

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-8702-TDI/794

**AVALIAÇÃO DE MODELO AGROMETEOROLÓGICO E
IMAGENS NOAA/AVHRR NO ACOMPANHAMENTO E
ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DA SOJA NO
ESTADO DO PARANÁ**

Luciana Miura Sugawara

Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, orientada pelo Dr. Bernardo
Friedrich Theodor Rudorff, aprovada em 27 de setembro de 2001.

INPE
São José dos Campos
2002

528.711.7

SUGAWARA, L. M.


Avaliação de modelo agrometeorológico e imagens NOAA/AVHRR no acompanhamento e estimativa de produtividade da soja no estado do Paraná / L. M. Sugawara- São José dos Campos: INPE, 2001.

181p. – (INPE-8702-TDI/794).

1.Agrometeorologia. 2.Modelos. 3.Rendimento.
4.Sistemas de Informação Geográfica (SIG). 5.Soja. 6.Índice de Área Foliar (IAF). 7.Sensoriamento remoto. I.Título.

Aprovada pela Banca Examinadora em cumprimento a requisito exigido para a obtenção do Título de **Mestre** em **Sensoriamento Remoto**.

Dr. Bernardo Friedrich Theodor Rudorff


Orientador/Presidente/INPE/SJCampos-SP

Dr. João Argemiro de Carvalho Paiva


Membro da Banca/INPE/SJCampos-SP

Dr. Yosio Edemir Shimabukuro


Membro da Banca/INPE/SJCampos-SP

Drª Denise Cybis Fontana


Membro da Banca
Convidada UFRGS/Porto Alegre-RS

Candidato (a): Luciana Miura Sugawara

São José dos Campos, 27 de setembro de 2001.

"Deus, muito obrigado por me oferecer coisas boas, todos os dias."
Masaharu Taniguchi

"O místico crê num Deus desconhecido.
O pensador e o cientista crêem numa ordem desconhecida.
É difícil dizer qual deles sobrepõe o outro
em sua devoção não racional."
L. L. Whyte

*Ao meu esposo Dalibor,
pelo seu incentivo e
aos meus pais Jioji e Maria,
por nada me faltar ao longo destes anos,
dedico.*

AGRADECIMENTOS

Ao Doutor Bernardo Friedrich Theodor Rudorff pela orientação, incentivo, paciência e amizade.

Aos Doutores Yosio Edemir Shimabukuro, João Argemiro de Carvalho Paiva e Denise Cybis Fontana pelas relevantes sugestões.

Ao Doutor Mauro Antonio Homem Antunes pelas sugestões, auxílio com o modelo agrometeorológico e amizade.

À Clotilde Pinheiro Ferri pelas sugestões, incentivo, amizade e experiências transmitidas.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná e à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná pelo fornecimento de dados.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais pela permissão na realização deste trabalho, e pelo fornecimento dos subsídios que foram necessários.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de pesquisa.

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

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um modelo para acompanhamento e estimativa da produtividade da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) em um sistema de informações geográficas (SIG), a partir de um modelo agrometeorológico pontual e imagens NOAA-AVHRR. A integração do modelo e da base de dados foi realizada através do aplicativo SPRING e os cálculos foram executados por meio do módulo de programação do SPRING, denominado LEGAL. A área de estudo foi o Estado do Paraná e as estimativas foram geradas, ao nível municipal, para os anos safra de 1996/97, 1997/98 e 1998/99. Mosaicos quinzenais de imagens NOAA-AVHRR, com resolução espacial de 8 x 8 km, transformados em imagens NDVI, foram utilizados como componente espectral no modelo agrometeorológico, visando estimar o índice de área foliar (IAF). O modelo desenvolvido utiliza parâmetros agrônômicos e meteorológicos para cálculo da produtividade máxima ou potencial. Esta produtividade é então penalizada quando a demanda hídrica da cultura não é suprida adequadamente, gerando a produtividade real estimada. A análise da comparação desta estimativa com os valores de produtividade divulgados pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB), ao nível municipal, foi feita através do teste "t" para pares de observação, e o resultado para cada ano safra foi: a) em 1996/97 o modelo subestimou a produtividade em relação à estimativa da SEAB em 59kg/ha ($t=-2,91$; $\alpha<0,05$); b) em 1997/98 a estimativa do modelo e da SEAB não apresentaram diferença significativa ($t=1,46$; $\alpha>0,05$); e em 1998/99 o modelo superestimou a produtividade em 192kg/ha ($t=7,59$; $\alpha<0,05$). Isso demonstra que o modelo foi bastante satisfatório na estimativa da produtividade de soja e requer apenas pequenos ajustes. Através do índice de penalização, gerado quinzenalmente pelo modelo, foi possível fazer o acompanhamento das condições de crescimento e desenvolvimento da cultura da soja, detectando-se deficiências hídricas relevantes ao longo da estação de crescimento em cada ano safra. O aplicativo SPRING e seu módulo LEGAL foram satisfatórios na integração do modelo e na realização dos cálculos de produtividade da soja. As imagens NOAA-AVHRR não se mostraram satisfatórias para estimar o IAF, de tal forma que se utilizou dados da literatura para estimar este parâmetro dentro do cálculo da produtividade.

EVALUATION OF AN AGROMETEOROLOGICAL MODEL AND NOAA/AVHRR IMAGES IN MONITORING AND CROP YIELD ESTIMATION OF SOYBEAN IN THE STATE OF PARANÁ

ABSTRACT

The objective of the present work was to develop a model to monitor and estimate soybean (*Glycine max* L. Merrill) crop yield in a geographic information system (GIS) based on a punctual agrometeorological model and NOAA/AVHRR images. The integration of the model and the database was performed using the SPRING software and calculations were executed through the SPRING module denominated LEGAL. The study area is the Paraná State and estimates were generated at the municipality level, for the crop years of 1996/97, 1997/98 and 1998/99. Mosaics of 15 days NOAA/AVHRR images, with spatial resolution of 8 x 8km, transformed into NDVI images, were used as the spectral component of the agrometeorological model in order to estimate the leaf area index (LAI). The developed model uses agronomic and meteorological parameters to calculate maximum or potential yield. Whenever the crop water demand is not adequately supplied this yield is penalized and actual yield is estimated. Comparative analysis between the yield estimated by the model and the yield provided by the Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB), at the municipality level, was performed using the paired comparison t test and the results for each crop year were as follow: a) in 1996/97 the model underestimated the yield in relation to the SEAB estimate by 59 kg.ha⁻¹ (t=-2.91; a<0.05); in 1997/98 yield estimate of both model and SEAB were not significantly different from each other (t=1.46; a>0.05); and, in 1998/99 the model overestimated yield by 192 kg.ha⁻¹ (t=7.59; a<0.05). This demonstrates that the model estimated quite satisfactory the soybean yield and requires only minor adjustments. Through the penalization index, generated every 15 days, it was possible to monitor soybean crop grow and development conditions detecting relevant water deficits over the crop growing season in each year. The SPRING software and its LEGAL module performed satisfactory in both model integration and soybean yield calculations. The NOAA/AVHRR images did not performed satisfactory in the LAI estimation and, therefore, data from the literature were alternatively used to estimate this parameter in yield calculation.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	19
CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1 Cultura da soja	23
2.1.1 Ciclo da soja	26
2.1.2 Exigências climáticas	27
2.1.3 Zoneamento agroclimático da soja no Paraná	28
2.2 Sensores remotos óticos de alta resolução temporal	30
2.2.1 NOAA-AVHRR	30
2.2.2 CBERS-WFI	31
2.3 Índice de vegetação	33
2.3.1 Relação entre o NDVI e o índice de área foliar	36
2.3.2 Avaliação do desenvolvimento da soja	37
2.4 Estimativa de produtividade	39
2.4.1 Modelo agrometeorológico	40
2.4.2 Modelo espectral e modelo agrometeorológico-espectral	43
CAPÍTULO 3 MATERIAIS E MÉTODOS	47
3.1 Área de estudo	48
3.2 Dados meteorológicos	50
3.3 Dados cartográficos	53
3.4 Dados de sensoriamento remoto	53
3.4.1 NOAA-AVHRR	53
3.4.2 CBERS-WFI	55
3.5 Identificação das áreas de cultivo de soja	55
3.6 Dados de produtividade da cultura da soja	56

3.7	Relação entre o NDVI e o IAF	57
3.8	Estimativa de produtividade	58
3.9	Acompanhamento da safra de soja	70
3.10	Disponibilização dos dados	70
CAPÍTULO 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO		73
4.1	Identificação das áreas de soja e seleção dos municípios produtores	73
4.2	Avaliação do índice de área foliar	74
4.3	Estimativa de produtividade	78
4.3.1	Modelo agrometeorológico-espectral	78
4.3.2	Modelo agrometeorológico	85
4.4	Acompanhamento da safra de soja	93
4.5	Avaliação do SPRING e SPRINGWEB	96
CAPÍTULO 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES		99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		101
APÊNDICE A Dados meteorológicos quinzenais		113
APÊNDICE B Modelo de Arquivo ASCII		147
APÊNDICE C Programa LEGAL para o cálculo de Média Zonal		149
APÊNDICE D Produtividade da soja no Paraná - Dados da SEAB		151
APÊNDICE E Programas em Linguagem LEGAL - Modelo Agrometeorológico		163

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1	Distribuição da produção de soja no mundo - Estimativa da safra 2000/2001 23
2.2	Distribuição geográfica da produção de soja no Paraná no ano safra de 1998/99 24
2.3	Zoneamento agroclimático para a cultura da soja no Paraná 29
2.4	Curva de reflectância típica da vegetação 34
2.5	Índice de área foliar da soja, cultivar Bragg, em condições irrigada e não irrigada. Taquari, RS, 1985/86 38
3.1	Diagrama resumido das etapas seguidas no acompanhamento da safra de soja utilizando dados agrometeorológicos e espectrais 47
3.2	Localização geográfica da área de estudo 48
3.3	Distribuição das estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) 52
3.4	Localização das regionais da Secretaria de Abastecimento e Agricultura do Estado do Paraná (SEAB) 56
3.5	Localização geográfica dos municípios paranaenses onde a trajetória do índice de área foliar foi avaliada 57
4.1	Imagem CBERS-WFI órbita/ponto 160/124 de 09/04/2000 abrangendo as principais regiões produtoras de soja do Paraná (tons azulados) ... 73
4.2	Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Assis Chateaubriand, Paraná 75
4.3	Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Cascavel, Paraná 75
4.4	Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Londrina, Paraná 76
4.5	Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Ponta Grossa, Paraná 76
4.6	Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Cambará, Paraná 77
4.7	Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Umuarama, Paraná 77
4.8	Índice de penalização quinzenal da cultura da soja na safra 1996/97 . 94
4.9	Índice de penalização quinzenal da cultura da soja na safra 1997/98 . 95
4.10	Índice de penalização quinzenal da cultura da soja na safra 1998/99 . 96
4.11	Ambiente SPRING WEB 3.0 98

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
2.1	Evolução da área, produção e produtividade da soja no Estado do Paraná entre as safras de 1996/97 e 2000/2001 25
2.2	Distribuição (%) das operações agrícolas no cultivo da soja no Estado do Paraná 27
2.3	Parâmetros dos sensores do satélite CBERS-1 32
3.1	Localização das estações meteorológicas do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) 51
3.2	Fator de resposta à produtividade (ky) para a cultura da soja 59
3.3	Insolação máxima (N), radiação máxima de onda curta que penetra na atmosfera (Roc), taxa de produção de matéria seca em dias claros (tc) e em dias nublados (tn) 60
3.4	Radiação extraterrestre (Ret) 60
3.5	Taxa de produção de matéria seca (tm) para a cultura da soja em função da temperatura média do ar (tmed) 61
3.6	Coeficiente da cultura (kc) para a soja 63
3.7	Fator W em função da temperatura média do ar (tmed) e altitude (m) . 65
3.8	Pressão de saturação do vapor (pv) em função da temperatura média do ar (tmed) 66
3.9	Fração de esgotamento de água no solo (p) para a cultura da soja 66
3.10	Capacidade de retenção de água no solo (cras) para os diferentes tipos de solo 67
3.11	Profundidade do sistema radicular (D) da soja 67
3.12	Evapotranspiração real (ETr) (mm/dia) em função do índice de água disponível no solo (IADS), evapotranspiração máxima (ETm) e água remanescente no solo (ARS) 69
4.1	Área e produção total e área e produção considerada para o cálculo da produtividade da soja 74
4.2	Média, desvio-padrão da média e desvios relativos da produtividade estimada pela SEAB e estimada pelo modelo para os municípios avaliados, com o uso de IAF estimado das imagens NDVI do NOAA-AVHRR 78
4.3	Produtividade real (kg/ha) estimada pelo modelo agrometeorológico-espectral para todo o ciclo da soja e produtividade observada estimada pela SEAB, com o uso do IAF estimado dos mosaicos NDVI 80
4.4	Média, desvio-padrão, teste "t" e desvios relativos da produtividade estimada pela SEAB e estimada pelo modelo para os municípios avaliados, com o uso de IAF estimado do trabalho de Fontana et al. (1992) 86

4.5	Produtividade real (kg/ha) estimada pelo modelo agrometeorológico para todo o ciclo da soja e produtividade observada estimada pela SEAB, com o uso do IAF estimado do trabalho de Fontana et al. (1992)	88
-----	--	----

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A demanda por informações concretas e eficientes sobre o desenvolvimento das culturas agrícolas ao longo de seus ciclos vem aumentando constantemente, devido ao crescimento populacional e à conseqüente necessidade de aumento de suas produtividades. Além disso, é importante economicamente para que não haja falsas especulações na realização de agronegócios.

Entre as espécies cultivadas, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é atualmente uma das mais importantes na economia brasileira, pois boa parte de sua produção é exportada, sofrendo influências internacionais em seu preço. O seu cultivo é feito em muitos estados brasileiros, destacando-se o Mato Grosso, o Paraná e o Rio Grande do Sul.

A produtividade da soja e de outras culturas pode ser calculada com o emprego de modelos matemáticos, baseados em informações agrometeorológicas, associadas ou não, aos dados obtidos por sensoriamento remoto, como mostram trabalhos realizados por Doorenbos e Kassam (1979), Rudorff (1985), Berlato (1987), Rudorff e Batista (1990, 1991), Fontana e Berlato (1998), Fontana et al. (2001), entre outros autores.

Uma das maneiras para a realização do acompanhamento da safra, considerando-se que a maior parte das áreas de cultivo não são irrigadas e o fator mais determinante no desenvolvimento das plantas é o hídrico, é através da quantificação do efeito do estresse hídrico ao longo do ciclo da cultura, calculando-se o déficit da evapotranspiração relativa, ou seja, pela relação entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração máxima (Doorenbos e Kassam, 1979).

Devido à dinâmica do mundo atual, as informações sobre as safras agrícolas devem ser obtidas de forma rápida. Isso pode ser conseguido com o uso de um

Sistema de Informações Geográficas (SIG) (Dang *et al.*, 2000), onde os dados agrometeorológicos e de sensoriamento remoto devem estar contidos para que as análises espaciais possam ser realizadas. Além da rapidez, um SIG permite que se trabalhe com grandes áreas e com certa facilidade na obtenção de dados, o que por métodos sem o seu emprego seria bastante oneroso.

A utilização de SIG na agricultura vem crescendo nos últimos anos, porém ainda há falta de informações espacializadas e em tempo quase real no sistema atual de acompanhamento de safras no Brasil, necessitando que metodologias sejam adaptadas a esta tecnologia.

A necessidade de informações espectrais em tempo quase real pode ser suprida por um sensor capaz de fornecer dados diários, como o *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR), a bordo do satélite *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (Kidwell, 1998). O acompanhamento do desenvolvimento das plantas pode ser realizado através das bandas que operam nas regiões do vermelho e infravermelho próximo, transformadas em índices de vegetação (Doraiswamy e Cook, 1995; Fontana e Berlato, 1998), fornecendo um indicativo do crescimento das plantas.

Devido à baixa resolução espacial do sensor AVHRR, geralmente se utiliza imagens de satélite com alta resolução espacial, mas com baixa resolução temporal, na identificação das culturas agrícolas (IRSA, 1996), tais como SPOT-HRV e LANDSAT-TM. Em estudos regionais, imagens de satélites com sensores de resolução espacial intermediária podem ser utilizados, como por exemplo, o CBERS–WFI com resolução espacial de 260 x 260m (INPE, 2000).

Apesar do comprovado potencial do uso dos dados AVHRR no acompanhamento da safra agrícola (Doraiswamy e Cook, 1995), poucos trabalhos foram realizados nesta linha no Brasil para a cultura da soja, demonstrando a viabilidade e utilidade destes dados (por exemplo: Fontana e Berlato, 1998 e Souza e Liu, 1999).

Com base no que foi exposto acima, foram determinadas as seguintes hipóteses:

- As mudanças nas características espectrais das plantas ao longo do tempo podem ser detectadas com o uso do NOAA-AVHRR, devido à sua resolução temporal;
- A incorporação de um termo espectral ao modelo agrometeorológico melhora a estimativa de produtividade agrícola;
- Um sistema de informações geográficas permite trabalhar com grandes áreas e com maior agilidade.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é desenvolver um modelo para o acompanhamento e a estimativa da produtividade da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill), em um sistema de informações geográficas, usando dados agrometeorológicos pontuais e imagens NOAA-AVHRR.

Assim, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Utilizar como área de estudo o Estado do Paraná e realizar estimativas da produtividade da soja, em nível municipal, para três anos safra;
- Utilizar imagens NOAA-AVHRR como componente espectral do modelo agrometeorológico para estimar o índice de área foliar;
- Comparar a estimativa de produtividade da soja, obtida através do modelo proposto, com a estimativa da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado Paraná;
- Utilizar os índices de penalização gerados pelo modelo de produtividade para acompanhar o crescimento e desenvolvimento da cultura da soja ao longo da safra;

- Integrar o modelo e a base de dados através do aplicativo SPRING e realizar os cálculos por meio do módulo de programação do SPRING, denominado LEGAL. Além disso, avaliá-los como ferramentas para o desenvolvimento de um modelo agrometeorológico em um sistema de informações geográficas.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Cultura da Soja

A primeira referência sobre o cultivo da soja no Brasil ocorreu no final do século XIX, mas somente a partir de 1970 a cultura sofreu uma significativa expansão (Manara, 1988). O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, com uma produção estimada para a safra 2000/2001 de 36,5 milhões de toneladas, perdendo para os Estados Unidos, que tem produção estimada em 75,4 milhões de toneladas (USDA, 2001). Na Figura 2.1 pode-se observar a distribuição da produção de soja entre os maiores países produtores.

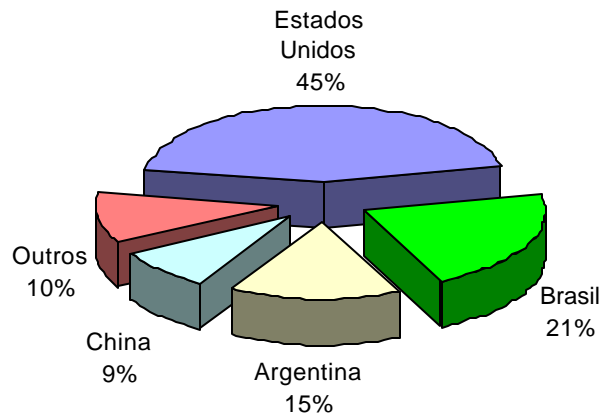


Fig. 2.1 - Distribuição da produção de soja no mundo - Estimativa da safra 2000/2001.

FONTE: adaptada de USDA (2001, p. 23).

Segundo Roessing et al. (2000), a produção de soja no Brasil aumentou 29% entre as safras de 1988/89 e 1998/99, essencialmente devido ao aumento de produtividade neste período, que passou de 1940 kg/ha para 2360 kg/ha.

A soja é cultivada em todas as regiões brasileiras, onde se destacam as Regiões Sul e Centro-Oeste. A Região Sul vinha liderando a produção de soja no País até o ano safra de 1999/2000, quando foi superada pela Região

Centro-Oeste (EMBRAPA, 2000).

Entre os estados da Região Sul, o Paraná se destaca no plano nacional, por ter ocupado a posição de maior produtor do País em várias safras, perdendo atualmente para o Estado de Mato Grosso.

A Figura 2.2 mostra a localização das áreas de cultivo de soja no Paraná e a Tabela 2.1 apresenta a área plantada, produção e produtividade da soja no Estado e a sua distribuição entre as regiões produtoras, nos anos agrícolas de 1996/97 a 2000/2001 (estimativa).

