	21,9	0,0	0,0	1,00
2007	32	22,8	72,7	34,3	34,3	38	100,0	38,4	0,0	0,0	1,00
2007	33	23,0	1,3	35,5	30,2	-34	71,1	0,0	5,2	-5,2	0,85
2007	34	25,1	42	44,3	43,6	-2	69,4	0,0	0,7	-0,7	0,98
2007	35	22,9	65	35,6	35,6	30	99,0	0,0	0,0	0,0	1,00
2007	36	25,5	37	51,1	50,0	-14	86,2	0,0	1,0	-1,0	0,98
2008	1	25,2	24,1	45,0	37,7	-20,9	58,7	0,0	7,3	-7,3	0,8
2008	2	24,4	69,6	41,3	41,3	28,3	87,0	0,0	0,0	0,0	1,0
2008	3	21,4	94,3	32,6	32,6	61,7	100,0	48,6	0,0	0,0	1,0
2008	4	24,3	121,6	40,0	40,0	81,6	100,0	81,6	0,0	0,0	1,0
2008	5	25,0	88,7	42,3	42,3	46,4	100,0	46,4	0,0	0,0	1,0
2008	6	23,6	23,4	28,9	28,8	-5,5	94,6	0,0	0,2	-0,2	1,0
2008	7	25,5	7,8	43,2	36,0	-35,4	66,4	0,0	7,2	-7,2	0,8
2008	8	22,2	118,9	30,2	30,2	88,7	100,0	55,2	0,0	0,0	1,0
2008	9	23,7	52,7	38,2	38,2	14,5	100,0	14,5	0,0	0,0	1,0
2008	10	23,1	54,8	32,0	32,0	22,8	100,0	22,8	0,0	0,0	1,0
2008	11	22,5	55,2	29,4	29,4	25,8	100,0	25,8	0,0	0,0	1,0
2008	12	21,9	37,5	27,0	27,0	10,5	100,0	10,5	0,0	0,0	1,0
2008	13	17,1	43,9	14,4	14,4	29,5	100,0	29,5	0,0	0,0	1,0
2008	14	19,9	0,0	20,6	18,6	-20,6	81,4	0,0	2,0	-2,0	0,9
2008	15	19,4	7,1	21,0	17,7	-13,9	70,8	0,0	3,3	-3,3	0,8
2008	16	19,5	51,3	19,1	19,1	32,2	100,0	3,0	0,0	0,0	1,0
2008	17	19,2	6,6	18,3	17,6	-11,7	89,0	0,0	0,7	-0,7	1,0
2008	18	18,5	2,0	16,7	14,1	-14,7	76,8	0,0	2,5	-2,5	0,8
2008	19	19,0	0,0	17,8	12,5	-17,8	64,3	0,0	5,3	-5,3	0,7
2008	20	18,1	0,0	15,9	9,5	-15,9	54,8	0,0	6,5	-6,5	0,6
2008	21	20,4	0,0	23,7	11,6	-23,7	43,3	0,0	12,1	-12,1	0,5
2008	22	19,8	65,4	20,4	20,4	45,0	88,3	0,0	0,0	0,0	1,0
2008	23	22,4	0,0	28,0	21,6	-28,0	66,7	0,0	6,4	-6,4	0,8
2008	24	21,0	0,0	26,8	15,7	-26,8	51,1	0,0	11,1	-11,1	0,6
2008	25	22,7	1,2	30,1	14,0	-28,9	38,3	0,0	16,1	-16,1	0,5
2008	26	20,5	10,8	23,8	15,5	-13,0	33,6	0,0	8,4	-8,4	0,6
2008	27	18,8	25,5	19,6	19,6	5,9	39,4	0,0	0,0	0,0	1,0
2008	28	21,1	51,0	26,6	26,6	24,4	63,9	0,0	0,0	0,0	1,0
2008	29	24,0	15,6	37,2	28,0	-21,6	51,5	0,0	9,2	-9,2	0,8
2008	30	25,3	40,5	47,3	43,9	-6,8	48,1	0,0	3,4	-3,4	0,9
2008	31	23,8	40,7	37,7	37,7	3,0	51,1	0,0	0,0	0,0	1,0
2008	32	23,3	3	36,2	17,4	-33,2	36,7	0,0	18,8	-18,8	0,5
2008	33	23,0	49,3	35,5	35,5	13,8	50,5	0,0	0,0	0,0	1,0
2008	34	24,0	20	39,7	29,2	-19,4	41,6	0,0	10,5	-10,5	0,7
2008	35	23,0	64	35,9	35,9	28,5	70,0	0,0	0,0	0,0	1,0
2008	36	24,4	104	45,8	45,8	58,5	100,0	28,5	0,0	0,0	1,0

8.5 Anexo 5 - Resultados dos balanços hídricos decendiais (CAD= 100 mm) para a região de Mococa (SP), referente aos anos de 2001 e 2002.