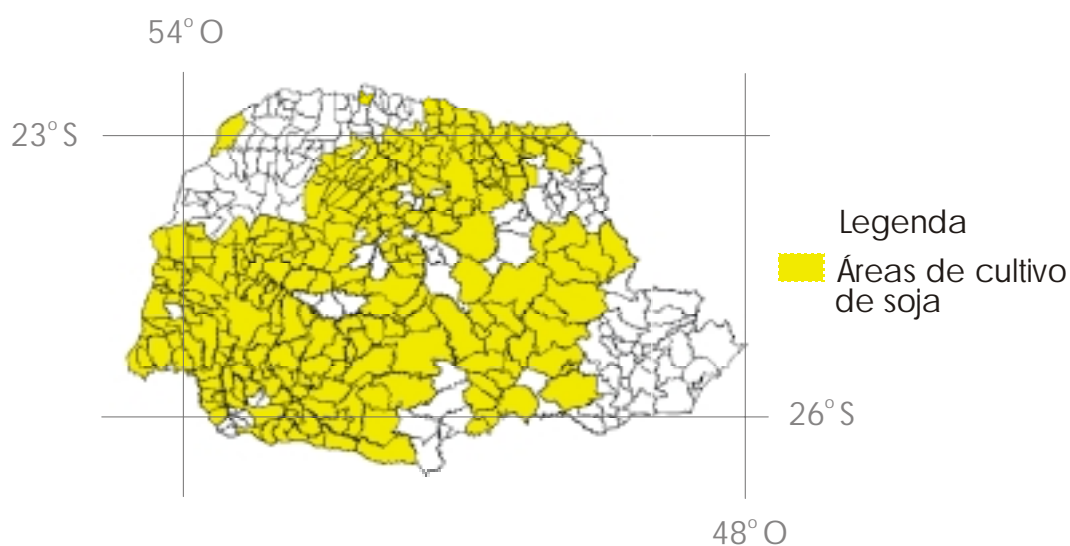


Fig. 2.2 - Distribuição geográfica da produção de soja no Paraná no ano safra de 1998/99.

FONTE: adaptada de SEAB (2000a).

TABELA 2.1 - EVOLUÇÃO DA ÁREA, PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA SOJA NO ESTADO DO PARANÁ ENTRE AS SAFRAS DE 1996/97 E 2000/2001

Região	96/97			97/98			98/99			99/00			00/01**		
	Área (ha)*	Prod (t)*	Produt (kg/ha)	Área (ha)*	Prod (t)*	Produt (kg/ha)	Área (ha)*	Prod (t)*	Produt (kg/ha)	Área (ha)*	Prod (t)*	Produt (kg/ha)	Área (ha)*	Prod (t)*	Produt (kg/ha)
Norte	667	1665	2496	764	1729	2263	745	2016	2706	795	1751	2203	788	2152	2731
Noroeste	35	87	2486	57	130	2281	61	158	2590	72	165	2292	73	186	2548
Oeste	707	1877	2655	763	2033	2664	746	2237	2999	759	1946	2564	720	2106	2925
C. Oeste	387	1000	2584	434	1178	2714	438	1258	2872	449	1207	2688	440	1188	2700
Sudoeste	279	737	2642	336	897	2670	313	752	2403	296	774	2615	279	736	2638
Sul	356	937	2632	476	1314	2761	470	1288	2740	478	1330	2782	470	1323	2815
TOTAL	2430	6294	2590	2829	7281	2574	2773	7709	2780	2849	7173	2518	2769	7693	2778

* Em mil unidades

** Estimativa

Fonte: adaptada de IBGE;SEAB/DERAL citado por SEAB (2000b).

2.1.1 Ciclo da Soja

O ciclo da soja, da germinação até a maturação completa, pode variar de 75 a 210 dias. A duração do ciclo oscila, dependendo do cultivar, da latitude, da altitude, da pluviosidade, da temperatura e da época de semeadura (Sediyama e Santos, 1988; Menosso, 2000). De acordo com a duração de seu ciclo, os cultivares são classificados em precoce (de 75 até 115 dias), semiprecoce (116 a 125 dias), médio (126 a 137 dias), semitardio (138 a 150 dias) e tardio (mais de 150 dias) (Farias et al., 2000).

Segundo Câmara (1998a), a emergência das sementes de soja ocorre entre 5 a 7 dias após a semeadura. A duração entre a emergência até a passagem do estágio vegetativo para o reprodutivo varia de 40 a 70 dias, e deste até o início da frutificação, entre 7 e 15 dias. A maturação fisiológica dos grãos ocorre de 40 a 70 dias após a passagem para o estágio de frutificação e a colheita mecânica é realizada quando 95% dos grãos atingirem 13 a 16% de umidade.

A escolha da época de semeadura é de grande importância no manejo da cultura da soja, pois se a escolha incorreta não implicar na necessidade de recursos financeiros adicionais pode, entretanto, causar prejuízos totais (Buriol et al., 1988). No Estado do Paraná a época de semeadura recomendada se estende de 15 de outubro a 15 de dezembro, com preferência para o mês de novembro (Buriol et al., 1988; Garcia et al., 2000), observando-se o melhor período para cada cultivar.

A Tabela 2.2 mostra a distribuição das operações de semeadura e colheita da soja no Paraná para os anos agrícolas de 1998/99 e 1999/2000.

TABELA 2.2 - DISTRIBUIÇÃO (%) DAS OPERAÇÕES AGRÍCOLAS NO CULTIVO DA SOJA NO ESTADO DO PARANÁ

Ano	Operação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
98/99	Semeadura										11	64	25
	Colheita		1	50	47	2							
99/00	Semeadura										19	63	18
	Colheita		1	31	65	3							

Fonte: Adaptada de SEAB (2001).

2.1.2 Exigências Climáticas

As principais exigências climáticas da cultura da soja são a disponibilidade hídrica, a temperatura e o fotoperíodo. Na maioria dos casos, o déficit hídrico é o principal responsável pelas grandes variações na produtividade de soja que ocorrem entre diferentes locais e anos agrícolas (Farias et al., 2000).

A soja apresenta dois períodos críticos bem definidos em relação à necessidade de água, sendo o primeiro durante a germinação e emergência e o segundo na floração e enchimento de grãos. Contudo, o excesso de água nestes dois períodos também é prejudicial, reduzindo a sua produtividade (Doorenbos e Kassam, 1979; Berlato, 1981; Schneider et al., 1988; Câmara, 1998b; Farias et al., 2000).

A demanda de água pela cultura da soja vai aumentando de acordo com o desenvolvimento das plantas, atingindo o máximo durante a floração e enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia) e diminuindo após este período. Durante todo o seu ciclo, esta cultura necessita entre 450 e 800 mm de água, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e do cultivar utilizado (Doorenbos e Kassam, 1979; Farias et al., 2000).

A temperatura é um outro elemento climático importante para a soja. A temperatura do solo tem grande influência sobre a velocidade de emergência (temperatura média ideal na profundidade de semeadura: 24 a 30°C) e na formação de nódulos e fixação de nitrogênio pelo rizóbio em suas raízes (abaixo de 15°C a atividade do rizóbio é mínima). Já a temperatura do ar tem

influência sobre a taxa de crescimento e floração, onde a indução floral é inibida com temperatura média inferior a 17°C e flores e vagens são abortadas com temperatura média acima de 38°C (Schneider et al., 1988). A temperatura ideal do ar para o bom desenvolvimento da soja deve variar entre 20°C e 30°C (Farias et al., 2000).

O terceiro elemento climático que influencia o desenvolvimento da soja, na passagem do período vegetativo para o período reprodutivo é o fotoperíodo. A soja é uma planta de "dias curtos", ou seja, floresce quando o comprimento dos dias é inferior a um certo valor, chamado de fotoperíodo crítico. Na realidade, a soja necessita de um certo número de horas de escuro, pois é a radiação solar excessiva que retarda este processo. Os cultivares de soja foram adaptados através de melhoramento genético, aos diferentes regimes fotoperiódicos existentes no País. Assim, problemas no florescimento podem ocorrer, caso um cultivar seja utilizado fora da região recomendada (Schneider et al., 1988; Câmara, 1998b; Farias et al., 2000).

2.1.3 Zoneamento Agroclimático da Soja no Paraná

Alfonsi et al. (1981) relataram um zoneamento agroclimático da soja realizado com base na temperatura média anual (T_a) e no índice hídrico anual (I_m). Regiões *aptas* ao cultivo da soja possuem $T_a > 17^\circ\text{C}$ e $0 < I_m < 60$, as regiões consideradas *aptas a moderadas* possuem $T_a > 17^\circ\text{C}$ e $60 < I_m < 100$, as regiões *marginais* têm $T_a > 17^\circ\text{C}$ e $I_m > 100$, e as *inaptas* $T_a < 17^\circ\text{C}$ (Figura 2.3).

Considerando-se as exigências climáticas da soja e os principais elementos do clima no Paraná, as regiões norte e oeste são aptas para o cultivo da soja, onde as condições térmicas e hídricas se apresentam satisfatórias. A faixa leste-oeste no centro do Estado é apta a marginal, pois possui condições térmicas favoráveis, porém ocorrem problemas fitossanitários ao longo do ciclo e na colheita da cultura, devido à região possuir umidade muito elevada. O litoral e o sudoeste são classificados como moderados, pois apresentam

excesso hídrico. As regiões serranas (acima de 850m do nível do mar) são inaptas por insuficiência térmica (Alfonsi et al. 1981).

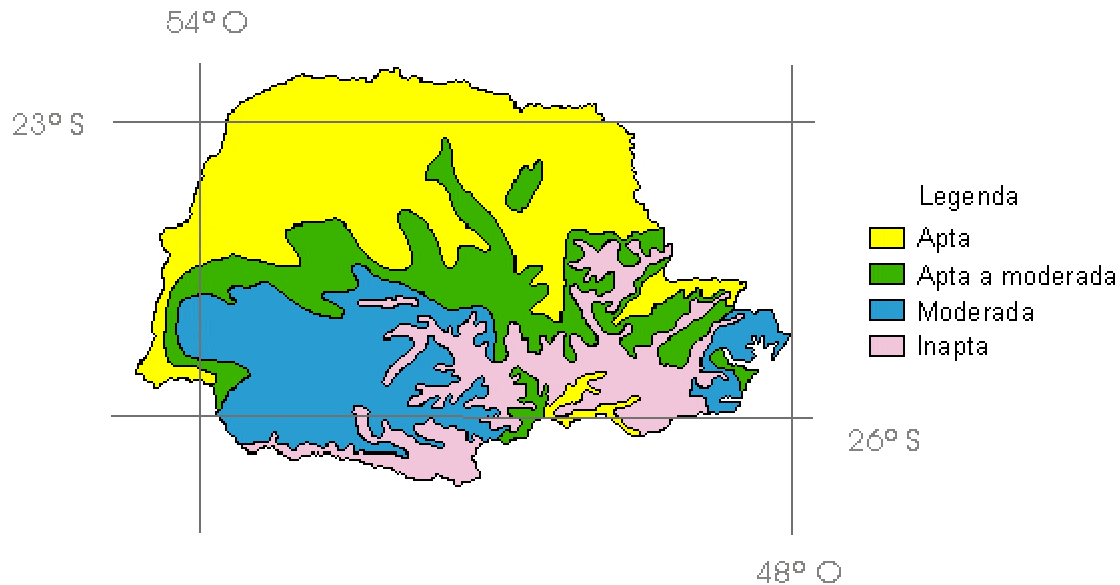


Fig. 2.3 - Zoneamento agroclimático para a cultura da soja no Paraná.

FONTE: Adaptada de Alfonsi et al. (1981, p. 196).

Recentemente, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em conjunto com outras instituições, realizou um novo zoneamento agroclimático para a cultura da soja, onde a semeadura é recomendada em períodos que podem reduzir os riscos de perda de produtividade por déficit hídrico. Este zoneamento foi realizado para alguns estados produtores e apresenta a recomendação para cada município. O usuário deve fornecer dados sobre o município desejado, o tipo de solo de sua localidade e o ciclo da cultura a uma interface de computador PC, para obter o melhor período de semeadura em função dos dados fornecidos. Esta interface pode ser acessada através do trabalho de Farias et al. (2000).

2.2 Sensores Remotos Óticos de Alta Resolução Temporal

2.2.1 NOAA-AVHRR

O sensor AVHRR a bordo dos satélites da série NOAA foi concebido inicialmente para estudos de cobertura de nuvens, mas rapidamente identificou-se o grande potencial destes dados para estudos da dinâmica da cobertura vegetal (Ehrlich et al., 1994).

O sensor AVHRR possui resolução espacial de 1,1 km no nadir, resolução temporal de 24 horas (considerando-se apenas a passagem diurna), opera em cinco bandas espectrais do espectro eletromagnético: banda 1 no visível de 0,58 a 0,68 μm ; banda 2 no infravermelho próximo de 0,725 a 1,1 μm ; banda 3 no infravermelho médio de 3,55 a 3,93 μm ; e duas bandas no infravermelho termal (banda 4 de 10,3 a 11,3 μm e banda 5 de 11,5 a 12,5 μm). A aquisição das imagens pelo sensor AVHRR a bordo do satélite NOAA é feita em torno das 14:30 horas (horário local), com imageamento ascendente em sua órbita hélio-síncrona e quase-polar, cobrindo uma faixa de cerca de 2700 km, com ângulo de visada "off-nadir" de $\pm 55,4^\circ$ (Gutman et al., 1995; Moran et al., 1997; Kidwell, 1997, 1998).

Freqüentemente, os dados do AVHRR são reamostrados para resoluções espaciais menores em estudos continentais e globais. Os tipos de dados disponíveis deste sensor são citados a seguir (Ehrlich et al., 1994; Kidwell, 1997):

- *Global Area Coverage (GAC)*, que se constitui de dados brutos das cinco bandas, onde os dados com resolução espacial de 1,1 km no nadir são reamostrados para uma resolução espacial de 4 km e gravados a bordo do satélite para posterior transmissão;

- *Local Area Coverage (LAC)*, que possui resolução espacial de 1,1 km no nadir e as imagens são obtidas em áreas selecionadas, pois os dados são gravados em locais onde não há cobertura por estações receptoras e são transmitidos quando o satélite está dentro do raio de alcance de um receptor;
- *High Resolution Picture Transmission (HRPT)*, também possui resolução espacial de 1,1 km no nadir. A diferença em relação às imagens LAC é que seus dados são enviados diretamente para as estações receptoras.

2.2.2 CBERS-WFI

A construção do satélite *China-Brazil Earth Resources Satellite* - Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS) foi iniciado após a assinatura de um programa de cooperação entre o Brasil e a China em 1988. No Brasil, a implementação do programa ficou a cargo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e na China, do *Chinese Academy of Space Technology* (CAST). O primeiro satélite CBERS foi lançado no dia 14 de outubro de 1999, pelo foguete chinês Longa Marcha 4B, a partir do Centro de Lançamento de Taiyuan, na República Popular da China (AEB, 1999; INPE, 2000).

O CBERS-1 está posicionado em uma órbita heliossíncrona a uma altitude média de 778km, perfaz cerca de 14 revoluções por dia e cruza a linha do Equador às 10:30 horas (horário local). Este satélite possui três sensores a bordo: o imageador de visada larga (WFI), a câmara de alta resolução (CCD) e o varredor multiespectral infravermelho (IR-MSS) (INPE, 2000). Alguns detalhes sobre as características dos sensores podem ser vistos na Tabela 2.3.

TABELA 2.3 - PARÂMETROS DOS SENSORES DO SATÉLITE CBERS-1

Parâmetro	CCD	IR-MSS	WFI
Bandas(μm)	0,45-0,52	0,50-	0,63-0,69
	0,52-0,59	1,10(pan)	0,76-0,90
	0,63-0,69	1,55-1,75	
	0,77-0,89	2,08-2,35	
	0,51-0,73(pan)	10,40-12,50	
Campo de visada	8,3°	8,8°	60°
Resolução espacial(m)	20	80 (pan e IV) 160 (termal)	260
Resolução temporal(dias)	nadir: 26 fora do nadir: 3 ($\pm 32^\circ$)	26	3-5
Largura da visada no solo (km)	113	120	890

Fonte: adaptada de INPE (2000).

Entre as novidades dos sensores a bordo do CBERS-1, as maiores expectativas estavam em torno do sensor WFI, devido a sua alta resolução temporal e melhor resolução espacial em relação ao sensor AVHRR-NOAA.

Contudo, o sensor WFI deixou de operar no início de maio de 2000, após transmitir mais de três mil imagens em 177 dias de funcionamento, sendo que a causa provável da falha foi originada por um curto circuito em um componente do sistema de alimentação elétrica da câmara (AEB, 2000).

Devido ao caráter inovador, a qualidade e o potencial de aplicação das imagens obtidas durante o funcionamento do WFI, este sensor estará a bordo do satélite CBERS-2, que tem previsão para ser lançado entre abril e outubro de 2002. Além disso, os governos envolvidos neste programa, assinaram no ano de 2000 um protocolo de cooperação dando continuidade à série de satélites CBERS, com a construção dos CBERS 3 e 4, onde se prevê que o sensor WFI terá uma resolução espacial de 100m, mantendo a resolução temporal de 5 dias (AEB, 2000; INPE, 2001a, 2001b).

2.3 Índice de Vegetação

O índice de vegetação é obtido através da transformação de dados de duas ou mais bandas espectrais, podendo ser calculado pela razão, diferença ou combinação linear destes dados. Este índice pretende ressaltar o sinal da vegetação ao mesmo tempo em que minimiza os efeitos da variação na irradiância solar e do solo, para que as avaliações de biomassa, estresse hídrico, sanidade e produtividade de uma cultura agrícola possam ser realizadas. Pode ser calculado através do valor de saída da tensão do sensor (V), radiância (L), reflectância (ρ) ou nível de cinza da imagem (Jackson e Huete, 1991).

Várias equações para o cálculo do índice de vegetação foram desenvolvidas, sendo que praticamente todas se baseiam nas diferenças de resposta apresentadas pela vegetação nas bandas do vermelho (V) e infravermelho próximo (IVP), devido ao comportamento apresentado pela radiação eletromagnética ao interagir com a vegetação, como pode ser visto na Figura 2.4.

Segundo Guyot (1990), Ponzoni e Disperati (1995), na região do vermelho a energia radiante interage com a folha principalmente por absorção, onde esta absorção é devido à clorofila, e faz com que os valores de reflectância sejam baixos. Já na faixa do infravermelho próximo, existe uma pequena absorção da radiação eletromagnética e considerável espalhamento interno na folha devido à descontinuidade do índice de refração na estrutura do mesófilo.

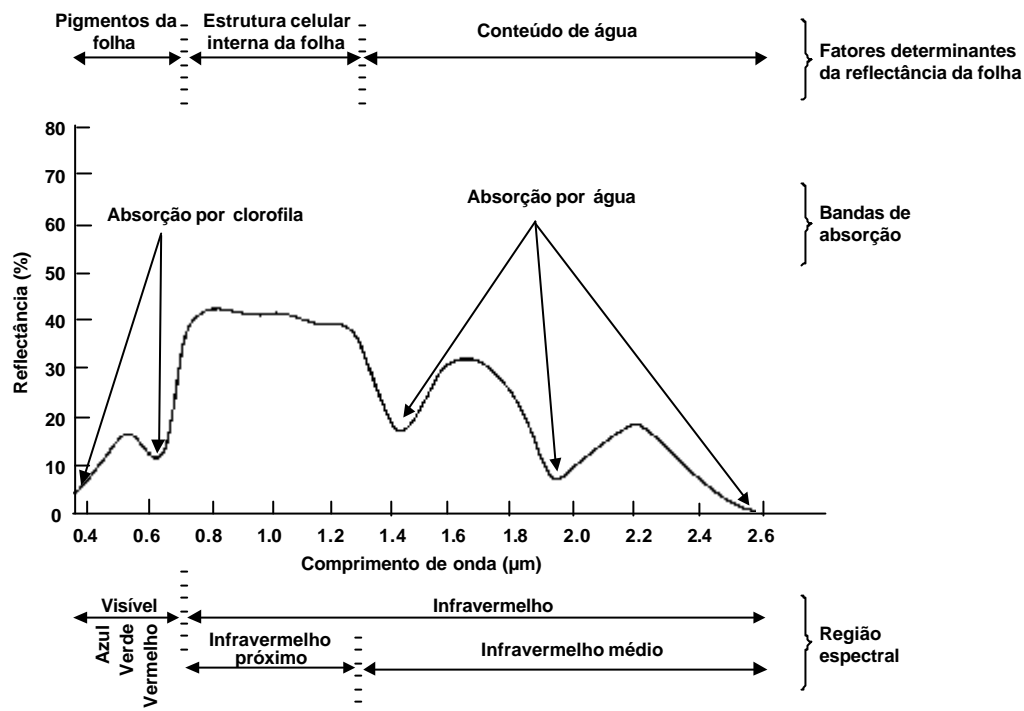


Fig. 2.4 - Curva de reflectância típica da vegetação.

FONTE: Adaptada de Swain e Davis (1978, p. 232).

Um dos índices de vegetação mais utilizado é o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) (Kazmierczak, 1996; Moran et al., 1997; Kidwell, 1997; entre outros), que foi proposto inicialmente por Rouse et al. (1973) e é calculado pela seguinte equação:

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V} \quad (2.1)$$

onde,

NDVI= índice de vegetação com diferença normalizada;

V= reflectância na região do vermelho;

IVP= reflectância na região do infravermelho próximo.

Por serem normalizados, os valores de NDVI variam de -1,0 a 1,0, onde cenas com vegetação podem ter valores de NDVI variando entre 0,1 e 0,6, sendo que

os valores maiores são associados aos dosséis mais densos (Eidenshink e Faundeen, 1994; Kidwell, 1997).

Epiphany et al. (1996) relataram que alguns problemas ocorrem no relacionamento do NDVI com as variáveis biofísicas, tais como: calibração, saturação em níveis relativamente baixos de vegetação e influência do solo.

A influência do solo sobre a reflectância de dosséis agrícolas varia com a percentagem de cobertura do solo e suas propriedades ópticas (Guyot, 1990). Assim os índices de vegetação são influenciados pelo solo até que o mesmo esteja completamente coberto pela vegetação (Jackson e Huete, 1991). Jackson e Huete (1991) ainda comentaram que para dosséis que não cobrem totalmente o solo, o aumento ou a diminuição da umidade do solo causa variação nos valores obtidos através de índices de vegetação.

O dossel de uma cultura agrícola provoca espalhamento e transmissão de uma quantidade significativa de fluxo do infravermelho próximo em direção à superfície do solo, interagindo com esta superfície e com a vegetação presente. Em seguida, o solo reflete parte deste fluxo em direção ao sensor, com um comportamento que depende das propriedades ópticas da superfície do solo. Por outro lado, o fluxo da região do vermelho é fortemente absorvido pelas camadas superiores das folhas do dossel, e a irradiância da superfície do solo é limitada pela recepção do fluxo solar e da atmosfera, através das aberturas no dossel (Huete, 1988).

Segundo Goward et al. (1991), a precisão das medidas radiométricas e do NDVI, obtido do NOAA-AVHRR, varia significativamente no tempo e no espaço, devido à vida útil e a geometria orbital do satélite, além da atenuação atmosférica e ocorrência de nuvens, já citados anteriormente. Para melhorar a precisão dos valores de NDVI obtidos, deve-se levar em conta a calibração do sensor, irradiância solar incidente, atenuação atmosférica nominal, resolução espacial variável, anisotropia com ângulo de visada “off-nadir” e ocorrência de nuvens (Goward et al., 1991).

Embora tenha os problemas citados acima, o NDVI tem mostrado a sua utilidade no monitoramento global da vegetação pelo fato de compensar parcialmente as mudanças nas condições de iluminação, inclinação do terreno e geometria de visada, ou seja, de fatores que afetam fortemente a radiância (Gutman et al., 1995; Kidwell, 1997).

2.3.1 Relação entre o NDVI e o Índice de Área Foliar

O índice de área foliar (IAF), determinado pela razão entre a área foliar da planta e a área de solo disponível à planta, é um índice importante na avaliação do desenvolvimento vegetal, já que a fotossíntese é realizada em seus órgãos verdes (Lucchesi, 1987; Clevers, 1997).

Os índices de vegetação obtidos através de sensoriamento remoto, devido às suas características na faixa do infravermelho próximo, possuem correlação com o IAF, podendo assim ser utilizados no acompanhamento de uma cultura agrícola (Holben et al., 1980; Bauer, 1985; Pinter Jr., 1993; Carlson e Ripley, 1997).

Walter-Shea et al. (1997) observaram que a relação entre o NDVI e o IAF é curvilínea (assintótica), variando de acordo com o ângulo zenital solar e o ângulo zenital de visada, onde a sensibilidade dos valores de NDVI ao IAF é indicado pela inclinação da curva de regressão.

Holben et al. (1980), relacionando o NDVI com o IAF na cultura da soja através de medições com radiômetro portátil, obtiveram coeficiente de determinação (r^2) igual a 0,84, pela seguinte equação:

$$NDVI = 0,92 - e^{[-0,407 - (0,736 \cdot IAF)]} \quad (2.2)$$

onde,

$NDVI$ = índice de vegetação com diferença normalizada;

IAF = índice de área foliar.

Já Thenkabail et al. (1994), utilizando dados das bandas 3 e 4 do Landsat/TM, observaram que a relação entre o IAF e o NDVI não é linear e o modelo

empírico mais significativo para a cultura da soja, com coeficiente de determinação (r^2) igual a 0,62, foi:

$$IAF = 0,151e^{5,167 \cdot NDVI} \quad (2.3)$$

onde,

IAF = índice de área foliar;

$NDVI$ = índice de vegetação com diferença normalizada.

2.3.2 Avaliação do Desenvolvimento da Soja

Uma das maneiras de avaliar-se o desenvolvimento da soja é através do IAF , aplicado em modelos de crescimento vegetal (Clevers, 1997).

Segundo Koller et al. (1970) e Lucchesi (1987), a capacidade fotossintética de uma planta depende da interceptação da radiação solar, que por sua vez se relaciona com o IAF . O aumento do IAF eleva o nível de interceptação da luz incidente, proporcionando um aumento de produção de biomassa. Esta produção de biomassa aumenta até um valor de IAF crítico, onde o auto-sombreamento das folhas faz com que a taxa fotossintética média por unidade de área decresça, podendo causar redução na produtividade devido ao desvio de fotoassimilados de outras folhas para a respiração de massa foliar excedente. Müller (1981) realizou uma revisão sobre o valor de IAF crítico para a soja, e encontrou uma grande variação nos valores citados nos trabalhos consultados (entre 2,5 e 9,0). O IAF crítico sofre influências da densidade de fluxo e assim, a combinação de um elevado valor de IAF e a alta luminosidade é benéfica, mas se nestas condições a luminosidade for baixa, o efeito pode ser negativo. Este autor ressaltou ainda que para a obtenção de altas produtividades, é importante que as plantas alcancem o mais rápido possível o valor de IAF crítico durante a fase vegetativa inicial, no entanto, sem ultrapassar logo este valor.

A trajetória do IAF da soja para a cultivar Bragg (Figura 2.5), foi obtido por Fontana *et al.* (1992), em parcelas experimentais, mantidas com irrigação e sem irrigação no Rio Grande do Sul.

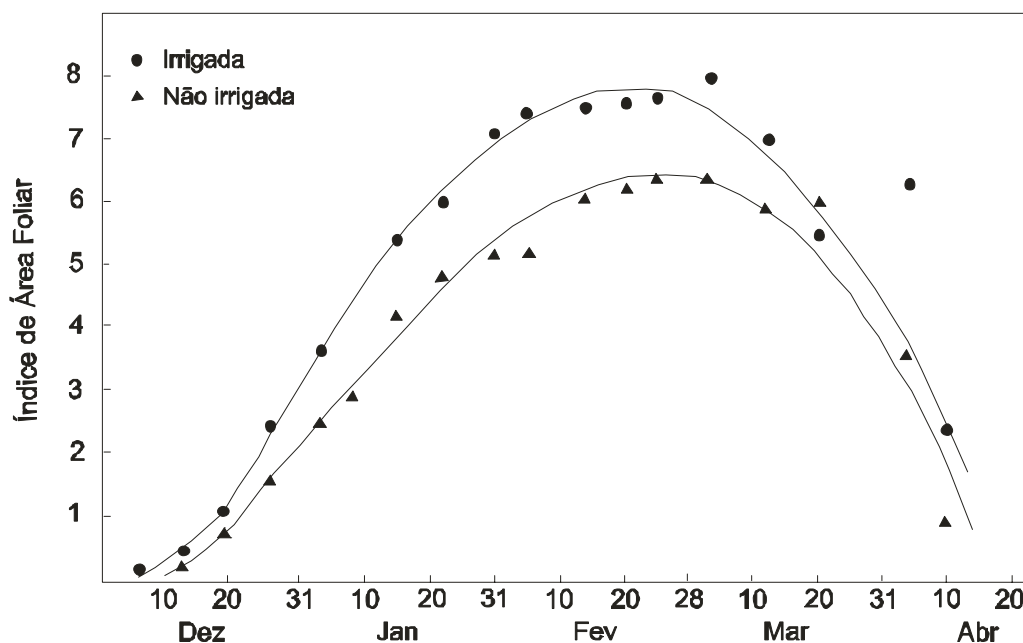


Fig. 2.5 - Índice de área foliar da soja, cultivar Bragg, em condições irrigada e não irrigada. Taquari, RS, 1985/86.

FONTE: adaptada de Fontana *et al.* (1992, p. 668).

A soja tem um crescimento inicial lento, que dura até a queda dos cotilédones. Em seguida, o IAF normalmente aumenta linearmente até o final do florescimento, atingindo valores entre 5 e 8. O valor do IAF decresce situando-se entre 4 e 6 próximo à maturidade fisiológica, a partir da qual observa-se o rápido amarelecimento da parte aérea das plantas, seguido de abscisão foliar (Koller *et al.*, 1970).

Bauer (1985) alertou que muitos modelos de estimativa de produtividade agrícola utilizam o IAF verde, ou seja, não se considera o IAF nos estádios avançados, após a planta entrar em senescência ou atingir a maturidade fisiológica. Com este cuidado, evita-se superestimar a produtividade de uma cultura.

2.4 Estimativa de Produtividade

Segundo Lucchesi (1987), as plantas sofrem três tipos de controle no processo de crescimento e desenvolvimento: controle intracelular ou genético, controle intercelular ou hormonal e controle extracelular ou ambiental.

A estimativa de produtividade pode ser feita através de modelos de cálculo baseados no controle que o ambiente exerce sobre as plantas. O controle ambiental ainda pode ser dividido ecologicamente em (Lucchesi, 1987):

- *Fatores do meio físico (biótipo)*, que são os elementos climáticos (água, energia radiante, temperatura, vento, nebulosidade, gases atmosféricos), e os fatores edáficos (posição geográfica, topografia, material de origem do solo);
- *Fatores do meio biológico (biocenose)*, que são os organismos que podem afetar o vegetal (microorganismos, pragas, moléstias, plantas daninhas, outros animais e o próprio homem).

Os modelos de estimativa de produtividade, segundo Wiegand et al. (1986), foram concebidos para descrever o comportamento de uma cultura agrícola em condições de campo, simulando o seu desenvolvimento da semeadura à colheita e estimando a sua produtividade agrícola.

Baier (1979) classificou os modelos que relacionam as plantas e o seu ambiente em três categorias:

- *Modelo de simulação de crescimento da planta*, que é uma representação matemática simplificada dos complexos físico, químico e fisiológico envolvidos no processo de desenvolvimento das plantas;
- *Modelo de análise planta-clima*, definido como o produto de dois ou mais fatores que representam de forma simplificada a relação entre as variáveis ambientais e a resposta dada pela planta ao longo de seu ciclo (exemplo: a produtividade);

- *Modelo estatístico empírico*, que é concebido a partir de séries históricas de dados de produtividade agrícola e dados meteorológicos da área em estudo. Os coeficientes de ponderação da equação são obtidos empiricamente, através da técnica estatística de regressão múltipla, e o ajuste do modelo é feito através do coeficiente de determinação (r^2).

Contudo, não é tão trivial realizar o cálculo da produtividade agrícola, pois as relações existentes entre a planta, o clima, a água e o solo são bastante complexas, já que muitos processos biológicos, físicos, fisiológicos e químicos estão envolvidos (Doorenbos e Kassam, 1979).

Os fatores do meio biológico não estão concebidos em um modelo de relação planta-ambiente ou modelo agrometeorológico, sendo que estes fatores muitas vezes podem ser decisivos para se alcançar uma boa produtividade agrícola.

Um outro tipo de modelo utilizado no cálculo da produtividade agrícola é o modelo espectral, baseado nos dados obtidos através de sensoriamento remoto.

Na tentativa de se minimizar a falta da influência dos fatores do meio biológico nos modelos agrometeorológicos, índices de vegetação obtidos de dados de sensoriamento remoto foram inseridos nestes modelos, que foram denominados então de modelos agrometeorológicos-espectrais (Rudorff, 1985).

2.4.1 Modelo Agrometeorológico

A utilização de modelos agrometeorológicos foi pesquisada em vários trabalhos, tais como: Baier (1973), Doorenbos e Kassam (1979), Pedro Junior et al. (1983), Berlato (1987), Moraes et al. (1999), entre outros.

O método proposto por Doorenbos e Kassam (1979) baseia-se na quantificação do estresse hídrico, através da relação entre evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima (ET_m), limitado por um fator de resposta à produtividade (k_y). Os valores de k_y são específicos para cada cultura agrícola, variam de acordo com o estágio de desenvolvimento das

plantas e foram obtidos por estes autores com base em numerosos experimentos citados em sua revisão bibliográfica. Quando ETr é igual a ETm significa que não há restrição no fornecimento de água, se ETr é menor do que ETm , dependendo do estágio de desenvolvimento em que ocorrer, poderá prejudicar a produtividade final da cultura. Assim, os autores propuseram o cálculo da produtividade através da seguinte definição:

$$\left(1 - \frac{PR}{PM}\right) = ky \left(1 - \frac{ETr}{ETm}\right) \quad (2.4)$$

onde,

PR = produtividade real;

PM = produtividade máxima;

Ky = fator de resposta à produtividade;

ETr = evapotranspiração real;

ETm = evapotranspiração máxima.

Este modelo pode ser aplicado a várias culturas agrícolas, incluindo grãos, hortaliças, frutíferas, entre outros e é indicado para o acompanhamento de safras, pois permite que se obtenha a produtividade agrícola e o déficit relativo da evapotranspiração em vários períodos ao longo do ciclo da cultura, indicando a disponibilidade hídrica no intervalo de tempo desejado. A produtividade final é determinada através do somatório das produtividades parciais.

Pedro Junior et al. (1983), utilizaram o modelo agrometeorológico de Doorenbos e Kassam (1979), para calcular a produtividade agrícola da soja de ciclo precoce no Estado de São Paulo e obtiveram resultados satisfatórios, com diferenças relativas da produtividade estimada e observada, variando entre 8% e 25%. Segundo os autores, o erro de 25% provavelmente pode ser explicado pela atuação negativa dos fatores do meio biológico (pragas e doenças), não considerados no modelo, e influência do clima sobre a soja.

Moraes et al. (1999), realizaram testes com o uso de dois modelos derivados do modelo de Doorenbos e Kassam (1979), onde avaliaram o cálculo de produtividade para três cultivares de soja, submetidos a dois tipos de balanço hídrico: considerando os valores de coeficiente da cultura (k_c) para cada estágio fenológico e sem considerar os valores de k_c . Os autores obtiveram resultados satisfatórios, com coeficientes de determinação (r^2), obtidos através de análise de regressão, variando entre 0,66 e 0,87 para os dois modelos utilizados. Além disso, comentaram que o uso da variável k_c no modelo não apresentou desempenho superior aos resultados advindos do balanço hídrico realizado sem o uso desta variável.

Berlato (1987) ajustou um modelo agrometeorológico em condições de parcelas experimentais, também baseado no déficit relativo da evapotranspiração para a cultura da soja no Rio Grande do Sul, dado pelas seguintes equações, em função de seu ciclo:

- *Ciclo precoce e médio:*

$$\left(\frac{PR}{PM}\right) = \left(\frac{ETr}{ETo}\right)_a^{0,056} \left(\frac{ETr}{ETo}\right)_b^{0,892} \quad (2.5)$$

- *Ciclo tardio:*

$$\left(\frac{PR}{PM}\right) = \left(\frac{ETr}{ETo}\right)_a^{0,129} \left(\frac{ETr}{ETo}\right)_b^{0,779} \quad (2.6)$$

onde,

PR = produtividade real;

PM = produtividade máxima;

ETr = evapotranspiração real;

ETo = evapotranspiração potencial;

a = relativo ao período vegetativo da soja;

b = relativo ao período reprodutivo da soja.

Pesos diferentes foram atribuídos aos períodos vegetativo e reprodutivo da soja, sendo que para este último foi atribuído o maior peso, pois neste período a cultura apresenta a maior demanda por água.

O resultados obtidos por Berlato (1987) foram satisfatórios, com os desvios relativos extremos de produtividade variando entre zero a 18%, sendo que o desvio médio para o grupo de maturação tardio foi de 6% e para o grupo de maturação precoce e médio foi de 8%.

2.4.2 Modelo Espectral e Modelo Agrometeorológico-Espectral.

Trabalhos realizados com a estimativa de produtividade agrícola através de sensoriamento remoto têm utilizado dados coletados de sensores com alta resolução espacial (exemplo: Landsat/TM), como por exemplo Rudorff e Batista (1991) para a cultura do trigo e Thenkabail et al. (1994) para as culturas de soja e milho. Porém, para lavouras de verão em muitas localidades brasileiras, a resolução temporal destes sensores muitas vezes é pequena, pois a pluviosidade nesta época do ano é bastante alta, e as chances de obtenção de imagens sem nuvens são pequenas.

A necessidade de obter dados com alta resolução temporal e rapidez no processamento estimularam os estudos sobre o uso de informações fornecidas por sensores com esta característica, embora sua resolução espacial fosse baixa (Rasmussen, 1992; Doraiswamy e Cook, 1995; IRSA, 1996; Fontana e Berlato, 1998; Seiler et al., 2000; Souza e Liu, 1999; entre outros).

Doraiswamy e Cook (1995) realizaram a previsão da safra do trigo através do acompanhamento da cultura com o uso de NDVI, obtido de composições quinzenais das bandas 1 e 2 do NOAA-AVHRR. Os autores utilizaram um modelo de regressão para a previsão da produtividade desta cultura agrícola e obtiveram bons resultados ao nível de zonas agrícolas, quando compararam os resultados com dados de produção fornecidos por órgãos governamentais. Ainda comentaram que os valores de NDVI durante a fase vegetativa não pareceram aumentar a correlação do NDVI com a produção final. Contudo,

sabe-se que a alta produtividade está associada à alta cobertura vegetal, porém a baixa produtividade não está necessariamente relacionada com baixa cobertura vegetal.

Souza e Liu (1999), utilizaram o Índice de Condição da Vegetação (VCI) e o Índice de Condição da Temperatura (TCI) do período entre 1981 e 1991, obtidos do NOAA-AVHRR, para construir dois modelos estatísticos empíricos de estimativa da produtividade de soja na região Norte do Paraná. Os modelos foram validados com base na produtividade estimada nos anos de 1992, 1993 e 1994. Os erros relativos entre as produtividades observadas e previstas pelos modelos variaram de -2,63% a 42,17%. A superestimação da produtividade em 42,17% foi explicada pelo excesso de precipitação coincidente com os estádios de maturação e colheita da soja.

De um modo geral, a equação do modelo agrometeorológico-espectral está baseado na técnica de regressão múltipla, utilizando-se como variáveis independentes o índice de vegetação e a produtividade estimada através de um modelo agrometeorológico. Segundo Rudorff e Batista (1990), supõe-se que o componente agrometeorológico represente as condições de radiação solar incidente, temperatura, umidade do ar e de disponibilidade hídrica, enquanto o componente espectral represente o efeito coletivo destas variáveis e de outras não consideradas no modelo agrometeorológico, tais como: práticas de manejo, cultivares e profundidade do sistema radicular.

O modelo agrometeorológico-espectral é ajustado por regressão múltipla, baseado em Barnett e Thompson, pela seguinte equação (Rudorff e Batista, 1990):

$$P = a_0 + a_1(IV) + a_2(P_{Agromet}) \quad (2.7)$$

onde,

P = produtividade estimada através do modelo agrometeorológico-espectral
(t/ha);

IV = índice de vegetação;

$P_{Agromet}$ = produtividade estimada através de um modelo agrometeorológico
(t/ha);

a_0 , a_1 e a_2 = coeficientes da regressão.

IRSA (1996) relatou o desenvolvimento de um projeto denominado *Monitoring Agriculture with Remote Sensing* (MARS), que forneceu estimativas mensais da produção agrícola na União Européia e Países Membros. Os dados sobre o desenvolvimento das culturas foram obtidos através de valores de NDVI calculado a partir de imagens NOAA-AVHRR e de um modelo agrometeorológico. A estimativa de área e a identificação das culturas foram feitas através de imagens de sensores com alta resolução espacial (SPOT e Landsat).

No Rio Grande do Sul, Fontana e Berlato (1998) realizaram um estudo preliminar avaliando o desempenho de três modelos de estimativa de produtividade para a cultura da soja:

- *Modelo espectral*;
- *Modelo agrometeorológico* (parametrizado e validado por Berlato, 1987) e;
- *Modelo agrometeorológico-espectral*.