Ano	Dec	Tmed	Prec	ETP	ER	P-EP	Armaz.	Exc.	Def.	Def. Neg.	ER/EP
2001	1	25,5	55	47,1	47,1	7,9	100,0	7,9	0,0	0,0	1,0
2001	2	24,9	90	43,9	43,9	46,1	100,0	46,1	0,0	0,0	1,0
2001	3	24,8	84	48,0	48,0	36,0	100,0	36,0	0,0	0,0	1,0
2001	4	25,8	58	45,4	45,4	12,6	100,0	12,6	0,0	0,0	1,0
2001	5	25,4	48	44,8	44,8	3,2	100,0	3,2	0,0	0,0	1,0
2001	6	26,0	5	38,3	33,3	-33,3	71,7	0,0	5,0	-5,0	0,9
2001	7	24,5	85	37,0	37,0	48,0	100,0	19,7	0,0	0,0	1,0
2001	8	25,6	20	40,5	38,6	-20,5	81,4	0,0	2,0	-2,0	1,0
2001	9	25,5	43	44,4	44,1	-1,4	80,3	0,0	0,3	-0,3	1,0
2001	10	24,5	15	31,4	27,1	-16,4	68,2	0,0	4,2	-4,2	0,9
2001	11	23,4	1	29,1	17,7	-28,1	51,5	0,0	11,4	-11,4	0,6
2001	12	24,0	0	29,8	13,3	-29,8	38,2	0,0	16,5	-16,5	0,4
2001	13	20,6	0	21,4	7,4	-21,4	30,9	0,0	14,0	-14,0	0,3
2001	14	18,8	72	19,6	19,6	52,4	83,3	0,0	0,0	0,0	1,0
2001	15	20,4	20	23,4	22,8	-3,4	80,5	0,0	0,6	-0,6	1,0
2001	16	22,0	0	20,5	14,9	-20,5	65,6	0,0	5,6	-5,6	0,7
2001	17	19,9	0	18,5	11,1	-18,5	54,5	0,0	7,4	-7,4	0,6
2001	18	17,4	2	16,1	9,2	-14,1	47,3	0,0	7,0	-7,0	0,6
2001	19	20,2	0	19,8	8,5	-19,8	38,8	0,0	11,3	-11,3	0,4
2001	20	21,3	0	20,9	7,3	-20,9	31,5	0,0	13,6	-13,6	0,4
2001	21	21,2	3	22,8	8,7	-19,8	25,8	0,0	14,1	-14,1	0,4
2001	22	20,8	0	23,5	5,4	-23,5	20,4	0,0	18,1	-18,1	0,2
2001	23	21,3	0	24,1	4,4	-24,1	16,1	0,0	19,7	-19,7	0,2
2001	24	23,5	16	29,7	18,1	-13,7	14,0	0,0	11,7	-11,7	0,6
2001	25	24,1	0	33,7	4,0	-33,7	10,0	0,0	29,7	-29,7	0,1
2001	26	20,0	68	26,6	26,6	41,4	51,4	0,0	0,0	0,0	1,0
2001	27	23,1	10	31,3	19,9	-21,3	41,5	0,0	11,5	-11,5	0,6
2001	28	22,7	85	34,4	34,4	50,6	92,1	0,0	0,0	0,0	1,0
2001	29	23,4	24	36,3	34,7	-12,3	81,4	0,0	1,6	-1,6	1,0
2001	30	23,8	29	40,7	38,0	-11,7	72,4	0,0	2,7	-2,7	0,9
2001	31	24,3	39	42,1	41,2	-3,1	70,3	0,0	0,9	-0,9	1,0
2001	32	24,4	193	42,3	42,3	150,7	100,0	120,9	0,0	0,0	1,0
2001	33	25,2	70	45,7	45,7	24,3	100,0	24,3	0,0	0,0	1,0
2001	34	23,7	51	40,8	40,8	10,2	100,0	10,2	0,0	0,0	1,0
2001	35	24,5	66	43,4	43,4	22,6	100,0	22,6	0,0	0,0	1,0
2001	36	23,5	122	44,5	44,5	77,5	100,0	77,5	0,0	0,0	1,0
2002	1	24,9	94	44,0	44,0	50,0	100,0	50,0	0,0	0,0	1,0