Fontana e Berlato (1998) obtiveram as informações espectrais através de imagens NOAA-AVHRR transformadas em índice de vegetação global (GVI), com resolução espacial degradada para 15 km. Os autores observaram que o melhor desempenho na estimativa de produtividade foi do modelo agrometeorológico-espectral, que explicou 55% da variação da produtividade de soja, em nível estadual para um período de quatro anos safra. Embora o modelo agrometeorológico tenha obtido resultado muito semelhante,

explicando 54% da variação na produtividade, os autores concluíram que ambos podem ser utilizados no monitoramento e estimativa da produtividade de soja no Rio Grande do Sul.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo estão descritas as características fisiográficas do Estado do Paraná, o conjunto de dados meteorológicos, os materiais cartográficos, o banco de dados geográfico e as imagens de sensores orbitais utilizados.

O acompanhamento da safra de soja no Estado do Paraná foi realizado para os anos agrícolas de 1996/97, 1997/98 e 1998/99. A integração do modelo e da base de dados foi realizada através do aplicativo Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING), versão 3.5, e os cálculos foram executados por meio do módulo de programação do SPRING, denominado Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) (INPE, 2001c). A projeção cartográfica utilizada neste trabalho foi Cônica Conforme de Lambert, elipsóide de Hayford e Datum Córrego Alegre.

A Figura 3.1 apresenta de forma resumida as principais etapas seguidas neste trabalho.

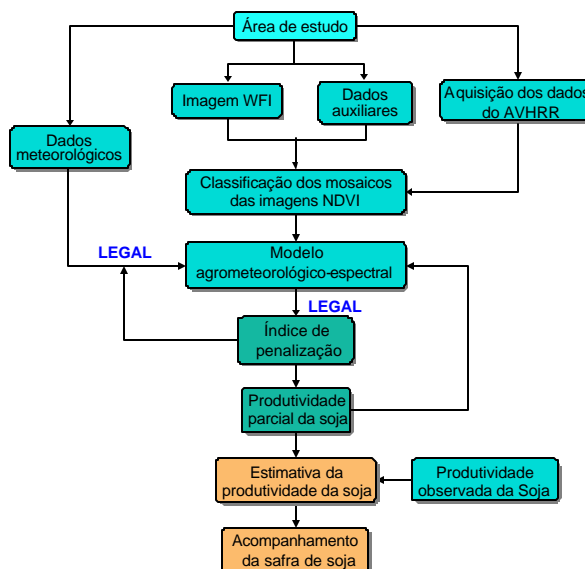


Fig. 3.1 - Diagrama resumido das etapas seguidas no acompanhamento da safra de soja utilizando dados agrometeorológicos e espectrais.

A seguir, a metodologia empregada para o alcance dos objetivos propostos é apresentada em detalhes.

3.1 Área de Estudo

A área de estudo deste trabalho foi o Estado do Paraná, devido a sua grande importância na agricultura brasileira, figurando entre os maiores produtores de soja do País, bem como pela facilidade na obtenção de dados referentes a esta cultura neste estado.

O Estado do Paraná possui 399 municípios e está localizado na região Sul do Brasil entre as latitudes sul 22°29'30" e 26°42'59", e as longitudes 48°02'24" e 54°37'38" a oeste de Greenwich, limitando-se ao norte com São Paulo, ao sul com Santa Catarina, a sudoeste com a Argentina, a leste com o Oceano Atlântico, a oeste com o Paraguai e a noroeste com o Mato Grosso do Sul (Figura 3.2) (IPARDES, 1999). O Estado possui 199.281,7 km² de extensão territorial e uma população de 9.588.454 habitantes, segundo a sinopse preliminar do Censo Demográfico 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2001).



Fig. 3.2 - Localização geográfica da área de estudo.

O relevo apresenta três características principais (SEAB, 1987):

- As altitudes mais elevadas ocorrem na Serra do Mar;
- A partir da Serra do Mar as altitudes decrescem no sentido leste para oeste, e de noroeste para o sudeste;
- A maior parte do território paranaense está contida entre as altitudes de 300 a 600 metros.

Ainda segundo a SEAB (1987), o território paranaense pode ser dividido em cinco zonas de paisagens naturais, baseado na posição de escarpas, vales, rios e divisores de água, assim como no caráter fisiográfico unitário da paisagem dentro dos seus limites naturais. Desta forma, no sentido leste-oeste pode-se observar a Planície Litorânea, a Serra do Mar, o Primeiro Planalto (ou Planalto de Curitiba), o Segundo Planalto (ou Planalto de Ponta Grossa) e o Terceiro Planalto (ou Planalto de Guarapuava).

O Paraná possui três tipos de clima pela classificação de Köeppen (FIAPAR, 1978; SEAB, 1987):

Af - Clima tropical, super-úmido, sem estação seca, praticamente isento de geadas (temperatura média de todos meses superiores a 18°C). Este tipo de clima é encontrado na Planície Litorânea;

Cfa - Clima subtropical, úmido, mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco freqüentes (temperatura média do mês mais quente superior a 22°C), sem estação seca. Encontrado nas regiões norte, oeste e sudoeste, compreendendo quase todo o Terceiro Planalto, e nas zonas da Serra do Mar e do vale do Ribeira;

Cfb - Clima subtropical, úmido, mesotérmico, com verões frescos e geadas severas e demasiadamente freqüentes no inverno (temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C), sem estação seca. Encontra-se nos Primeiro e Segundo Planaltos e parte do Terceiro Planalto.

Em linhas gerais, os solos encontrados no Paraná, nas diferentes zonas de paisagens se caracterizam por (SEAB, 1987; EMBRAPA, 1999):

- *Planície Litorânea*: predomínio de Alissolos, encontrando-se também Neossolos;
- *Serra do Mar*: predominância dos Cambissolos e afloramentos rochosos;
- *Primeiro planalto*: ocorrência de Cambissolos, Argissolos, Latossolos e Neossolos;
- *Segundo Planalto*: solos menos profundos e menos férteis em relação aos do Terceiro Planalto. Ocorre o predomínio dos Cambissolos associados com Neossolos e outras associações com Argissolos e Latossolos;
- *Terceiro Planalto*: solos profundos, bem desenvolvidos e de alta fertilidade natural, onde se destacam os Latossolos, Argissolos e Nitossolos.

3.2 Dados Meteorológicos

Os seguintes dados meteorológicos diários foram obtidos junto ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR):

- Insolação (horas);
- Precipitação (mm);
- Temperatura média do ar (°C);
- Umidade Relativa do Ar (%);
- Vento a 2 metros de altura (Km/dia).

O IAPAR possui 32 estações meteorológicas no Estado do Paraná, localizadas nos municípios listados na Tabela 3.1 e distribuídas no estado, conforme pode ser visto na Figura 3.3.

**TABELA 3.1 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DO
INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR)**

Município	Latitude	Longitude
Antonina	25°13'S	48°48'W
Apucarana	23°30'S	51°32'W
Bandeirantes	23°06'S	50°21'W
Bela Vista do Paraíso	22°57'S	51°12'W
Cambará	23°00'S	50°02'W
Cândido de Abreu	24°38'S	51°15'W
Cascavel	24°56'S	53°26'W
Cerro Azul	24°49'S	49°15'W
Cianorte	23°40'S	52°35'W
Clevelândia	26°25'S	52°21'W
Francisco Beltrão	26°05'S	53°04'W
Guarapuava	25°21'S	51°30'W
Guaraqueçaba	25°16'S	48°32'W
Ibiporã	23°16'S	51°01'W
Joaquim Távora	23°30'S	49°57'W
Lapa	25°47'S	49°46'W
Laranjeiras do Sul	25°25'S	52°25'W
Londrina	23°22'S	51°10'W
Morretes	25°30'S	48°49'W
Nova Cantu	24°40'S	52°34'W
Palmas	26°29'S	51°59'W
Palotina	24°18'S	53°55'W
Paranavaí	23°05'S	52°26'W
Pato Branco	26°07'S	52°41'W
Pinhais	25°25'S	49°08'W
Planalto	25°42'S	53°47'W
Ponta Grossa	25°13'S	50°01'W
Quedas do Iguaçu	25°31'S	53°01'W
São Miguel do Iguaçu	25°26'S	54°22'W
Teixeira Soares	25°22'S	50°27'W
Telêmaco Borba	24°20'S	50°37'W
Umuarama	23°44'S	53°17'W

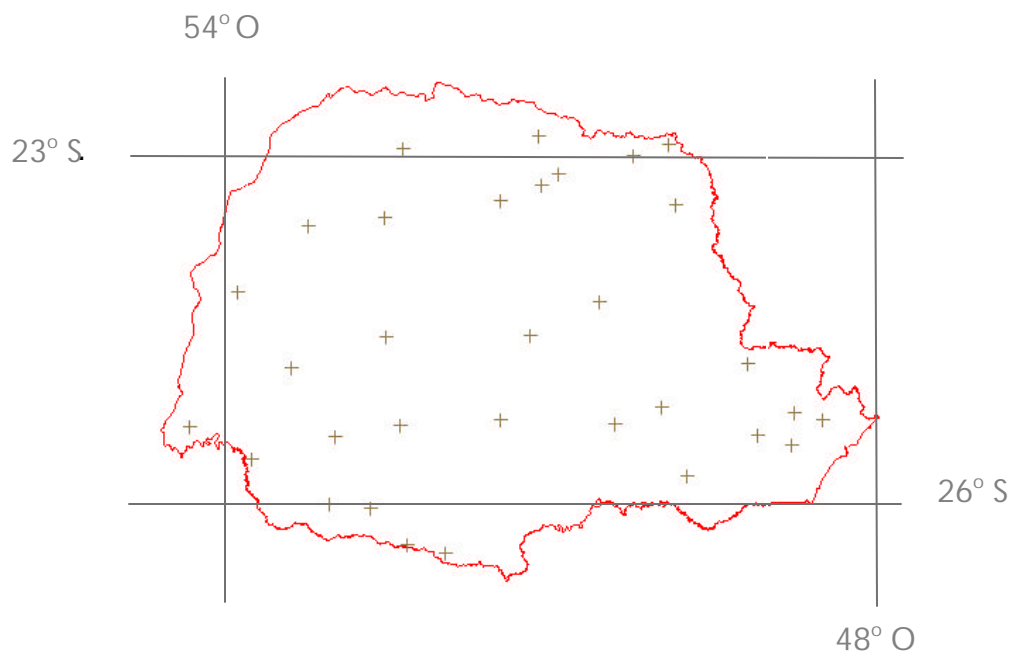


Fig. 3.3 - Distribuição das estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

Os dados meteorológicos diários foram organizados em médias quinzenais, com exceção da precipitação, onde os dados foram somados quinzenalmente com o auxílio da planilha eletrônica Microsoft Excel. As Tabelas A1 a A32, do Apêndice A, apresentam os dados quinzenais organizados por estação meteorológica do IAPAR.

A organização dos dados meteorológicos para exportação ao aplicativo SPRING foi feita com o auxílio do gerenciador de banco de dados Microsoft Access, a planilha eletrônica Microsoft Excel e o editor de texto Wordpad.

O SPRING aceita a importação de dados no formato *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII), assim utilizou-se um arquivo de texto contendo as coordenadas geográficas de cada estação meteorológica e o dado meteorológico quinzenal. No Apêndice B, um exemplo deste arquivo ASCII pode ser observado.

A informação de cada estação meteorológica é considerada pelo SPRING como uma amostra pontual, e com o uso dos dados das estações meteorológicas gerou-se uma grade regular com resolução em X e Y de

8000m, através do método de interpolação. Os valores de cada coordenada da grade foram determinados pela técnica de média ponderada por quadrante, sugerida quando as amostras são pontuais (INPE, 2001d).

3.3 Dados Cartográficos

A hidrografia principal do Paraná, juntamente com as curvas de nível e os pontos cotados foram digitalizados com o uso de mesa digitalizadora *Digigraf* e estação de trabalho *Sun*. Estes dados foram extraídos de Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo, na escala 1:1.000.000, edição do IBGE, projeção Cônica Conforme de Lambert, nas seguintes folhas:

- SF-21 - Rio Apa - 2^aed., 1976;
- SF-22 - Paranapanema - 2^aed., 1980;
- SG-21 - Asunción - 2^aed., 1979;
- SG-22 - Curitiba - 2^aed., 1976.

As curvas de nível e os pontos cotados foram utilizados para a geração de uma grade triangular pelo método da triangulação de Delaunay e a partir desta grade, foi gerada uma grade regular pelo método de interpolação linear, com resolução em X e Y de 8000m (INPE, 2001d).

A divisão municipal do Paraná foi extraída do Banco de Dados Atlas Brasil em projeção Policônica/SAD-69, no formato SPRING, gerado pelo INPE e IBGE e o mapa de solos foi fornecido pelo IAPAR, em formato digital.

3.4 Dados de Sensoriamento Remoto

3.4.1 NOAA-AVHRR

Imagens do satélite NOAA-14, sensor AVHRR, no formato HRPT 1B (dados brutos), foram obtidas na Divisão de Operações de Satélites Ambientais (DSA) do INPE em Cachoeira Paulista - SP. Estas imagens foram recuperadas de fitas *Data Cartridge* (DAT) 4mm e processadas com o uso do programa *GIMMS Mapping System* (GMS), desenvolvido pelo Grupo de Estudos de Monitoramento e Modelamento do Inventário Global (GIMMS - *Global Inventory*

Modeling and Monitoring Study) do *Goddard Space Flight Center/National Aeronautics & Space Administration* (GSFC/NASA).

O programa GMS extrai as bandas selecionadas das imagens brutas e calcula os valores de NDVI, ao mesmo tempo em que permite limitar o processamento para a área de interesse e realizar as correções radiométricas, atmosféricas e detectar a presença de nuvens.

Em seguida, utilizou-se o módulo EASI/PACE do aplicativo PCI para realizar as correções geométricas e o registro imagem a imagem para a produção de mosaicos. As imagens geradas estavam bastante contaminadas por nuvens, portanto, apenas alguns mosaicos puderam ser gerados.

Além disso, a confiabilidade das imagens processadas pelo GMS, foi baixa, devido a vários problemas apresentados, tais como: dia juliano incorreto, imagens bastante deslocadas e ruídos excessivos. Uma parte dos problemas ocorridos pode ser atribuído ao uso de uma versão do programa GMS que ainda não contemplava dados de correções para o NOAA-14.

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, foi introduzido no INPE um novo programa para processamento de imagens NOAA-AVHRR, chamado *Global Area Processing System* (GAPS), produzido pelo mesmo grupo do GIMMS. Porém, este programa também apresentou falhas pelo fato de que ainda estava em fase de implantação, onde vários ajustes ainda eram necessários.

Devido aos problemas relatados acima, decidiu-se pelo uso de mosaicos quinzenais de imagens NOAA-AVHRR, com resolução espacial de 8 x 8 km, transformados em imagens NDVI, adquiridas nos períodos de novembro de 1996, 1997 e 1998 a março de 1997, 1998 e 1999, gerados pelo GIMMS/GSFC/NASA.

Embora as imagens NDVI estivessem registradas, houve a necessidade de uma correção no georreferenciamento das mesmas, que foi feito com o uso da hidrografia digitalizada.

3.4.2 CBERS-WFI

Uma imagem CBERS-WFI da órbita 160, ponto 124, de 09 de abril de 2000 foi utilizada para auxiliar na localização de áreas de soja.

O registro desta imagem foi feito com o uso da hidrografia digitalizada do Paraná.

Esta imagem foi submetida à técnica de segmentação por crescimento de regiões nas bandas 1 e 2, com limite de similaridade igual a 15 e tamanho da área em pixels igual a 20, onde somente regiões semelhantes e adjacentes espacialmente, foram agrupadas com a finalidade de posterior classificação não-supervisionada. O classificador utilizado foi o ISOSEG (limiar de 95%), que procura agrupar regiões a partir de uma medida de similaridade entre elas (INPE, 2001e). O mapa de classificação gerado foi dividido em duas classes: áreas com soja e áreas sem soja.

3.5 Identificação das Áreas de Cultivo de Soja

A identificação das áreas de soja sobre as imagens NDVI do NOAA-AVHRR foi realizada com o auxílio da imagem CBERS classificada e a relação de municípios produtores de soja fornecidos pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SEAB) do Estado Paraná.

Em seguida foi feita a digitalização das áreas classificadas como cultura de soja, de acordo com a resolução espacial das imagens NDVI e a malha municipal do Estado do Paraná. Assim, os municípios com área de soja menor a 6400 ha (área abrangida por um pixel das imagens NDVI) e as pequenas áreas de soja dentro dos municípios, que estavam isoladas, foram descartados. Com isso, procurou-se garantir que apenas áreas realmente produtoras de soja e compatíveis com o pixel dos dados espectrais fossem utilizadas nos cálculos de produtividade agrícola, respeitando-se os limites municipais.

Com o uso do mapa digitalizado de áreas classificadas de soja como máscara, calculou-se a média dos dados meteorológicos, da altitude e do NDVI para

cada município, executando um programa em LEGAL com operador de Média Zonal, exemplificado no Apêndice C (Barbosa e Cordeiro, 2001).

3.6 Dados de Produtividade da Cultura da Soja

Os dados de produtividade de soja foram fornecidos pela SEAB para os 335 municípios produtores no Estado do Paraná. Os municípios produtores, regionais da SEAB (Figura 3.4) o qual pertencem e suas respectivas produtividades podem ser observadas na Tabela D1, do Apêndice D.

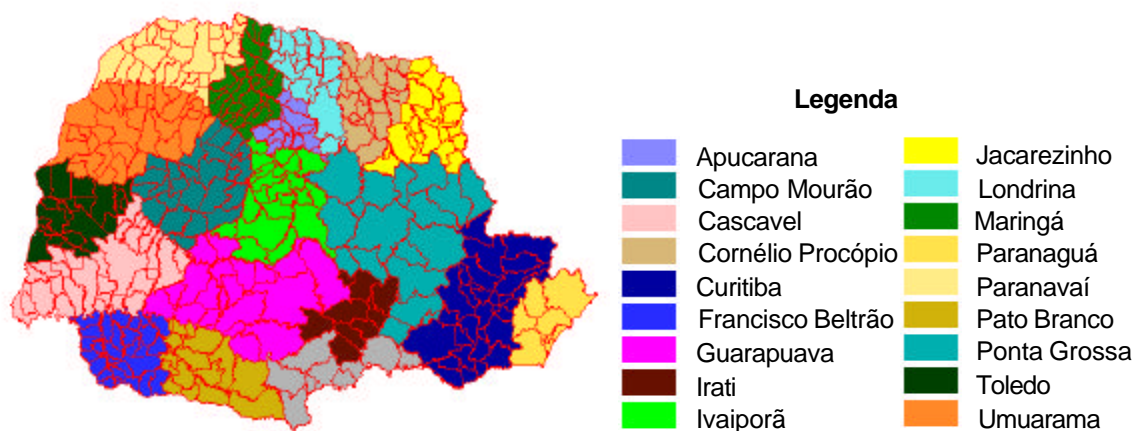


Fig. 3.4 - Localização das regionais da Secretaria de Abastecimento e Agricultura do Estado do Paraná (SEAB).

A SEAB realiza a estimativa de produtividade quinzenalmente de forma subjetiva, onde esta estimativa é construída a partir de uma base de dados anterior e considerando-se indicadores como ânimo dos agricultores, venda de insumos (sementes, fertilizantes, entre outros), além de demanda por crédito agrícola, clima e outros fatores inerentes, obtidas com visitas a propriedades rurais e reuniões realizadas nos municípios produtores. Além disso, pelo método objetivo, realizam três pesquisas anuais nas propriedades por amostragem (SEAB, 2000c).

3.7 Relação entre o NDVI e o IAF

Após uma avaliação preliminar das equações de Holben (1980) e Thenkabail et al. (1994), o IAF foi estimado a partir de imagens NDVI do NOAA-AVHRR pela seguinte equação de Thenkabail et al. (1994):

$$IAF = 0,151e^{5,167 \cdot NDVI} \quad (3.1)$$

onde,

IAF= índice de área foliar;

NDVI= índice de vegetação com diferença normalizada.

A evolução do IAF no período de novembro a março foi acompanhada nos municípios de Assis Chateaubriand, Cambará, Cascavel, Londrina, Ponta Grossa e Umuarama (Figura 3.5), para os três anos agrícolas em avaliação neste trabalho. Uma grade com área de 25 pixels foi utilizada para a leitura dos valores de IAF, onde o mínimo, o máximo e a média dos valores foram avaliados. Devido ao tamanho fixo da amostra, alguns valores de IAF observados, podem pertencer a municípios vizinhos, mas estes valores não foram utilizados na estimativa da produtividade de soja.

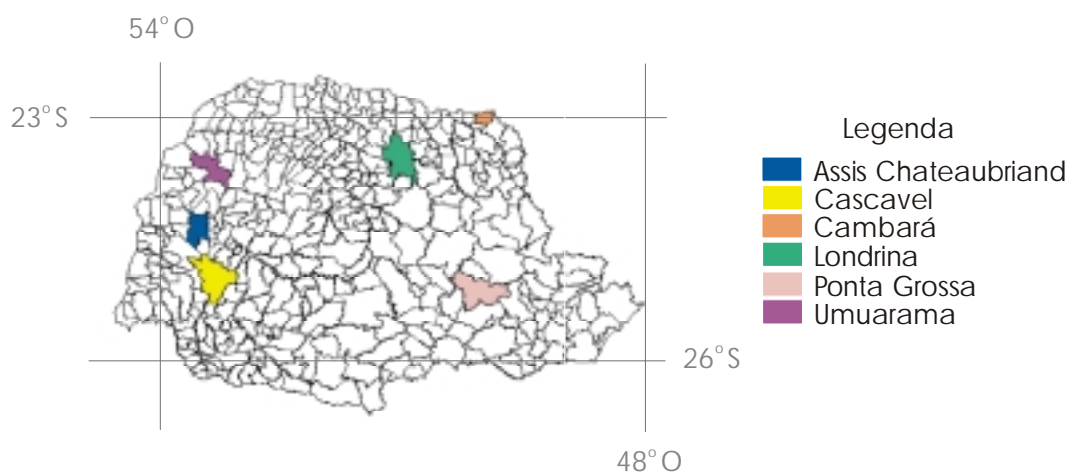


Fig. 3.5 - Localização geográfica dos municípios paranaenses onde a trajetória do índice de área foliar foi avaliada.

3.8 Estimativa de Produtividade

Neste trabalho, as avaliações parciais de produtividade foram realizadas quinzenalmente, considerando-se um ciclo de 135 dias para a cultura da soja, com semeadura efetuada na primeira quinzena de novembro.

A produtividade agrícola foi calculada com base no modelo agrometeorológico de Doorenbos e Kassam (1979) e no trabalho de Rudorff (1985), que utilizou este mesmo modelo agrometeorológico. Na execução dos cálculos foram desenvolvidos vários programas em linguagem LEGAL, que estão transcritos no Apêndice E.

A produtividade agrícola, foi calculada isolando-se a variável PR da Equação 2.4, da seguinte forma:

$$PR = PM \left[1 - k_y \left(1 - \frac{ET_r}{ET_m} \right) \right] \quad (3.2)$$

onde,

PR = produtividade real;

PM = produtividade máxima;

K_y = fator de resposta à produtividade (Tabela 3.2);

ET_r = evapotranspiração real;

ET_m = evapotranspiração máxima.

A produtividade máxima é determinada basicamente pelas características genéticas de uma planta e pela sua adaptação ao meio ambiente (Doorenbos e Kassam, 1979). Neste trabalho, a produtividade máxima foi considerada como a produtividade máxima média alcançada por um município produtor de soja, sem a ocorrência de deficiência hídrica e de nutrientes, e sem o ataque de pragas e doenças.

TABELA 3.2 - FATOR DE RESPOSTA À PRODUTIVIDADE (ky) PARA A CULTURA DA SOJA

Quinzena	ky
1	0,2
2	0,2
3	0,2
4	0,8
5	0,8
6	1,0
7	1,0
8	0,2
9	0,2

Fonte: adaptada de Doorenbos e Kassam (1979, p. 39).

A primeira etapa na determinação da produtividade máxima, desenvolvida por Kassam (Doorenbos e Kassam, 1979), foi o cômputo da produtividade máxima para uma cultura padrão (PMP), com o uso dos dados de radiação solar e temperatura média do ar. Este método foi desenvolvido para ser aplicado em bases continentais, mas também pode ser utilizado para locais específicos. O cálculo de PMP foi efetuado através da seguinte equação:

$$PMP = F.tn + (1 - F)tc \quad (3.3)$$

onde,

PMP= produtividade máxima de uma cultura padrão (kg/ha/dia);

F= fração do dia em que o céu está encoberto; determinada por,

$F = Roc - (0,5.Rocr) / 0,8.Roc$, onde *Roc* é a radiação de onda curta máxima recebida em dias claros (cal/cm²/dia) (Tabela 3.3) e *Rocr* é a radiação de onda curta real (cal/cm²/dia), calculada pela equação:

$Rocr = (0,25 + 0,50n / N) Ret.59$, onde *n* é a insolação real (horas), *N* é

a insolação máxima (horas) (Tabela 3.3) e Ret é a radiação extraterrestre (mm/dia) (Tabela 3.4);

tn = taxa de produção de matéria seca de uma cultura padrão em dias completamente nublados (kg/ha/dia) (Tabela 3.3);

tc = taxa de produção de uma cultura padrão em dias claros (kg/ha/dia) (Tabela 3.3).

TABELA 3.3 - INSOLAÇÃO MÁXIMA (N), RADIAÇÃO MÁXIMA DE ONDA CURTA QUE PENETRA NA ATMOSFERA (Roc), TAXA DE PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA EM DIAS CLAROS (tc) E EM DIAS NUBLADOS (tn)

	Latitude	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
N (horas)	25° S	12,7	13,3	13,7	13,5	13,0	12,3
Roc (cal/cm ² /dia)	20° S	375	394	400	399	386	357
tc (kg/ha/dia)		439	460	468	465	451	425
tn (kg/ha/dia)		235	246	250	249	242	226

Fonte: adaptada de Doorenbos e Kassam (1979, p. 9 e 21).

TABELA 3.4 - RADIAÇÃO EXTRATERRESTRE (Ret)

Latitude Sul	Ret (mm/dia)					
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
22°	15,7	17,0	17,5	17,4	16,5	14,8
24°	15,6	17,1	17,7	17,5	16,5	14,6
26°	15,5	17,2	17,8	17,6	16,4	14,4

Fonte: adaptada de Doorenbos e Kassam (1979, p. 20).

A produção de matéria seca bruta depende da espécie cultivada e da temperatura do ambiente. Para uma cultura padrão assume-se que a taxa de produção de matéria seca (tm) é igual a 20kg/ha/hora. O valor de tm para uma determinada cultura, varia de acordo com o grupo (grupo das plantas C3 ou C4) à qual pertence e a temperatura média. A Tabela 3.5 mostra os valores de tm para a soja, para temperaturas entre 10° e 40°C.

TABELA 3.5 - TAXA DE PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA (tm) PARA A CULTURA DA SOJA EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA DO AR (tmed)

tmed (°C)	10	15	20	25	30	35	40
tm (kg/ha/dia)	0	15	32,5	35	35	32,5	5

Fonte: adaptada de Doorenbos e Kassam (1979, p. 12).

Em seguida, os valores de t_n e t_c foram ajustados através de equações de regressão para a correção da produção de matéria seca bruta em função do grupo da cultura em estudo (PMB) e da temperatura média, de acordo com as seguintes equações:

- Se $tm > 20$ kg/ha/hora:

$$PMB = F(0,8 + 0,01tm)t_n + (1 - F)(0,5 + 0,025tm)t_c \quad (3.4)$$

- Se $tm < 20$ kg/ha/hora:

$$PMB = F(0,5 + 0,025tm)t_n + (1 - F)(0,5tm)t_c \quad (3.5)$$

onde,

PMB = produção de matéria seca bruta (kg/ha);

F = fração do dia em que o céu está encoberto;

tm = taxa de produção de matéria seca para a cultura da soja (Tabela 3.5);

t_n = taxa de produção de matéria seca de uma cultura padrão em dias completamente nublados (kg/ha/dia) (Tabela 3.3);

t_c = taxa de produção de uma cultura padrão em dias claros (kg/ha/dia) (Tabela 3.3).

A produção de matéria seca por grupo de cultura (PMB) varia em função do desenvolvimento da planta, onde a PMB atribuída aos primeiros estádios da soja é bastante baixa, aumenta de acordo com o seu desenvolvimento e alcança o máximo no enchimento de grãos. Para corrigir este efeito, se utilizou

um Fator de compensação do crescimento (F_{cc}), que está relacionado ao Índice de Área Foliar (IAF), através da seguinte equação:

$$F_{cc} = 0,515 - e^{(-0,664 - (0,515 * IAF)} \quad (3.6)$$

onde,

F_{cc} = fator de compensação do crescimento;

IAF = índice de área foliar.

Além disso, uma planta gasta energia para os processos respiratórios e para compensar este gasto de energia e obter a produção de matéria seca líquida, foi utilizado um Fator de respiração (Fr). Quando a temperatura média é inferior a 20°C, a planta utiliza 40% da energia gerada para a sua própria manutenção e em temperaturas médias acima de 20°C, utiliza 50% desta energia.

A produtividade agrícola da soja, em kg/ha, é obtida através de um Fator de produtividade agrícola (F_{pa}), aplicado ao valor da matéria seca líquida. O F_{pa} para a soja varia entre 0,3 e 0,4.

A produtividade calculada até aqui foi em base diária, sendo necessário a multiplicação do resultado obtido pelo número de dias de cada quinzena. A produtividade máxima para um determinado ano agrícola, foi calculada através do somatório das produtividades máximas quinzenais.

Assim, a produtividade máxima quinzenal, com as devidas correções, foi calculada da seguinte forma:

$$PM = F_{cc}.Fr.F_{pa}.ND.PMB \quad (3.7)$$

onde,

PM = produtividade máxima potencial (kg/ha);

F_{cc} = fator de compensação do crescimento;

Fr = fator de respiração;

F_{pa} = fator de produtividade agrícola;

ND = número de dias da quinzena;

PMB = produção de matéria seca bruta do grupo da cultura.

Em seguida, o cálculo da evapotranspiração máxima (ET_m) foi feito a partir do conceito de evapotranspiração potencial (ET_o), através da seguinte equação:

$$ET_m = kc.ET_o \quad (3.8)$$

onde,

ET_m = evapotranspiração máxima;

kc = coeficiente da cultura (Tabela 3.6);

ET_o = evapotranspiração potencial.

TABELA 3.6 - COEFICIENTE DA CULTURA (kc) PARA A SOJA

Quinzena	kc
1	0,4
2	0,4
3	0,8
4	1,2
5	1,2
6	1,2
7	0,8
8	0,8
9	0,5

Fonte: adaptada de Doorenbos e Kassam (1979, p. 25).

A evapotranspiração potencial (ET_o) foi computada pelo método de Penman,

proposta por Frère e Popov (1980). A evapotranspiração potencial corresponde à evapotranspiração em mm/dia de uma superfície completamente vegetada por uma gramínea de baixo porte e densa, sem restrições hídricas, e é definida pela seguinte equação:

$$ET_0 = \frac{W \cdot Rlt + f(V) \cdot (p_v - p_{vr})}{1 + W} \quad (3.9)$$

onde,

ET_0 = evapotranspiração potencial;

W = fator em função da temperatura e altitude (Tabela 3.7);

Rlt = radiação líquida total (mm/dia), ou definida por Doorenbos e Kassam (1979) como: $Rlt = 0,75 \cdot Rocr - Rol$, onde $Rocr$ é a radiação de onda curta real, (mm/dia) e Rol é a radiação de onda longa líquida (mm/dia); ou $Rol = f(T) \cdot f(n/N) \cdot f(p_{vr})$, onde $f(T)$ é o efeito da temperatura sobre a Rol , ou $f(T) = 1,385 \cdot 10^{-12} \cdot 1440 \cdot (273 + T)^4$, onde T é a temperatura média ($^{\circ}C$), $f(n/N)$ é o efeito taxa de insolação, ou $f(n/N) = 0,1 + (0,9 \cdot (n/N))$, onde n é a duração da insolação (horas) e N é a duração máxima da insolação (horas); e $f(p_{vr})$ é o efeito da pressão do vapor ou $f(p_{vr}) = 0,56 - (0,079 \cdot \sqrt{p_v})$, onde p_v é a pressão de saturação do vapor (mbar) (Tabela 3.8);

$f(V)$ = função do vento, ou $f(V) = 0,27(1 + V)$, onde V é o vento a 2m de altura (km/dia), equação determinada por Doorenbos e Kassam (1979);

p_v = pressão de saturação do vapor (mbar) (Tabela 3.8);

p_{vr} = pressão de saturação real do vapor (mbar), ou $p_{vr} = p_v \cdot (UR/100)$, onde UR é a umidade relativa do ar.

TABELA 3.7 - FATOR W EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA DO AR (tmed) E ALTITUDE (m)

Temp (°C)	Altitude (m)						
	0	200	400	600	800	1000	1200
10	1,25	1,28	1,31	1,34	1,37	1,41	1,44
11	1,32	1,35	1,39	1,42	1,45	1,49	1,53
12	1,40	1,43	1,47	1,50	1,54	1,57	1,62
13	1,48	1,52	1,55	1,59	1,63	1,67	1,71
14	1,57	1,61	1,64	1,68	1,72	1,77	1,81
15	1,66	1,70	1,74	1,78	1,82	1,87	1,92
16	1,76	1,80	1,85	1,89	1,94	1,98	2,04
17	1,86	1,91	1,95	2,00	2,05	2,10	2,15
18	1,97	2,02	2,06	2,11	2,17	2,22	2,28
19	2,08	2,13	2,18	2,23	2,29	2,34	2,40
20	2,19	2,25	2,30	2,36	2,42	2,47	2,54
21	2,32	2,37	2,43	2,49	2,55	2,61	2,68
22	2,44	2,50	2,56	2,63	2,69	2,75	2,83
23	2,58	2,64	2,71	2,77	2,84	2,90	2,98
24	2,72	2,78	2,85	2,92	2,99	3,06	3,14
25	2,86	2,93	3,00	3,08	3,15	3,22	3,31
26	3,01	3,09	3,16	3,24	3,32	3,40	3,49
27	3,17	3,25	3,33	3,41	3,49	3,57	3,67
28	3,34	3,42	3,50	3,59	3,67	3,76	3,86
29	3,51	3,60	3,68	3,77	3,86	3,95	4,06
30	3,69	3,78	3,87	3,97	4,06	4,16	4,27
31	3,88	3,98	4,07	4,17	4,27	4,37	4,49
32	4,07	4,18	4,28	4,38	4,49	4,59	4,71
33	4,27	4,38	4,48	4,59	4,70	4,81	-
34	4,48	4,59	4,70	4,82	4,93	-	-
35	4,71	4,83	4,95	5,06	-	-	-

Fonte: adaptada de Frère e Popov (1980, p. 60).

TABELA 3.8 - PRESSÃO DE SATURAÇÃO DO VAPOR (pv) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA DO AR (tmed)

tmed (°C)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
pv (mbar)	12,3	13,1	14,0	15,0	16,1	17,0	18,2	19,4	20,6	22,0
tmed (°C)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
pv (mbar)	23,4	24,9	26,4	28,1	29,8	31,7	33,6	35,7	37,8	40,1
tmed (°C)	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
pv (mbar)	42,4	44,9	47,6	50,3	53,2	56,2	59,4	62,8	66,3	69,9

Fonte: adaptada de Doorenbos e Kassam (1979, p. 20).

A determinação da evapotranspiração real (ET_r), depende de três fatores: a evapotranspiração máxima, a água remanescente no solo (ARS) e o índice de água disponível no solo (IADS).

A água remanescente no solo foi calculada através da seguinte definição:

$$ARS = (1 - p).cras.D \quad (3.10)$$

onde,

ARS= água remanescente no solo (mm);

p= fração de esgotamento da água no solo (Tabela 3.9);

cras= capacidade de retenção de água no solo (Tabela 3.10);

D= profundidade do sistema radicular (m) (Tabela 3.11).

TABELA 3.9 - FRAÇÃO DE ESGOTAMENTO DE ÁGUA NO SOLO (p) PARA A CULTURA DA SOJA

ET _m (mm/dia)								
2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,875	0,80	0,70	0,60	0,55	0,50	0,45	0,425	0,40

Fonte: adaptada de Doorenbos e Kassam (1979, p. 28).

**TABELA 3.10 - CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO (cras)
PARA OS DIFERENTES TIPOS DE SOLO**

Tipo de solo	cras (mm)
Neossolo Quartzarênico, Neossolo Flúvico de textura arenosa	50
Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho (menos de 35% de argila), Neossolo Litólico	70
Luvissolos, Argissolos, Nitossolos, Latossolos (exceto Latossolo Vermelho com menos de 35% de argila), Cambissolos e Neossolo Flúvico de textura média a argilosa.	100

Fonte: Adaptada de EMBRAPA (1999); Farias et al. (2000); Farias (2001).

TABELA 3.11 - PROFUNDIDADE DO SISTEMA RADICULAR (D) DA SOJA

Quinzena	D (m)
1	0,15
2	0,30
3	0,45
4	0,60
5	0,75
6	0,75
7	0,75
8	0,75
9	0,75

Fonte: adaptada de Câmara (1998a, p. 36).

O cálculo do índice de água disponível no solo (*IADS*) foi realizado através da seguinte equação:

$$IADS = \frac{Pe + ARMp - ARS}{ETmq} \quad (3.11)$$

onde,

$IADS$ = índice de água disponível no solo;

P_e = precipitação da quinzena (mm acumulado);

ARM_p = disponibilidade real de água no solo no início da quinzena, calculado pelo balanço hídrico de Thornthwait-Matter (mm/profundidade de raiz) (Mota, 1979; adaptado por Rudorff, 1985);

ARS = água remanescente no solo (mm);

ETm_q = evapotranspiração quinzenal (mm/quinzena).

Assim, o valor de ET_r foi determinado através da Tabela 3.12, considerando-se que quando $IADS$ é maior ou igual a 1, então ET_r é igual a ET_m e quando $IADS$ é menor do que 0, a evapotranspiração relativa (ET_r/ET_m) é bastante pequena, dificultando muito o crescimento das plantas.

Com isso, todas as variáveis necessárias à estimativa da produtividade real (PR) foram obtidas e foi determinada pela equação 3.2.

A produtividade agrícola foi calculada utilizando-se valores de IAF estimados a partir de imagens NDVI do NOAA-AVHRR e com valores de IAF estimados do trabalho de Fontana et al. (1992), em experimento realizado sem irrigação.

O uso das imagens NDVI transformadas em IAF, representou o componente espectral do modelo agrometeorológico, através da relação IAF *versus* F_{cc} , sendo assim, não se utilizou uma análise de regressão múltipla no estabelecimento de uma equação de cálculo de produtividade.

A análise da comparação da estimativa do modelo com os valores de produtividade divulgados pela SEAB, ao nível municipal, foi feita através do teste "t" para pares de observação (Steel & Torrie, 1980), onde se verificou a variância das diferenças ao invés da variância entre as observações.

TABELA 3.12 - EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL (ET_r) (mm/dia) EM FUNÇÃO DO ÍNDICE DE ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO (IADS), EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA (ET_m) E ÁGUA REMANESCENTE NO SOLO (ARS)

ARS (mm)	IADS=0,83					IADS=0,67				
	ET _m (mm/dia)					ET _m (mm/dia)				
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
25	1,9	3,8	5,6	7,3	9,1	1,8	3,3	4,8	6,1	7,5
50	2,0	3,9	5,7	7,6	9,4	1,9	3,6	5,2	6,7	8,1
100	2,0	3,9	5,9	7,8	9,6	1,9	3,8	5,5	7,2	8,8
150	2,0	4,0	5,9	7,8	9,7	2,0	3,8	5,7	7,4	9,1
200	2,0	4,0	5,9	7,9	9,8	2,0	3,9	5,7	7,5	9,3

ARS (mm)	IADS=0,50					IADS=0,33				
	ET _m (mm/dia)					ET _m (mm/dia)				
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
25	1,6	2,8	3,8	4,8	5,8	1,3	2,1	2,8	3,5	4,2
50	1,7	3,2	4,4	5,5	6,5	1,6	2,7	3,5	4,3	5,0
100	1,9	3,5	5,0	6,3	7,6	1,8	3,2	4,3	5,3	6,2
150	1,9	3,7	5,3	6,7	8,1	1,8	3,4	4,7	5,9	7,0
200	1,9	3,7	5,4	7,0	8,5	1,9	3,5	5,0	6,3	7,5

ARS (mm)	IADS=0,20					IADS=0				
	ET _m (mm/dia)					ET _m (mm/dia)				
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
25	1,1	1,5	1,8	2,2	2,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
50	1,4	2,1	2,8	3,0	3,3	1,2	1,5	1,6	1,7	1,7
100	1,7	2,8	3,6	4,2	4,7	1,5	2,3	2,8	3,0	3,2
150	1,7	3,1	4,2	5,0	5,7	1,7	2,7	3,5	4,0	4,3
200	1,8	3,3	4,5	5,5	6,4	1,7	3,0	4,0	4,7	5,1

Fonte: adaptada de Doorenbos e Kassam (1979, p. 34).