2002	2	23,3	110	39,9	39,9	70,1	100,0	70,1	0,0	0,0	1,0
2002	3	25,9	200	52,6	52,6	147,4	100,0	147,4	0,0	0,0	1,0
2002	4	23,1	105	37,8	37,8	67,2	100,0	67,2	0,0	0,0	1,0
2002	5	24,4	59	41,0	41,0	18,0	100,0	18,0	0,0	0,0	1,0
2002	6	23,8	136	31,1	31,1	104,9	100,0	104,9	0,0	0,0	1,0
2002	7	25,5	6	40,3	35,0	-34,3	71,0	0,0	5,3	-5,3	0,9
2002	8	26,0	32	43,1	39,4	-11,1	63,5	0,0	3,6	-3,6	0,9
2002	9	24,9	40	41,5	40,9	-1,5	62,6	0,0	0,5	-0,5	1,0
2002	10	24,2	1	31,0	17,2	-30,0	46,4	0,0	13,8	-13,8	0,6
2002	11	25,0	0	33,6	13,2	-33,6	33,1	0,0	20,4	-20,4	0,4
2002	12	24,8	0	31,7	9,0	-31,7	24,1	0,0	22,7	-22,7	0,3
2002	13	22,9	8	23,8	11,5	-15,8	20,6	0,0	12,3	-12,3	0,5
2002	14	22,9	5	23,9	8,5	-18,9	17,1	0,0	15,3	-15,3	0,4
2002	15	18,7	30	21,4	21,4	8,6	25,7	0,0	0,0	0,0	1,0
2002	16	21,5	0	20,0	4,7	-20,0	21,1	0,0	15,3	-15,3	0,2
2002	17	21,8	0	20,3	3,9	-20,3	17,2	0,0	16,4	-16,4	0,2
2002	18	20,2	0	18,8	2,9	-18,8	14,2	0,0	15,9	-15,9	0,2
2002	19	19,0	0	18,6	2,4	-18,6	11,8	0,0	16,2	-16,2	0,1
2002	20	18,6	3	18,2	4,7	-15,2	10,2	0,0	13,6	-13,6	0,3
2002	21	21,6	0	23,3	2,1	-23,3	8,0	0,0	21,1	-21,1	0,1
2002	22	23,1	4	26,7	5,6	-22,7	6,4	0,0	21,0	-21,0	0,2
2002	23	23,6	0	27,2	1,5	-27,2	4,9	0,0	25,7	-25,7	0,1
2002	24	23,1	12	29,3	12,8	-17,3	4,1	0,0	16,5	-16,5	0,4
2002	25	20,6	33	27,4	27,4	5,6	9,7	0,0	0,0	0,0	1,0
2002	26	24,7	4	34,5	6,5	-30,5	7,1	0,0	28,0	-28,0	0,2
2002	27	21,1	33	28,0	28,0	5,0	12,1	0,0	0,0	0,0	1,0
2002	28	27,5	1	50,2	5,7	-49,2	7,4	0,0	44,5	-44,5	0,1
2002	29	28,4	1	51,9	4,0	-50,9	4,5	0,0	47,9	-47,9	0,1
2002	30	27,1	113	54,3	54,3	58,7	63,1	0,0	0,0	0,0	1,0
2002	31	24,4	18	42,3	31,6	-24,3	49,5	0,0	10,7	-10,7	0,7
2002	32	25,0	104	43,2	43,2	60,8	100,0	10,3	0,0	0,0	1,0
2002	33	25,9	54	47,0	47,0	7,0	100,0	7,0	0,0	0,0	1,0
2002	34	26,1	31	50,7	48,9	-19,7	82,1	0,0	1,8	-1,8	1,0
2002	35	24,7	105	43,8	43,8	61,2	100,0	43,3	0,0	0,0	1,0
2002	36	26,8	103	57,3	57,3	45,7	100,0	45,7	0,0	0,0	1,0

8.6 Anexo 6 - Resultados dos balanços hídricos decendiais (CAD= 100 mm) para a região de Mococa (SP), referente aos anos de 2003 e 2004.