3.9 Acompanhamento da Safra de Soja

O acompanhamento da safra de soja foi feito através do cálculo quinzenal do Índice de Penalização (IP) pelo modelo, determinado pela seguinte equação:

$$IP = 1 - ky \left(1 - \frac{ETr}{ETm} \right) \quad (3.12)$$

onde,

IP= Índice de Penalização;

ky= fator de resposta à produtividade (Tabela 3.2);

ETr= evapotranspiração atual;

ETm= evapotranspiração máxima.

3.10 Disponibilização dos Dados

Os resultados gerados por programas em linguagem LEGAL, estão no formato numérico representados por grades regulares. Para que consultas referentes aos dados gerados possam ser realizadas de maneira prática, é necessário que estejam inseridos em uma tabela pertencente a um banco de dados.

Um banco de dados com informação geográfica é muito útil, já que os eventos podem ser visualizados em um mapa. Os mapas que permitem associação com tabelas são chamados de mapas cadastrais, onde cada elemento destes mapas é considerado como um objeto geográfico, possuindo atributos e podendo estar associado a várias representações geográficas (Câmara e Medeiros, 1998).

Os dados em formato numérico foram transcritos para uma tabela no SPRING com o uso do operador "Atualize" no módulo de programação denominado LEGAL, onde atributos de objetos, previamente associados a entidades em um mapa cadastral, foram atualizados a partir dos resultados contidos em planos de informações, no formato de grades regulares (Barbosa e Cordeiro, 2001).

A disponibilização dos resultados finais aos usuários foi simulada com o uso do aplicativo SPRINGWEB versão 3.0, que é um aplicativo escrito em linguagem Java e permite a visualização de dados geográficos armazenados em um servidor remoto. Esta visualização é feita através de um navegador para internet, sem a necessidade de programas específicos (INPE, 2001f).

O aplicativo SPRING possui uma ferramenta que exporta os seus dados para o formato SPRINGWEB, praticamente sem a necessidade de ajustes posteriores. Apenas a página para internet em linguagem HTML deve ser editada para a alteração do conteúdo exibido.

Um das grandes vantagens de se utilizar os aplicativos SPRING e SPRINGWEB é que a sua distribuição é gratuita, reduzindo assim os custos na geração das informações geográficas.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Identificação das Áreas de Soja e Seleção dos Municípios Produtores

A identificação das áreas de soja com o uso da imagem CBERS-WFI segmentada e classificada, foi bastante satisfatória. As áreas consideradas como soja foram aquelas cuja resposta espectral se assemelhou ao de solo exposto, como pode ser observado na Figura 4.1, representado por tons azulados. Esta identificação foi baseada na informação de que no mês de abril boa parte da soja já alcançou o ponto de colheita no Paraná (SEAB, 2001).

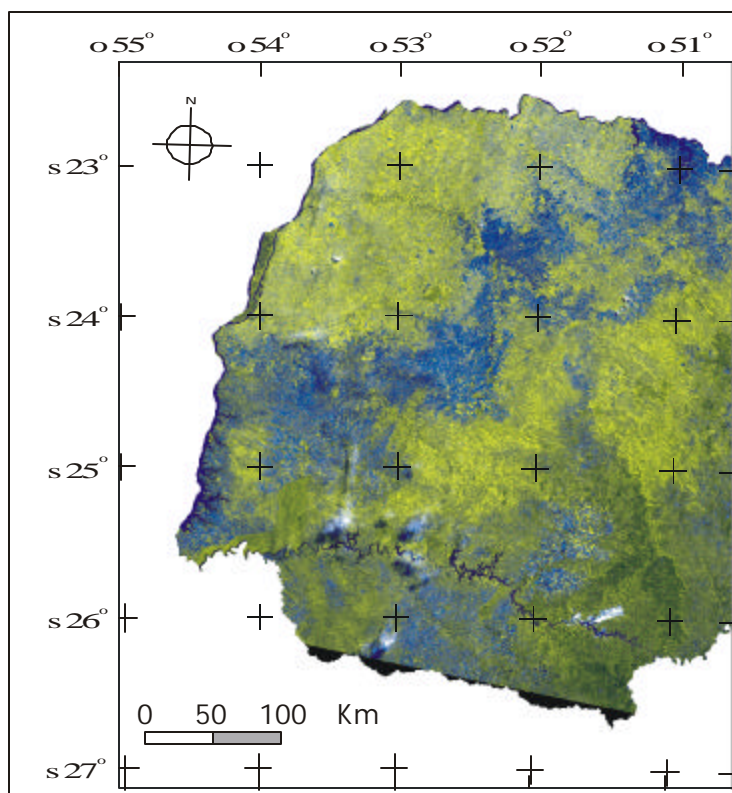


Fig. 4.1 - Imagem CBERS-WFI órbita/ponto 160/124 de 09/04/2000 abrangendo as principais regiões produtoras de soja do Paraná (tons azulados).

Uma confusão na classificação entre áreas de soja e áreas urbanas foi observada, já que os dois alvos tiveram respostas espectrais muito

semelhantes, mas as grandes áreas urbanas não foram digitalizadas como áreas de soja.

Com os critérios adotados, foram selecionados 144 municípios dos 335 municípios produtores de soja no Paraná. Contudo, os municípios selecionados constituem a maior parte da área cultivada (≈86%) com soja no Estado e também detêm a maior parte da produção, como pode ser comprovado pela Tabela 4.1.

TABELA 4.1 - ÁREA E PRODUÇÃO TOTAL E ÁREA E PRODUÇÃO CONSIDERADA PARA O CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA

	1996/97		1997/98		1998/99	
	Área (ha)	Produção (t)	Área (ha)	Produção (t)	Área (ha)	Produção (t)
144 municípios	2198660	5806755	2434178	6336012	2380710	6717469
Total Paraná	2493930	6550571	2829344	7280938	2778759	7744143
Porcentagem do total (%)	88	89	86	87	86	87

4.2 Avaliação do Índice de Área Foliar

A avaliação do IAF foi feita sem levar em consideração a classificação das áreas de soja e os limites municipais, portanto, pode abranger áreas maiores do que a dos municípios citados.

As trajetórias observadas do IAF para os municípios avaliados foram bastante variadas. Em Assis Chateaubriand (Figura 4.2), os resultados para os três anos agrícolas foram semelhantes aos obtidos por Fontana et al. (1992), com valores baixos de IAF no início do ciclo da cultura de soja, aumentando gradativamente ao longo do desenvolvimento, e reduzindo ao final do ciclo.

Isso mostra que a equação de transformação do NDVI em IAF, determinada por Thenkabail et al. (1994) para imagens Landsat/TM, também pode ser utilizada para os mosaicos quinzenais das imagens do NOAA-AVHRR.

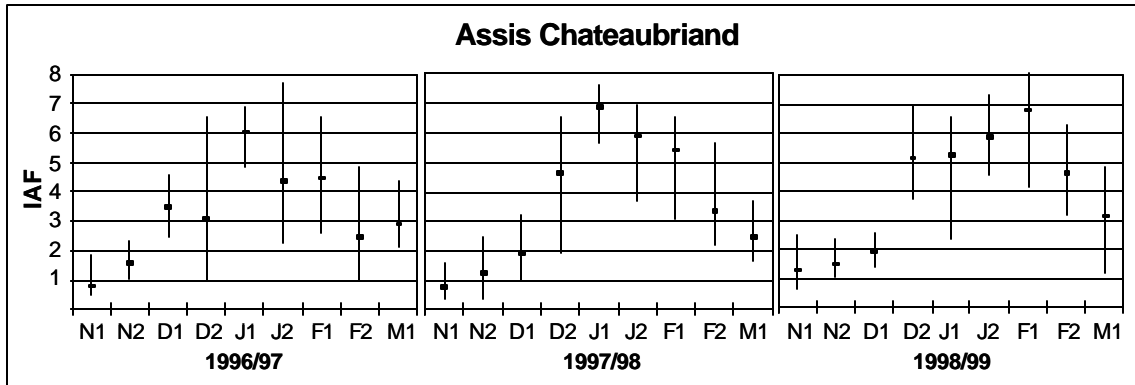


Fig. 4.2 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Assis Chateaubriand, Paraná.

No município de Cascavel (Figura 4.3) a trajetória do IAF, foi semelhante à observada no município de Assis Chateaubriand, porém com curvas mais suaves, provavelmente pela área amostrada sofrer influências da resposta espectral de outros tipos de vegetação, além da soja.

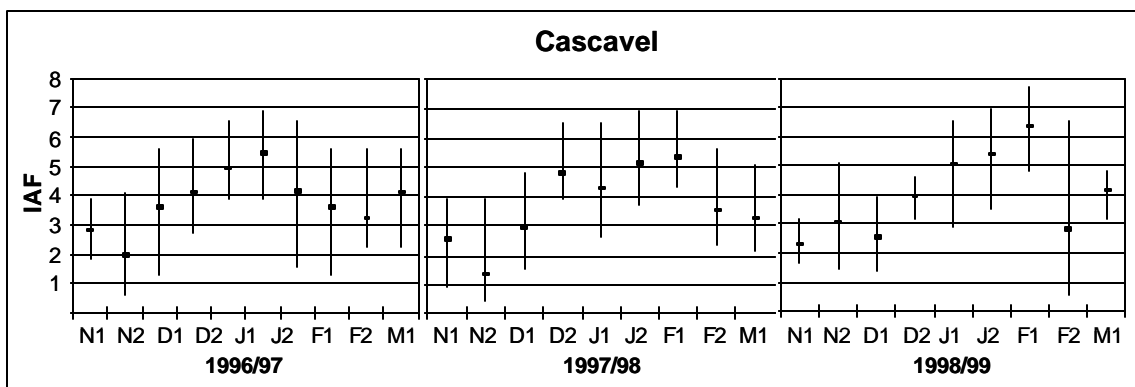


Fig. 4.3 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Cascavel, Paraná.

No município de Londrina (Figura 4.4), o IAF não apresentou o mesmo comportamento dos dois primeiros municípios analisados, inclusive com a resposta espectral variando significativamente entre os anos agrícolas, embora a produtividade da soja não tenha variado significativamente.

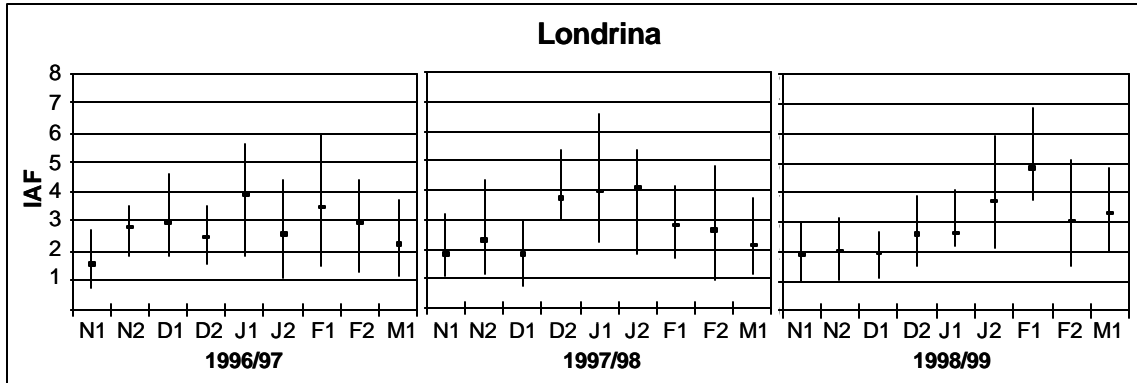


Fig. 4.4 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Londrina, Paraná.

Na região de Londrina, como na maioria das regiões do Estado, existem muitas pequenas propriedades, com as mais variadas produções agrícolas, o que pode explicar o comportamento das trajetórias do IAF.

Em Ponta Grossa (Figura 4.5), a trajetória do IAF, também não foi condizente com a trajetória apresentada por Fontana et al. (1992) para a soja.

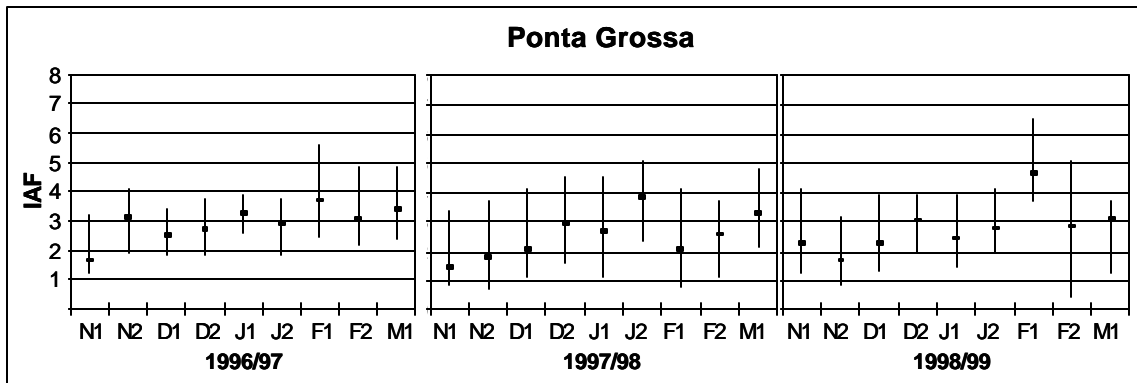


Fig. 4.5 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Ponta Grossa, Paraná.

No município de Cambará (Figura 4.6), também não se observou uma trajetória de IAF característica para a cultura da soja. Além da soja, o município possui áreas canavieiras, entre outras culturas.

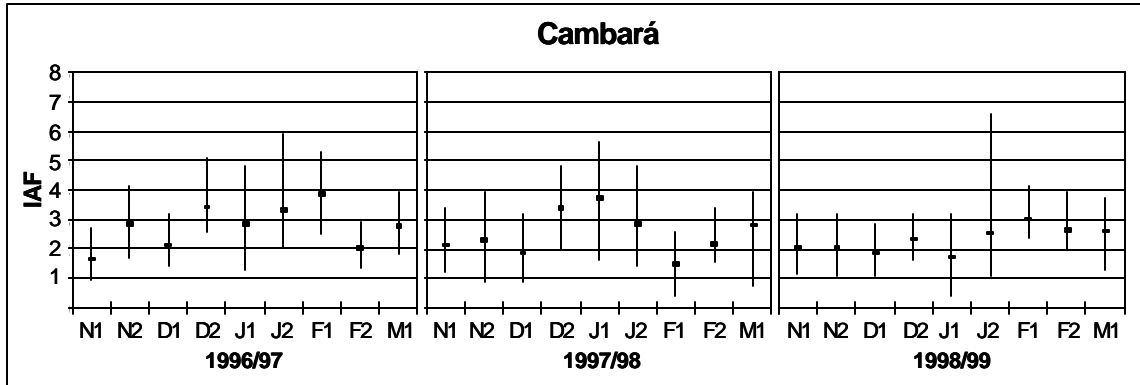


Fig. 4.6 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Cambará, Paraná.

O município de Umuarama (Figura 4.7) possui pouquíssimas áreas produtoras de soja. Neste município há o predomínio de pastagens, o que pode ser comprovado pela pequena variação do IAF, ao longo dos períodos observados.

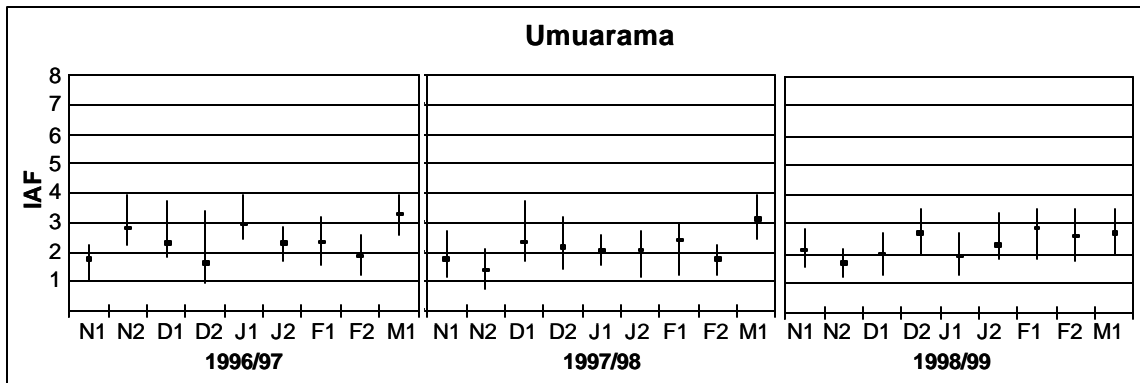


Fig. 4.7 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Umuarama, Paraná.

As grandes variações observadas entre o IAF mínimo e o máximo na maioria dos municípios avaliados, podem ter ocorrido em função da grande área representada por um único pixel dos dados NOAA-AVHRR, contemplando os mais variados tipos de alvos.

De um modo geral, estes resultados não foram muito animadores, onde apenas no município de Assis Chateaubriand a trajetória se assemelhou aos dados de

Fontana et al. (1992). Contudo, deve-se levar em consideração que os dados utilizados na comparação foram obtidos em experimentos e pode não estar refletindo a realidade das áreas de cultivo comercial de soja.

4.3 Estimativa de Produtividade

4.3.1 Modelo Agrometeorológico-Espectral

Na Tabela 4.2 pode-se observar os dados de produtividade real estimada pelo modelo agrometeorológico-espectral avaliado e a produtividade estimada pela SEAB.

TABELA 4.2 - MÉDIA, DESVIO-PADRÃO DA MÉDIA E DESVIOS RELATIVOS DA PRODUTIVIDADE ESTIMADA PELA SEAB E ESTIMADA PELO MODELO PARA OS MUNICÍPIOS AVALIADOS, COM O USO DE IAF ESTIMADO DAS IMAGENS NDVI DO NOAA-AVHRR

Safra	Produtividade	Média (kg/ha)	Desvio relativo (kg/ha)	Desvio relativo (%)
1996/97	SEAB	2625,7	820,0	31,2
	Modelo	3445,7		
1997/98	SEAB	2573,0	739,8	28,7
	Modelo	3312,8		
1998/99	SEAB	2784,7	1087,0	39,0
	Modelo	3871,7		

As produtividades estimadas pelo modelo sempre foram superestimadas em relação à produtividade estimada pela SEAB, para os três anos safras avaliados, possivelmente devido à metodologia empregada na estimativa do índice de área foliar (IAF) não ter sido satisfatória e a resolução espacial das imagens NOAA-AVHRR não ter sido adequada para avaliações a nível municipal.

A proposta inicial deste trabalho foi de se utilizar dados espectrais com resolução espacial nominal de 1,1 km, mas isso não foi possível, devido aos

problemas relatados no Capítulo 3. Provavelmente os resultados obtidos seriam melhores, já que há uma enorme diferença entre a área abrangida por um pixel dos dados que foram utilizados (6400ha) e os dados que seriam utilizados (aproximadamente 120ha), onde os efeitos de outros alvos presentes no pixel além da soja e da contaminação por nuvens ou de outros fatores adversos seriam bem menores.

Além disso, a correção do georreferenciamento realizada para as imagens NOAA-AVHRR, não foi bastante satisfatória, pois não foi possível determinar os pontos de controle com a adequada precisão, devido à baixa qualidade visual das imagens. O erro em apenas um pixel na precisão do georreferenciamento, pode causar erros elevados na produtividade calculada.

Fontana e Berlato (1998) obtiveram bons resultados ao nível regional com dados do NOAA-AVHRR, degradados para uma resolução espacial de 15km, porém, através do método de regressão múltipla na determinação da equação de estimativa da produtividade, onde utilizaram índices de vegetação de períodos que melhor se correlacionaram com a produtividade agrícola da soja.

Sendo este um trabalho preliminar no uso do componente espectral inserido diretamente ao modelo agrometeorológico, ainda necessita de estudos mais aprofundados sobre a questão.