Ano	Dec	Tmed	Prec	ETP	ER	P-EP	Armaz.	Exc.	Def.	Def. Neg.	ER/EP
2003	1	25,8	143	47,7	47,7	95,3	100,0	95,3	0,0	0,0	1,0
2003	2	26,1	158	50,4	50,4	107,6	100,0	107,6	0,0	0,0	1,0
2003	3	24,0	220	46,6	46,6	173,4	100,0	173,4	0,0	0,0	1,0
2003	4	26,6	32	49,0	47,6	-17,0	84,4	0,0	1,4	-1,4	1,0
2003	5	24,9	142	41,8	41,8	100,2	100,0	84,5	0,0	0,0	1,0
2003	6	26,5	10	39,1	35,2	-29,1	74,8	0,0	3,8	-3,8	0,9
2003	7	25,7	16	40,7	32,4	-24,7	58,4	0,0	8,3	-8,3	0,8
2003	8	25,3	37	40,0	38,7	-3,0	56,7	0,0	1,3	-1,3	1,0
2003	9	23,7	18	38,3	28,4	-20,3	46,3	0,0	9,9	-9,9	0,7
2003	10	23,0	26	28,7	27,2	-2,7	45,1	0,0	1,4	-1,4	0,9
2003	11	22,4	14	27,4	19,6	-13,4	39,4	0,0	7,7	-7,7	0,7
2003	12	23,9	72	29,8	29,8	42,2	81,7	0,0	0,0	0,0	1,0
2003	13	18,4	44	19,1	19,1	24,9	100,0	6,6	0,0	0,0	1,0
2003	14	20,1	0	20,9	18,8	-20,9	81,2	0,0	2,0	-2,0	0,9
2003	15	19,7	10	22,5	19,5	-12,5	71,6	0,0	3,0	-3,0	0,9
2003	16	22,4	6	20,9	15,9	-14,9	61,7	0,0	5,0	-5,0	0,8
2003	17	21,0	0	19,6	11,0	-19,6	50,8	0,0	8,6	-8,6	0,6
2003	18	18,7	0	17,3	8,1	-17,3	42,7	0,0	9,3	-9,3	0,5
2003	19	20,2	0	19,8	7,7	-19,8	35,0	0,0	12,2	-12,2	0,4
2003	20	18,9	12	18,5	14,2	-6,5	32,8	0,0	4,3	-4,3	0,8
2003	21	21,2	0	22,9	6,7	-22,9	26,1	0,0	16,2	-16,2	0,3
2003	22	20,3	1	23,0	6,1	-22,0	21,0	0,0	16,8	-16,8	0,3
2003	23	20,1	0	22,7	4,3	-22,7	16,7	0,0	18,4	-18,4	0,2
2003	24	20,7	13	25,7	15,0	-12,7	14,7	0,0	10,7	-10,7	0,6
2003	25	22,8	0	30,3	3,8	-30,3	10,9	0,0	26,5	-26,5	0,1
2003	26	21,9	9	29,1	11,0	-20,1	8,9	0,0	18,1	-18,1	0,4
2003	27	25,5	5	37,3	7,4	-32,3	6,4	0,0	29,8	-29,8	0,2
2003	28	25,4	12	42,5	13,7	-30,5	4,7	0,0	28,8	-28,8	0,3
2003	29	23,2	23	36,0	23,6	-13,0	4,2	0,0	12,4	-12,4	0,7
2003	30	24,9	11	43,7	12,2	-32,7	3,0	0,0	31,5	-31,5	0,3
2003	31	23,0	79	38,7	38,7	40,3	43,3	0,0	0,0	0,0	1,0
2003	32	24,8	144	43,0	43,0	101,0	100,0	44,3	0,0	0,0	1,0
2003	33	24,8	47	42,9	42,9	4,1	100,0	4,1	0,0	0,0	1,0
2003	34	24,1	198	42,8	42,8	155,2	100,0	155,2	0,0	0,0	1,0
2003	35	26,4	14	51,3	45,2	-37,3	68,8	0,0	6,2	-6,2	0,9
2003	36	24,9	42	48,6	46,4	-6,6	64,5	0,0	2,2	-2,2	1,0
2004	1	23,7	156	40,6	40,6	115,4	100,0	79,9	0,0	0,0	1,0
2004	2	25,2	23	46,5	44,0	-23,5	79,0	0,0	2,6	-2,6	0,9
2004	3	24,1	103	46,7	46,7	56,3	100,0	35,4	0,0	0,0	1,0
2004	4	23,6	134	38,6	38,6	95,4	100,0	95,4	0,0	0,0	1,0
2004	5	24,7	201	41,4	41,4	159,6	100,0	159,6	0,0	0,0	1,0
2004	6	23,3	128	34,3	34,3	93,7	100,0	93,7	0,0	0,0	1,0
2004	7	24,8	1	37,5	31,6	-36,5	69,4	0,0	5,9	-5,9	0,8
2004	8	24,1	28	36,4	33,6	-8,4	63,8	0,0	2,8	-2,8	0,9
2004	9	22,0	6	34,9	22,0	-28,9	47,8	0,0	12,9	-12,9	0,6
2004	10	24,5	55	31,3	31,3	23,7	71,5	0,0	0,0	0,0	1,0
2004	11	23,6	59	29,4	29,4	29,6	100,0	1,1	0,0	0,0	1,0
2004	12	22,7	2	27,7	24,7	-25,7	77,3	0,0	3,0	-3,0	0,9
2004	13	20,2	20	21,0	20,8	-1,0	76,5	0,0	0,2	-0,2	1,0
2004	14	18,6	57	19,4	19,4	37,6	100,0	14,1	0,0	0,0	1,0
2004	15	19,3	36	22,1	22,1	13,9	100,0	13,9	0,0	0,0	1,0
2004	16	17,9	29	16,6	16,6	12,4	100,0	12,4	0,0	0,0	1,0
2004	17	18,3	18	17,1	17,1	0,9	100,0	0,9	0,0	0,0	1,0
2004	18	20,4	0	18,9	17,2	-18,9	82,8	0,0	1,7	-1,7	0,9
2004	19	20,7	1	20,2	15,5	-19,2	68,3	0,0	4,8	-4,8	0,8
2004	20	18,9	38	18,6	18,6	19,4	87,7	0,0	0,0	0,0	1,0
2004	21	15,9	0	17,1	13,8	-17,1	73,9	0,0	3,3	-3,3	0,8
2004	22	18,7	0	21,1	14,1	-21,1	59,9	0,0	7,0	-7,0	0,7
2004	23	18,5	0	20,9	11,3	-20,9	48,6	0,0	9,6	-9,6	0,5
2004	24	23,2	0	29,4	12,4	-29,4	36,2	0,0	17,0	-17,0	0,4
2004	25	24,8	0	34,6	10,6	-34,6	25,6	0,0	24,0	-24,0	0,3
2004	26	23,1	22	31,3	24,3	-9,3	23,3	0,0	7,1	-7,1	0,8
2004	27	27,4	0	43,7	8,3	-43,7	15,1	0	35,5	-35,5	0,2
2004	28	20,3	0	30,9	4,0	-30,9	11,1	0,0	26,9	-26,9	0,1
2004	29	23,6	122	36,7	36,7	85,3	96,4	0,0	0,0	0,0	1,0
2004	30	22,9	51	38,3	38,3	12,7	100,0	9,1	0,0	0,0	1,0
2004	31	25,0	5	45,4	38,2	-40,4	66,8	0,0	7,2	-7,2	0,8
2004	32	23,0	65	37,9	37,9	27,1	93,9	0,0	0,0	0,0	1,0
2004	33	24,1	81	41,8	41,8	39,2	100,0	33,1	0,0	0,0	1,0
2004	34	23,6	240	40,7	40,7	199,3	100,0	199,3	0,0	0,0	1,0
2004	35	24,0	121	42,6	42,6	78,4	100,0	78,4	0,0	0,0	1,0
2004	36	23,7	95	45,0	45,0	50,0	100,0	50,0	0,0	0,0	1,0

8.7 Anexo 7 - Resultados dos balanços hídricos decendiais (CAD= 100 mm) para a região de Mococa (SP), referente aos anos de 2005 e 2006.

Ano	Dec	Tmed	Prec	ETP	ER	P-EP	Armaz.	Exc.	Def.	Def. Neg.	ER/EP
2005	1	24,7	115	41,8	41,8	73,2	100,0	73,2	0,0	0,0	1,00
2005	2	24,8	89	42,1	42,1	46,9	100,0	46,9	0,0	0,0	1,00
2005	3	23,9	127	41,7	41,7	85,3	100,0	85,3	0,0	0,0	1,00
2005	4	23,3	51	35,1	35,1	15,9	100,0	15,9	0,0	0,0	1,00
2005	5	24,3	0	38,6	32,0	-38,6	68,0	0,0	6,6	-7,3	0,80
2005	6	25,4	54	34,1	34,1	19,9	87,8	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	7	24,1	19	36,8	33,3	-17,8	73,6	0,0	3,5	-3,9	0,90
2005	8	25,3	121	41,0	41,0	80,0	100,0	53,5	0,0	0,0	1,00
2005	9	24,1	69	39,1	39,1	29,9	100,0	29,9	0,0	0,0	1,00
2005	10	25,7	6,0	41,2	35,7	-35,2	70,3	0,0	5,5	-5,5	0,87
2005	11	24,8	15	36,9	28,8	-21,9	56,5	0,0	8,1	-8,1	0,78
2005	12	22,0	26	26,5	26,3	-0,5	56,2	0,0	0,2	-0,2	0,99
2005	13	19,8	1	19,9	10,7	-18,9	46,6	0,0	9,2	-9,2	0,54
2005	14	23,1	0	29,2	11,8	-29,2	34,8	0,0	17,4	-17,4	0,40
2005	15	20,0	133	21,8	21,8	111,0	100,0	45,8	0,0	0,0	1,00
2005	16	20,6	0	21,2	19,1	-21,2	80,9	0,0	2,1	-2,1	0,90
2005	17	21,0	4	22,1	17,3	-18,5	67,2	0,0	4,8	-4,8	0,78
2005	18	19,4	18	18,0	17,8	-0,4	67,0	0,0	0,1	-0,1	0,99
2005	19	18,7	0	16,4	10,1	-16,4	56,9	0,0	6,3	-6,3	0,62
2005	20	17,7	20	14,2	14,2	6,2	63,1	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	21	19,94	13	21,6	18,2	-8,6	57,9	0,0	3,4	-3,4	0,84
2005	22	19,9	0	19,8	10,4	-19,8	47,5	0,0	9,4	-9,4	0,52
2005	23	21,1	0	23,4	9,9	-23,4	37,6	0,0	13,5	-13,5	0,42
2005	24	24,2	0	37,4	11,9	-37,2	25,9	0,0	25,5	-25,5	0,32
2005	25	22,7	15	29,3	18,5	-14,3	22,4	0,0	10,9	-10,9	0,63