A Tabela 4.3 apresenta os 144 municípios selecionados pelos critérios descritos no Capítulo 3 e suas respectivas produtividades estimadas pelo modelo agrometeorológico-espectral e estimadas pela SEAB

TABELA 4.3 - PRODUTIVIDADE REAL (KG/HA) ESTIMADA PELO MODELO AGROMETEOROLÓGICO-ESPECTRAL PARA TODO O CICLO DA SOJA E PRODUTIVIDADE OBSERVADA ESTIMADA PELA SEAB, COM O USO DO IAF ESTIMADO DOS MOSAICOS NDVI

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Alvorada do Sul	3014	2480	2607	2100	3623	2640
Andirá	3386	2300	3243	1860	3392	2650
Apucarana	3411	2500	3162	2500	3596	2500
Arapongas	3449	2350	3217	2500	3733	2600
Arapoti	3263	2700	3251	3000	3438	2750
Araruna	3233	2500	2796	2500	3575	2650
Assaí	3097	2200	3136	2100	3498	2700
Assis Chateaubriand	3259	2603	3013	2500	4134	2600
Astorga	3128	2400	2954	2200	3292	2600
Barra do Jacaré	3506	2500	3414	1680	3633	2500
Bela Vista do Paraíso	3269	2720	2834	2220	3792	2760
Boa Esperança	3161	2750	2980	2804	3861	3200
Boa Ventura S. Roque	3593	2300	3517	2300	3676	2300
Bom Sucesso do Sul	3704	2975	4081	2800	4242	2750
Borrazópolis	3548	2600	3472	2600	3659	2600
Braganey	3521	2750	3269	3000	4336	2900
Cafelândia	3540	2700	3178	2700	4325	3000
Cambará	3342	2400	3127	1680	3343	2500
Cambé	3337	2560	2968	2580	3594	2700
Campina da Lagoa	3783	2480	3683	2720	4072	2800
Campo Bonito	3742	2850	3738	2850	4419	2750
Campo Mourão	3397	2600	3011	2700	3919	2900
Candói	3665	2570	3748	2730	3914	2680
Capanema	3817	2200	3713	2230	4353	2500

(continua)

Tabela 4.3 - Continuação

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Carambeí	3308	2700	3507	3050	3351	3000
Cascavel	3730	2400	3518	2700	4300	3100
Castro	3417	2700	3529	2800	3653	2907
Catanduvas	3696	2850	3734	2900	4315	2750
Céu Azul	3892	2800	3567	2800	4411	3000
Chopinzinho	3675	2727	3870	2800	4212	2350
Clevelândia	3397	2500	3770	2800	3984	2300
Corbélia	3496	2700	3200	2900	4283	3300
Cornélio Procópio	3404	2200	3327	2230	3659	2800
Coronel Vivida	3627	2851	3926	2800	4194	2400
Cruzmaltina	3587	2730	3429	2730	3881	2750
Dois Vizinhos	3515	2750	3926	2900	4131	2500
Doutor Camargo	2916	2900	3036	2750	3501	3400
Engenheiro Beltrão	3227	2850	3056	2700	3671	3170
Espigão Alto do Iguaçu	3563	2700	3981	2900	4403	2750
Farol	3061	2700	2799	2800	3551	3000
Faxinal	3660	2730	3391	2730	3993	2730
Fênix	3424	2230	3105	2500	3382	2650
Floraí	2946	2500	2937	1980	3358	2500
Floresta	3049	2700	2848	1985	3644	2700
Formosa do Oeste	3256	2400	3045	2480	3746	2480
Foz do Iguaçu	3597	2500	3090	2500	4158	3000
Foz do Jordão	3751	2500	3786	2800	3977	2700
Goioerê	3215	2700	2820	2730	3571	3100
Guaira	3638	2976	3034	2060	4128	2350
Guaraniaçu	3809	2760	3667	2900	4543	3000
Guarapuava	3435	2520	3411	2780	3780	2680

(continua)

Tabela 4.3 - Continuação

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Honório Serpa	3375	2500	3725	2550	4143	2250
Ibiporã	3361	2640	3092	2340	3685	2820
Iguatu	3586	2600	3261	2850	4129	3000
Imbituva	3310	2760	3553	2700	3571	2750
Ipiranga	3501	2650	3605	2800	3631	2800
Itaipulândia	2931	3000	2876	2500	3753	3000
Itambaracá	3101	2300	2996	1860	3319	2700
Itambé	3375	2850	3069	2480	3597	3100
Itapejara d'Oeste	3708	2727	4006	2800	4067	2350
Ivaiporã	3519	2500	3153	2500	3682	2500
Ivatuba	3073	2850	2860	2800	3594	3471
Janiópolis	3034	2700	2813	2700	3565	2700
Japurá	3145	2600	3100	2600	3342	2400
Jataizinho	3339	2300	3247	2100	3804	2700
Jesuítas	3315	2700	2971	2700	4080	2700
Juranda	3616	2727	3372	2726	4101	3000
Jussara	3194	2500	3088	2700	3473	2900
Kaloré	3568	2400	3220	2500	3577	2500
Leópolis	3454	2300	3112	1980	3792	2650
Londrina	3496	2480	3191	2460	3904	2580
Luiziana	3709	2400	3260	2700	4000	2730
Mamborê	3564	2700	3117	2800	3895	2850
Mandaguaçu	3306	2400	3050	2100	3608	2800
Mangueirinha	3387	2500	3868	2750	4169	2316
Manoel Ribas	3720	2400	3437	2400	3784	2600
Marechal C. Rondon	3421	2975	3171	2400	4159	3100
Marialva	3462	2730	3128	2360	3531	3000

(continua)

Tabela 4.3 - Continuação

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Marilândia do Sul	3515	2630	3198	2900	3890	2980
Maringá	3393	2700	3184	2400	3760	2850
Mariópolis	3459	2600	3752	2800	3982	2350
Maripá	3203	3100	3158	2850	4088	3400
Matelândia	3876	2800	3562	3000	4525	3000
Medianeira	3493	3200	3397	2800	4323	3220
Missal	3154	3000	3123	2000	3889	3220
Nova Aurora	3414	2600	3178	2700	3948	2900
Nova Cantu	3824	2355	3502	2500	4059	2500
Nova Santa Bárbara	3590	2975	3300	2850	3911	3400
Ourizona	3166	2700	2930	2600	3409	2850
Ouro Verde do Oeste	3571	2730	3367	2851	4002	3100
Paiçandu	3180	2700	2891	2600	3519	3100
Palmeira	3231	2720	3267	2727	3228	2600
Palotina	3213	2975	3077	2230	3999	3200
Pato Branco	3785	2860	3993	2900	4025	2350
Peabiru	3365	2680	3130	2850	3709	2975
Pérola d'Oeste	3908	2350	3965	2230	4407	2300
Pinhão	3652	2580	3748	2780	4086	2650
Piraí do Sul	3188	2380	3498	2800	3499	2800
Pitanga	3580	2250	3373	2250	3647	2700
Planalto	3856	2400	3858	2230	4399	2300
Ponta Grossa	3176	2700	3301	2900	3447	2750
Pranchita	3961	2600	3881	2700	4499	2700
Primeiro de Maio	2914	2720	2474	1980	3385	3240
Quarto Centenário	3328	2700	3098	2800	3740	3250
Quatro Pontes	3458	3000	3299	2550	4179	3300

(continua)

Tabela 4.3 - Continuação

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Quedas do Iguaçu	3580	2850	3933	2670	4280	2700
Quinta do Sol	3504	2400	3232	2400	3651	2400
Rancho Alegre	3626	2300	3332	1980	4079	2700
Rancho Alegre d'Oeste	3104	2750	3011	2600	3683	2975
Realeza	3557	2720	3764	2600	4224	2650
Renascença	3706	2750	3857	2800	4205	2500
Reserva do Iguaçu	3812	2550	3850	2750	4089	2650
Rolândia	3279	2400	2952	2400	3582	2820
Roncador	3868	2400	3417	2700	3989	2800
Sabáudia	3157	2350	2689	2550	3506	2600
Santa Helena	2841	3240	2656	2480	4006	3200
Santa Izabel do Oeste	3563	2700	4029	2692	4338	2400
Santa Mariana	3348	2300	3042	1985	3590	2700
Santa Tereza do Oeste	3935	2430	3681	2850	4484	3100
Santa Terezinha Itaipu	3561	2730	3200	3000	4362	3000
São Jerônimo da Serra	3536	1980	3250	1735	3952	2430
São João	3455	2986	3923	2800	4050	2400
São João do Ivaí	3503	2730	3284	2730	3499	2730
São Jorge do Ivaí	3172	2600	3072	2480	3474	2950
São Miguel do Iguaçu	3654	3200	3110	2900	4341	3000
São Pedro do Iguaçu	3704	2850	3424	2975	4281	3200
São Pedro do Ivaí	3492	2730	2997	2730	3284	2730
São S. da Amoreira	3294	2300	3171	2230	3747	2800
Sarandi	3450	2700	3038	2550	3794	2950
Serranópolis do Iguaçu	3883	2723	3432	2800	4608	3000
Sertaneja	3352	2480	3037	1860	3883	2650
Sertanópolis	3416	2720	3113	1920	3718	2640

(continua)

Tabela 4.3 - Conclusão

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Tamarana	3597	2400	3299	2940	4065	2700
Teixeira Soares	3407	2820	3396	2700	3496	2820
Terra Boa	3016	2400	3011	2600	3538	2800
Terra Roxa	3500	2649	3261	2355	4071	2500
Tibagi	3441	2650	3682	2900	3353	3000
Toledo	3600	2900	3207	2900	4261	3300
Tupãssi	3369	2975	3025	2975	4133	3350
Ubiratã	3626	2607	3382	2800	4069	2800
Uraí	3326	2200	3343	1980	3675	2650
Ventania	3176	2650	3449	2800	3186	2900
Vera Cruz do Oeste	3724	2500	3438	2800	4220	3000
Vitorino	3568	2727	3794	2800	4063	2350
Média	3446	2626	3313	2573	3872	2785

4.3.2 Modelo Agrometeorológico

Devido às imagens NDVI do NOAA-AVHRR não se mostrarem satisfatórias na estimativa do IAF, se utilizou dados da literatura (Fontana et al., 1992) para estimar este parâmetro.

A análise estatística dos resultados obtidos é apresentada na Tabela 4.4. O teste "t" para pares de observação mostrou que para o ano safra de 96/97 existe uma diferença significativa entre as duas estimativas, sendo que o modelo agrometeorológico subestimou a produtividade em 59 kg/ha ($t=-2,91$; $\alpha<0,05$), o que equivale a 2,2% do valor médio da produtividade estimada pela SEAB. Para o ano safra de 97/98 não houve diferença significativa entre as duas estimativas ($t=1,46$; $\alpha>0,05$). No ano safra de 98/99 o modelo agrometeorológico superestimou a produtividade em 191,8 kg/ha ($t=7,59$; $\alpha<0,05$), o que equivale a 6,9% da produtividade média estimada pela SEAB.

TABELA 4.4 - MÉDIA, DESVIO-PADRÃO, TESTE "t" E DESVIOS RELATIVOS DA PRODUTIVIDADE ESTIMADA PELA SEAB E ESTIMADA PELO MODELO PARA OS MUNICÍPIOS AVALIADOS, COM O USO DE IAF ESTIMADO DO TRABALHO DE FONTANA ET AL. (1992)

Safra	Produtividade	Média (kg/ha)	Desvio padrão da média	teste "t"	Desvio relativo (kg/ha)	Desvio relativo (%)
1996/97	SEAB	2625,7	226,8	-2,91 ($\hat{\alpha} < 0,05$)	-58,6	-2,2
	Modelo	2567,1	76,6			
1997/98	SEAB	2573,0	320,9	1,46 ($\hat{\alpha} > 0,05$)	-	-
	Modelo	2612,0	187,3			
1998/99	SEAB	2784,7	278,9	7,59 ($\hat{\alpha} < 0,05$)	191,8	6,9
	Modelo	2976,5	175,8			

No ano safra 98/99 observa-se que as condições meteorológicas para a soja foram muito favoráveis, havendo um aumento na produtividade de 8,2 % em relação ao ano agrícola anterior (97/98), segundo os dados da SEAB. Pelo modelo agrometeorológico o aumento médio relativo da produtividade da safra 97/98 para a safra 98/99 foi de 13,9%. É possível que a melhora meteorológica observada na safra 98/99 não pôde ser plenamente aproveitada pela soja em função do aparecimento de fatores limitantes no seu crescimento e que não foram considerados no modelo utilizado, tais como pragas e doenças.

Os resultados obtidos demonstram que o modelo agrometeorológico foi bastante satisfatório na estimativa da produtividade e certamente ao longo de mais alguns anos safras pode ser melhor ajustado, para estas condições ou até mesmo através do "feedback" de observações feitas a campo durante o período da safra da soja. A estimativa do modelo agrometeorológico pode ser penalizada com maior ou menor intensidade considerando as variações nas condições de crescimento da soja que não são levadas em conta hoje neste modelo.

A Tabela 4.5 apresenta os 144 municípios selecionados pelos critérios descritos no Capítulo 3 e suas respectivas produtividades estimadas pelo modelo agrometeorológico e estimadas pela SEAB.

Também é importante salientar que as estimativas de produtividade da SEAB são realizadas de forma subjetiva, com base em entrevistas, avaliação de vendas de insumos agrícolas e busca por créditos agrícolas, dados de safras passadas, entre outros, e objetivamente através de amostragens (SEAB, 2000c). O fato de se coletar informações subjetivas, pode levar a estimativas de produtividade errôneas, mas atualmente o Paraná é considerado um dos Estados que possui as estimativas mais confiáveis no País, embora não se saiba qual o exato grau de confiabilidade destes dados.

Além disso, o Paraná por ser um Estado essencialmente agrícola, pode servir como "laboratório" de testes na geração de novas tecnologias, devido à facilidade de obtenção dos dados necessários à pesquisa.

Por estes motivos, o Paraná foi selecionado para ajustar e viabilizar o uso do modelo agrometeorológico através de um Sistema de Informações Geográficas, podendo estender o seu uso posteriormente para Estados onde as estimativas possuem falhas, além de ser um possível instrumento aliado a SEAB em suas estimativas.

TABELA 4.5 - PRODUTIVIDADE REAL (KG/HA) ESTIMADA PELO MODELO AGROMETEOROLÓGICO PARA TODO O CICLO DA SOJA E PRODUTIVIDADE OBSERVADA ESTIMADA PELA SEAB, COM O USO DO IAF ESTIMADO DO TRABALHO DE FONTANA ET AL. (1992)

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Alvorada do Sul	2736	2480	2440	2100	3098	2640
Andirá	2562	2300	2604	1860	2750	2650
Apucarana	2573	2500	2458	2500	2798	2500
Arapongas	2574	2350	2493	2500	2800	2600
Arapoti	2514	2700	2901	3000	2899	2750
Araruna	2559	2500	2470	2500	2852	2650
Assaí	2535	2200	2589	2100	2824	2700
Assis Chateaubriand	2592	2603	2414	2500	3266	2600
Astorga	2725	2400	2530	2200	2814	2600
Barra do Jacaré	2562	2500	2605	1680	2865	2500
Bela Vista do Paraíso	2741	2720	2445	2220	3100	2760
Boa Esperança	2525	2750	2440	2804	3074	3200
Boa Ventura S. Roque	2490	2300	2760	2300	2817	2300
Bom Sucesso do Sul	2589	2975	2977	2800	3230	2750
Borrazópolis	2538	2600	2608	2600	2740	2600
Braganey	2490	2750	2538	3000	3083	2900
Cafelândia	2553	2700	2492	2700	3094	3000
Cambará	2560	2400	2448	1680	2753	2500
Cambé	2731	2560	2559	2580	2945	2700
Campina da Lagoa	2476	2480	2580	2720	2901	2800
Campo Bonito	2486	2850	2744	2850	3080	2750
Campo Mourão	2514	2600	2388	2700	2817	2900
Candói	2565	2570	2918	2730	3008	2680
Capanema	2516	2200	2499	2230	3120	2500

(continua)

Tabela 4.5 - Continuação

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Carambeí	2496	2700	2953	3050	2872	3000
Cascavel	2497	2400	2513	2700	3093	3100
Castro	2498	2700	2912	2800	2979	2907
Catanduvas	2441	2850	2743	2900	3085	2750
Céu Azul	2530	2800	2489	2800	3115	3000
Chopinzinho	2558	2727	2955	2800	3198	2350
Clevelândia	2558	2500	2923	2800	2940	2300
Corbélia	2493	2700	2495	2900	3088	3300
Cornélio Procópio	2597	2200	2600	2230	2825	2800
Coronel Vivida	2575	2851	2965	2800	3214	2400
Cruzmaltina	2539	2730	2469	2730	2778	2750
Dois Vizinhos	2504	2750	2921	2900	3101	2500
Doutor Camargo	2592	2900	2606	2750	2760	3400
Engenheiro Beltrão	2555	2850	2509	2700	2767	3170
Espigão Alto do Iguaçu	2477	2700	2808	2900	3071	2750
Farol	2537	2700	2385	2800	2770	3000
Faxinal	2538	2730	2471	2730	2816	2730
Fênix	2541	2230	2614	2500	2738	2650
Floraí	2734	2500	2717	1980	2825	2500
Floresta	2588	2700	2494	1985	2732	2700
Formosa do Oeste	2543	2400	2412	2480	3091	2480
Foz do Iguaçu	2562	2500	2476	2500	3265	3000
Foz do Jordão	2531	2500	2902	2800	2917	2700
Goioerê	2570	2700	2401	2730	3090	3100
Guaira	2641	2976	2467	2060	3306	2350
Guaraniaçu	2487	2760	2781	2900	3072	3000
Guarapuava	2528	2520	2816	2780	2871	2680

(continua)

Tabela 4.5 - Continuação

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Honório Serpa	2554	2500	2911	2550	3038	2250
Ibiporã	2724	2640	2494	2340	2974	2820
Iguatu	2488	2600	2480	2850	3086	3000
Imbituva	2457	2760	2911	2700	2922	2750
Ipiranga	2507	2650	2955	2800	2876	2800
Itaipulândia	2546	3000	2684	2500	3263	3000
Itambaracá	2608	2300	2607	1860	2783	2700
Itambé	2546	2850	2497	2480	2730	3100
Itapejara d'Oeste	2570	2727	2978	2800	3226	2350
Ivaiporã	2540	2500	2481	2500	2752	2500
Ivatuba	2592	2850	2607	2800	2759	3471
Janiópolis	2565	2700	2385	2700	2908	2700
Japurá	2595	2600	2611	2600	2787	2400
Jataizinho	2585	2300	2481	2100	2978	2700
Jesuítas	2550	2700	2404	2700	3093	2700
Juranda	2532	2727	2565	2726	3061	3000
Jussara	2553	2500	2600	2700	2786	2900
Kaloré	2539	2400	2494	2500	2729	2500
Leópolis	2730	2300	2502	1980	2953	2650
Londrina	2573	2480	2473	2460	2954	2580
Luiziana	2517	2400	2399	2700	2781	2730
Mamborê	2524	2700	2498	2800	2845	2850
Mandaguaçu	2732	2400	2615	2100	2866	2800
Mangueirinha	2500	2500	2913	2750	3024	2316
Manoel Ribas	2540	2400	2546	2400	2741	2600
Marechal C. Rondon	2625	2975	2439	2400	3270	3100
Marialva	2576	2730	2487	2360	2754	3000

(continua)

Tabela 4.5 - Continuação

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Marilândia do Sul	2525	2630	2425	2900	2809	2980
Maringá	2723	2700	2608	2400	2837	2850
Mariópolis	2624	2600	2932	2800	3056	2350
Maripá	2635	3100	2415	2850	3277	3400
Matelândia	2523	2800	2489	3000	3121	3000
Medianeira	2570	3200	2492	2800	3266	3220
Missal	2566	3000	2680	2000	3265	3220
Nova Aurora	2546	2600	2454	2700	3083	2900
Nova Cantu	2473	2355	2492	2500	2792	2500
Nova Santa Bárbara	2534	2975	2638	2850	2972	3400
Ourizona	2728	2700	2618	2600	2819	2850
Ouro Verde do Oeste	2581	2730	2418	2851	3252	3100
Paiçandu	2731	2700	2631	2600	2868	3100
Palmeira	2491	2720	2882	2727	2697	2600
Palotina	2630	2975	2411	2230	3278	3200
Pato Branco	2638	2860	3093	2900	3072	2350
Peabiru	2558	2680	2517	2850	2754	2975
Pérola d'Oeste	2516	2350	2745	2230	3123	2300
Pinhão	2513	2580	2884	2780	2903	2650
Piraí do Sul	2498	2380	2885	2800	2904	2800
Pitanga	2494	2250	2576	2250	2822	2700
Planalto	2521	2400	2501	2230	3120	2300
Ponta Grossa	2404	2700	2900	2900	2900	2750
Pranchita	2513	2600	2743	2700	3115	2700
Primeiro de Maio	2735	2720	2452	1980	3100	3240
Quarto Centenário	2577	2700	2391	2800	3095	3250
Quatro Pontes	2622	3000	2437	2550	3266	3300

(continua)

Tabela 4.5 - Continuação

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Quedas do Iguaçu	2427	2850	2787	2670	3079	2700
Quinta do Sol	2550	2400	2509	2400	2742	2400
Rancho Alegre	2729	2300	2500	1980	2953	2700
Rancho Alegre d'Oeste	2528	2750	2459	2600	3064	2975
Realeza	2482	2720	2742	2600	3111	2650
Renascença	2578	2750	2976	2800	3225	2500
Reserva do Iguaçu	2535	2550	2897	2750	2916	2650
Rolândia	2725	2400	2539	2400	2944	2820
Roncador	2522	2400	2568	2700	2789	2800
Sabáudia	2715	2350	2447	2550	2800	2600
Santa Helena	2616	3240	2437	2480	3272	3200
Santa Izabel do Oeste	2515	2700	2916	2692	3106	2400
Santa Mariana	2607	2300	2463	1985	2831	2700
Santa Tereza do Oeste	2504	2430	2513	2850	3101	3100
Santa Terezinha Itaipu	2566	2730	2476	3000	3267	3000
São Jerônimo da Serra	2538	1980	2542	1735	2980	2430
São João	2503	2986	2970	2800	3094	2400
São João do Ivaí	2544	2730	2613	2730	2743	2730
São Jorge do Ivaí	2730	2600	2614	2480	2824	2950
São Miguel do Iguaçu	2563	3200	2480	2900	3268	3000
São Pedro do Iguaçu	2571	2850	2439	2975	3251	3200
São Pedro do Ivaí	2542	2730	2500	2730	2727	2730
São S. da Amoreira	2537	2300	2577	2230	2826	2800
Sarandi	2592	2700	2497	2550	2820	2950
Serranópolis do Iguaçu	2541	2723	2480	2800	3120	3000
Sertaneja	2729	2480	2443	1860	2950	2650
Sertanópolis	2734	2720	2496	1920	2948	2640

(continua)

Tabela 4.5 - Conclusão

Município	96/97		97/98		98/99	
	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB	Modelo	SEAB
Tamarana	2537	2400	2482	2940	2824	2700
Teixeira Soares	2495	2820	2876	2700	2855	2820
Terra Boa	2547	2400	2594	2600	2767	2800
Terra Roxa	2788	2649	2690	2355	3303	2500
Tibagi	2503	2650	2978	2900	2888	3000
Toledo	2559	2900	2412	2900	3249	3300
Tupãssi	2553	2975	2425	2975	3102	3350
Ubiratã	2536	2607	2516	2800	3069	2800
Uraí	2591	2200	2491	1980	2823	2650
Ventania	2467	2650	2905	2800	2905	2900
Vera Cruz do Oeste	2532	2500	2492	2800	3255	3000
Vitorino	2578	2727	2969	2800	3216	2350
Média	2567	2626	2612	2573	2976	2785

4.4 Acompanhamento da Safra de Soja

O acompanhamento da safra de soja foi realizado através do cálculo quinzenal do Índice de Penalização (IP), que detectou deficiências hídricas relevantes ao longo da estação de crescimento em cada ano agrícola avaliado.