2005	26	23,6	29	33,0	30,2	-3,6	21,6	0,0	2,8	-2,8	0,91
2005	27	20,6	60,2	23,6	23,6	36,6	58,2	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	28	25,6	32	42,3	37,8	-10,1	52,7	0,0	4,5	-4,5	0,89
2005	29	26,0	6	44,7	22,9	-38,7	35,8	0,0	21,8	-21,8	0,51
2005	30	23,7	56	39,3	39,3	16,7	52,5	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	31	23,4	36	35,1	35,1	0,5	53,0	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	32	23,4	26	35,6	30,7	-9,8	48,0	0,0	4,8	-4,8	0,86
2005	33	23,8	75	37,5	37,5	37,5	85,5	0,0	0,0	0,0	1,00
2005	34	23,0	53	34,6	34,6	18,4	100,0	3,9	0,0	0,0	1,00
2005	35	23,2	46	35,6	35,6	10,4	100,0	10,4	0,0	0,0	1,00
2005	36	24,3	74	44,2	44,2	29,8	100,0	29,8	0,0	0,0	1,00
2006	1	23,3	237	36,0	36,0	201,0	100,0	201,0	0,0	0,0	1,00
2006	2	25,6	8	45,7	39,4	-37,7	68,6	0,0	6,3	-6,3	0,86
2006	3	25,9	48	51,4	50,3	-3,4	66,3	0,0	1,1	-1,1	0,98
2006	4	25,3	53	43,4	43,4	9,6	75,9	0,0	0,0	0,0	1,00
2006	5	24,3	216	38,6	38,6	177,4	100,0	153,3	0,0	0,0	1,00
2006	6	24,5	16	31,1	30,0	-15,1	86,0	0,0	1,1	-1,1	0,97
2006	7	25,5	183	42,6	42,6	140,8	100,0	126,8	0,0	0,0	1,00
2006	8	24,3	92	36,9	36,9	55,5	100,0	55,5	0,0	0,0	1,00
2006	9	24,6	56	41,2	41,2	14,6	100,0	14,6	0,0	0,0	1,00
2006	10	23,2	60	31,4	31,4	28,6	100,0	28,6	0,0	0,0	1,00
2006	11	21,9	5	26,8	24,6	-21,8	80,4	0,0	2,2	-2,2	0,92
2006	12	21,9	0	26,3	18,6	-26,3	61,8	0,0	7,7	-7,7	0,71
2006	13	18,1	0	15,7	9,0	-15,7	52,8	0,0	6,7	-6,7	0,57
2006	14	17,9	0	15,0	7,4	-15,0	45,5	0,0	7,7	-7,7	0,49
2006	15	19,6	3	20,6	10,2	-17,8	38,0	0,0	10,4	-10,4	0,50
2006	16	19,5	0	18,3	6,4	-18,3	31,7	0,0	12,0	-12,0	0,35
2006	17	18,9	0	16,7	4,9	-16,7	26,8	0,0	11,8	-11,8	0,29
2006	18	18,7	8	16,3	9,8	-8,7	24,5	0,0	6,5	-6,5	0,60
2006	19	19,5	0,0	18,2	4,1	-18,2	20,5	0,0	14,2	-14,2	0,22
2006	20	19,3	0	17,9	3,3	-17,9	17,1	0,0	14,5	-14,5	0,19
2006	21	21,5	20	26,3	21,0	-6,3	16,1	0,0	5,2	-5,2	0,80
2006	22	21,9	0,2	25,4	3,4	-25,2	11,0	0,0	22,1	-22,1	0,13
2006	23	24,6	0,0	35,0	3,2	-35,0	7,7	0,0	31,7	-31,7	0,09
2006	24	20,9	15,4	25,4	16,1	-10,0	7,0	0,0	9,3	-9,3	0,64
2006	25	19,8	6,4	20,4	7,3	-14,0	6,1	0,0	13,1	-13,1	0,36
2006	26	24,5	0,8	36,3	2,6	-35,5	4,3	0,0	33,7	-33,7	0,07
2006	27	22,2	29,2	28,6	28,6	0,6	4,9	0,0	0,0	0,0	1,00
2006	28	23,1	125,6	32,3	32,3	93,3	98,2	0,0	0,0	0,0	1,00
2006	29	23,6	21,8	34,6	33,6	-12,8	86,4	0,0	1,0	-1,0	0,97
2006	30	22,9	27,6	35,8	34,4	-8,2	79,5	0,0	1,4	-1,4	0,96
2006	31	23,2	49,4	34,4	34,4	15,0	94,6	0,0	0,0	0,0	1,00
2006	32	23,0	34,4	33,8	33,8	0,6	95,1	0,0	0,0	0,0	1,00
2006	33	24,6	59,4	41,0	41,0	18,4	100,0	13,6	0,0	0,0	1,00
2006	34	23,7	159,0	37,2	37,2	121,8	100,0	121,8	0,0	0,0	1,00
2006	35	25,1	85,4	43,7	43,7	41,7	100,0	41,7	0,0	0,0	1,00

8.8 Anexo 8 - Resultados dos balanços hídricos decendiais (CAD= 100 mm) para a região de Mococa (SP), referente aos anos de 2007 e 2008.

Ano	Dec	Tmed	Prec	ETP	ER	P-EP	Armaz.	Exc.	Def.	Def. Neg.	ER/EP
2007	1	23,4	216,0	36,2	36,2	179,8	100,0	179,8	0,0	0,0	1,00
2007	2	24,2	344,0	39,3	39,3	304,7	100,0	304,7	0,0	0,0	1,00
2007	3	24,3	142,0	43,7	43,7	98,3	100,0	98,3	0,0	0,0	1,00
2007	4	25,6	51,4	44,6	44,6	6,8	100,0	6,8	0,0	0,0	1,00
2007	5	24,9	84,6	41,0	41,0	43,6	100,0	43,6	0,0	0,0	1,00
2007	6	25,2	45,6	33,4	33,4	12,2	100,0	12,2	0,0	0,0	1,00
2007	7	25,7	12,4	43,6	39,2	-31,2	73,2	0,0	4,4	-4,4	0,90
2007	8	24,5	118,0	37,6	37,6	80,4	100,0	53,6	0,0	0,0	1,00
2007	9	25,4	34,0	45,0	44,4	-11,0	89,6	0,0	0,6	-0,6	0,99
2007	10	24,5	23,6	36,5	34,4	-12,9	78,8	0,0	2,0	-2,0	0,94
2007	11	24,2	0,0	34,7	23,1	-34,7	55,7	0,0	11,6	-11,6	0,67
2007	12	23,6	6,4	31,9	18,9	-25,5	43,2	0,0	12,9	-12,9	0,59
2007	13	20,6	0,6	21,9	8,9	-21,3	34,9	0,0	13,0	-13,0	0,41
2007	14	22,0	0,0	25,8	7,9	-25,8	27,0	0,0	17,8	-17,8	0,31
2007	15	17,5	86,4	15,3	15,3	71,1	98,1	0,0	0,0	0,0	1,00
2007	16	19,0	8,4	17,1	16,6	-8,7	89,9	0,0	0,5	-0,5	0,97
2007	17	21,7	0,0	24,0	19,2	-24,0	70,7	0,0	4,8	-4,8	0,80
2007	18	20,1	0,0	19,6	12,6	-19,6	58,1	0,0	7,0	-7,0	0,64
2007	19	21,1	0,0	22,5	11,7	-22,5	46,4	0,0	10,8	-10,8	0,52
2007	20	20,0	9,4	19,5	13,9	-10,1	41,9	0,0	5,6	-5,6	0,71
2007	21	18,9	70,0	18,7	18,7	51,3	93,2	0,0	0,0	0,0	1,00
2007	22	21,3	0,0	23,7	19,7	-23,7	73,5	0,0	4,0	-4,0	0,83
2007	23	20,8	0,0	22,4	14,8	-22,4	58,8	0,0	7,6	-7,6	0,66
2007	24	22,4	0,0	30,6	15,5	-30,6	43,3	0,0	15,1	-15,1	0,51
2007	25	24,3	0,0	35,0	12,8	-35,0	30,5	0,0	22,2	-22,2	0,37
2007	26	25,0	0,0	38,4	9,7	-38,4	20,8	0,0	28,6	-28,6	0,25
2007	27	25,9	26,4	42,8	29,5	-16,4	17,6	0,0	13,3	-13,3	0,69
2007	28	25,8	2,2	43,1	8,1	-40,9	11,7	0,0	35,0	-35,0	0,19
2007	29	26,4	6,8	46,5	10,6	-39,7	7,9	0,0	35,9	-35,9	0,23
2007	30	25,3	74,8	46,6	46,6	28,2	36,1	0,0	0,0	0,0	1,00
2007	31	24,8	64	40,8	40,8	23,0	59,1	0,0	0,0	0,0	1,00
2007	32	24,1	79	38,4	38,4	40,4	99,5	0,0	0,0	0,0	1,00
2007	33	24,1	1,0	38,8	32,3	-37,8	68,2	0,0	6,5	-6,5	0,83
2007	34	25,5	100,4	45,3	45,3	55,1	100,0	23,3	0,0	0,0	1,00
2007	35	24,2	86,6	39,7	39,7	46,9	100,0	46,9	0,0	0,0	1,00
2007	36	25,2	27,0	48,6	46,4	-21,6	80,6	0,0	2,2	-2,2	0,96
2008	1	25,6	68,6	45,92	45,9	22,7	100,00	22,7	0,0	0,0	1,00
2008	2	24,7	50,0	41,62	41,6	8,4	100,00	8,4	0,0	0,0	1,00
2008	3	23,1	142,3	38,16	38,2	104,1	100,00	104,1	0,0	0,0	1,00
2008	4	24,1	45,8	38,27	38,3	7,5	100,00	7,5	0,0	0,0	1,00
2008	5	24,9	45,8	41,12	41,1	4,7	100,00	4,7	0,0	0,0	1,00
2008	6	24,4	116,2	30,75	30,8	85,4	100,00	85,4	0,0	0,0	1,00
2008	7	25,4	42,2	42,13	42,1	0,1	100,00	0,1	0,0	0,0	1,00
2008	8	22,3	137,0	29,54	29,5	107,5	100,00	107,5	0,0	0,0	1,00
2008	9	24,3	31,4	39,92	39,6	-8,5	91,83	0,0	0,4	-0,4	0,99
2008	10	23,9	77,0	34,09	34,1	42,9	100,00	34,7	0,0	0,0	1,00
2008	11	23,6	122,4	32,41	32,4	90,0	100,00	90,0	0,0	0,0	1,00
2008	12	22,6	38,8	28,46	28,5	10,3	100,00	10,3	0,0	0,0	1,00
2008	13	17,9	24,4	15,27	15,3	9,1	100,00	9,1	0,0	0,0	1,00
2008	14	20,3	0,8	20,87	19,0	-20,1	81,82	0,0	1,9	-1,9	0,91
2008	15	20,3	0,0	22,67	16,6	-22,7	65,22	0,0	6,1	-6,1	0,73
2008	16	20,3	31,0	20,39	20,4	10,6	75,84	0,0	0,0	0,0	1,00
2008	17	20,5	0,0	20,79	14,2	-20,8	61,60	0,0	6,6	-6,6	0,68
2008	18	19,6	0,0	18,46	10,4	-18,5	51,22	0,0	8,1	-8,1	0,56
2008	19	18,5	0,0	15,91	7,5	-15,9	43,68	0,0	8,4	-8,4	0,47
2008	20	18,0	0,0	14,91	6,1	-14,9	37,63	0,0	8,9	-8,9	0,41
2008	21	21,1	0,0	25,02	8,3	-25,0	29,30	0,0	16,7	-16,7	0,33
2008	22	22,1	7,0	26,01	12,1	-19,0	24,23	0,0	13,9	-13,9	0,46
2008	23	23,8	0,6	32,01	7,1	-31,4	17,70	0,0	24,9	-24,9	0,22
2008	24	21,8	0,6	28,48	4,9	-27,9	13,39	0,0	23,6	-23,6	0,17
2008	25	24,0	0,0	33,89	3,8	-33,9	9,54	0,0	30,0	-30,0	0,11
2008	26	22,8	0,4	30,19	2,9	-29,8	7,08	0,0	27,3	-27,3	0,09
2008	27	19,6	62,0	20,74	20,7	41,3	48,35	0,0	0,0	0,0	1,00
2008	28	22,3	32,2	29,51	29,5	2,7	51,03	0,0	0,0	0,0	1,00
2008	29	24,7	37,0	39,15	38,1	-2,1	49,95	0,0	1,1	-1,1	0,97
2008	30	25,5	49,0	47,53	47,5	1,5	51,42	0,0	0,0	0,0	1,00
2008	31	24,7	27	40,41	33,2	-13,8	44,79	0,0	7,2	-7,2	0,82
2008	32	23,9	101	37,56	37,6	63,6	100,00	8,4	0,0	0,0	1,00
2008	33	24,1	0,0	38,78	32,1	-38,8	67,85	0,0	6,6	-6,6	0,83
2008	34	24,9	10,6	42,55	29,2	-31,9	49,30	0,0	13,4	-13,4	0,69
2008	35	23,6	66,0	37,19	37,2	28,8	78,11	0,0	0,0	0,0	1,00
2008	36	24,5	168,4	45,15	45,2	123,2	100,00	101,4	0,0	0,0	1,00