No ano safra de 1996/97 (Figura 4.8) notou-se um grande déficit hídrico na segunda quinzena de dezembro, já no início da fase reprodutiva, que continuou em menor intensidade na primeira quinzena de janeiro. Isso refletiu na redução da produtividade em relação à safra 95/96, historicamente a maior produtividade do Estado até então. Ainda assim, a safra de 96/97 obteve a segunda maior produtividade do Estado. Os prejuízos não foram maiores para 96/97 devido aos benefícios das campanhas realizadas para a conservação, o manejo e a correção dos solos, além de que cerca de 40% da área plantada de soja é conduzida no sistema de plantio direto (SEAB, 1997).

Na safra de 1997/98 (Figura 4.9), a soja foi influenciada pelo fenômeno "El Niño", que segundo a SEAB (1998), nos anos de ocorrência deste fenômeno a produção de soja tem sido boa. Contudo, os tradicionais "veranicos" no mês de janeiro estiveram presentes, inclusive afetando o mês de dezembro também, a exemplo do que aconteceu na safra anterior. Mas em várias regiões produtoras, a soja foi afetada por um período prolongado, justamente no período crítico da fase reprodutiva. Com isso, a produtividade foi menor em relação à safra anterior.

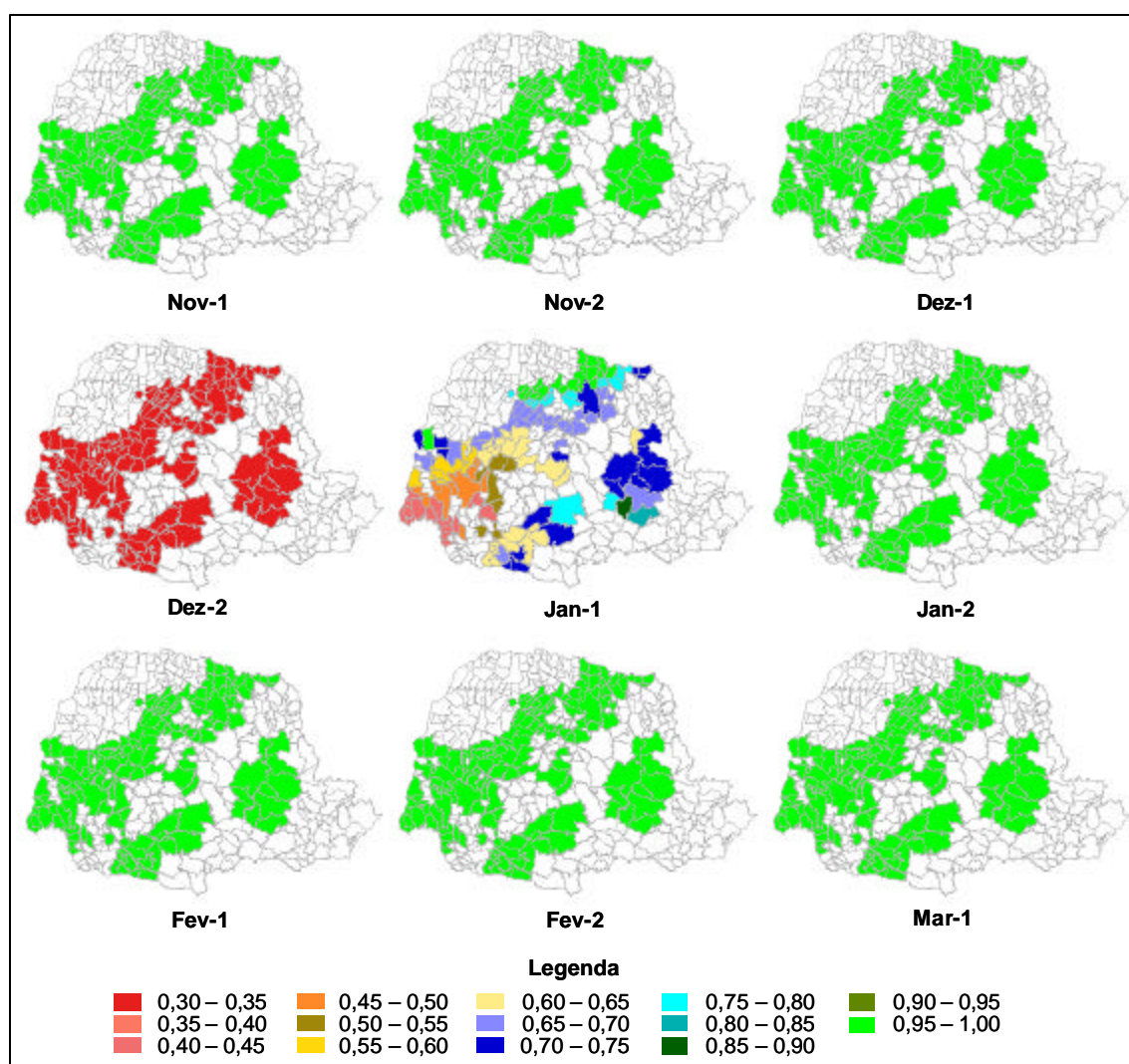


Fig. 4.8 - Índice de penalização quinzenal da cultura da soja na safra 1996/97.

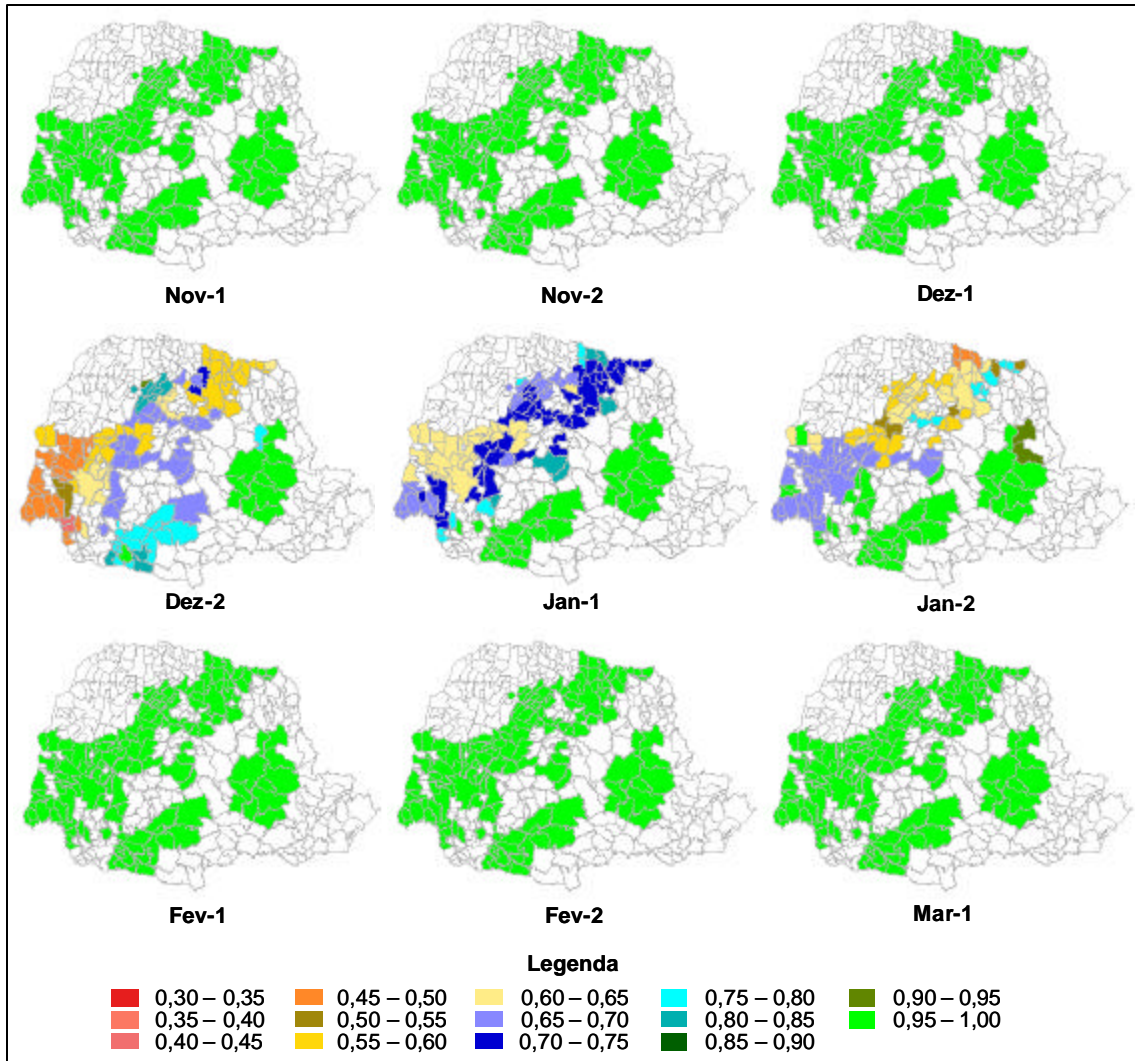


Fig. 4.9 - Índice de penalização quinzenal da cultura da soja na safra 1997/98.

Já na safra 98/99 (Figura 4.10) o tempo favoreceu o desenvolvimento da soja, aumentando consideravelmente a sua produtividade. Contudo, o IP não foi capaz de detectar uma escassez hídrica, que segundo SEAB (1999), ocorreu durante o mês de novembro, resultando em diversas lavouras desuniformes e com baixo estande. Mas as chuvas voltaram a cair no final do novembro, permitindo um bom desenvolvimento das plantas a ponto de compensar o déficit hídrico inicial. Notou-se que várias regiões sofreram um leve déficit hídrico na segunda quinzena de dezembro e janeiro.

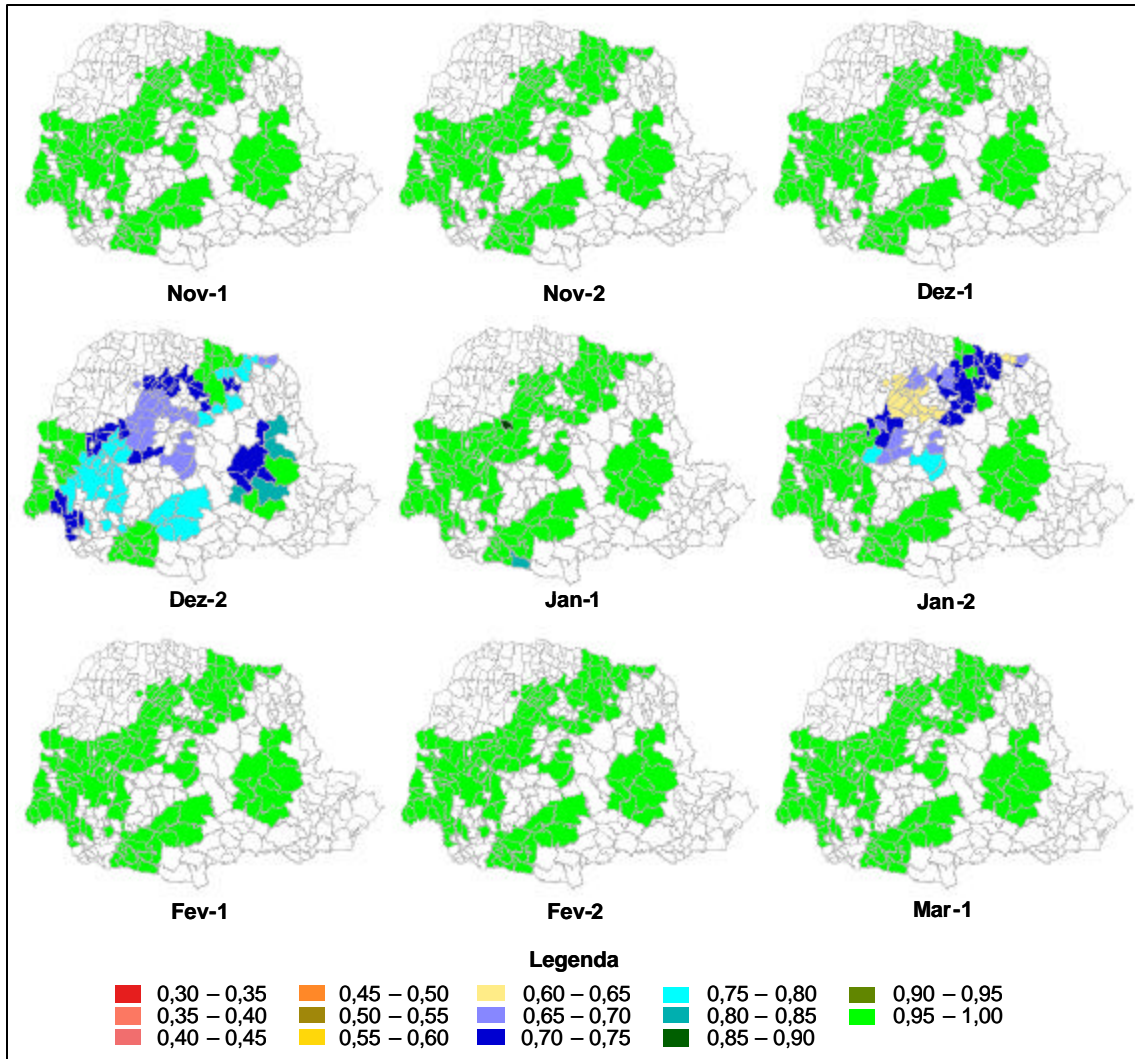


Fig. 4.10 - Índice de penalização quinzenal da cultura da soja na safra 1998/99.

4.5 Avaliação do SPRING e SPRINGWEB

O aplicativo SPRING e seu módulo de programação LEGAL, foram satisfatórios na integração do modelo e na realização dos cálculos de produtividade agrícola da soja no Paraná. É importante salientar que o SPRING tem muitas ferramentas para análise espacial, além das que foram utilizadas neste trabalho e trata-se de um aplicativo gratuito.

O uso de dados espacializados expandem as possibilidades de análises e permitem rapidez no processamento e atualização de grande volume de dados em um curto espaço de tempo. Isso não seria possível se fosse utilizado o

programa Safras desenvolvido em linguagem Fortran por Rudorff (1985), já que se trata de um programa pontual.

Com uso de um SIG, há redução do tempo das análises e dos custos operacionais, e conseqüentemente pode-se colher os frutos dos benefícios trazidos por esta tecnologia no sistema de produção agrícola do País.

Ainda ressalta-se que há necessidade de bastante interação humana para a obtenção dos resultados finais utilizando-se o aplicativo SPRING e o seu módulo de programação LEGAL, mas com o constante desenvolvimento, estas ferramentas podem se tornar bem mais interativas com o usuário e extinguir as inconveniências ainda existentes, principalmente no módulo de programação em linguagem LEGAL.

O Springweb 3.0 mostrou ser uma ferramenta bastante adequada para disponibilizar os resultados aos usuários, já que através de uma página na *internet*, utilizando um "*plug-in*" Java e um "*applet*" Java pode ser acessado através de um computador remoto e realizar as consultas desejadas sobre os dados disponibilizados. Além disso, as informações podem ser facilmente atualizadas e alcançar um grande número de usuários ao mesmo tempo.

A Figura 4.11 apresenta o ambiente Springweb, onde pode ser observado um mapa cadastral do Estado do Paraná, com a sua tabela de atributos.

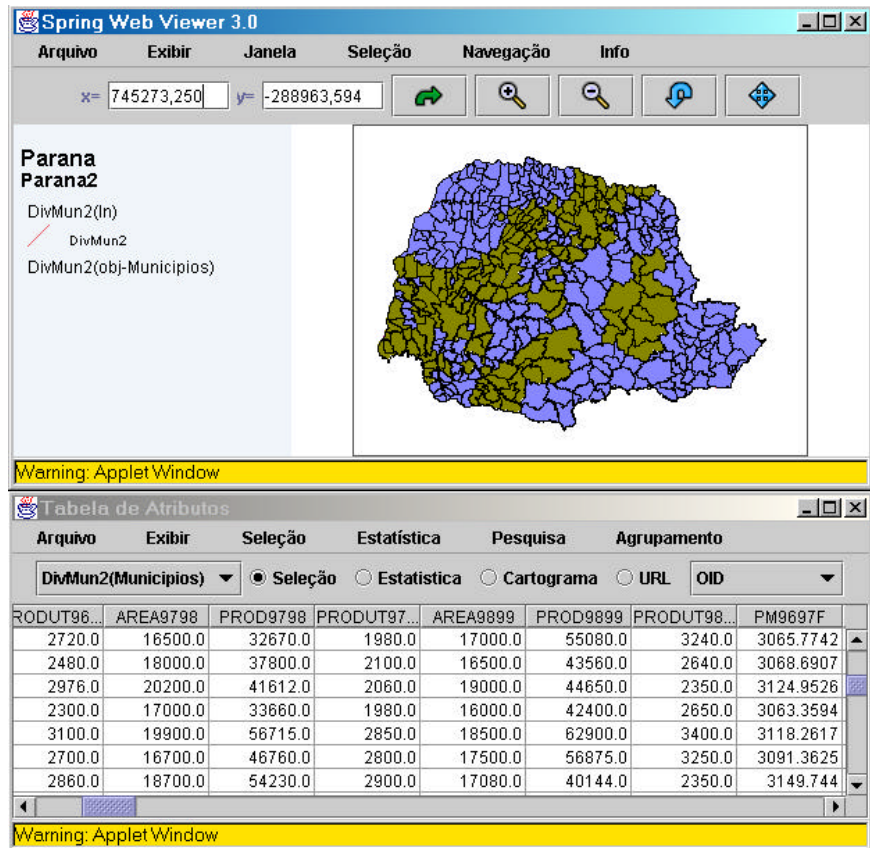


Fig. 4.11 - Ambiente SPRING WEB 3.0.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em função dos objetivos propostos e os resultados alcançados neste trabalho, concluiu-se que:

- O Paraná por ser um estado essencialmente agrícola, pode servir como "laboratório" na geração de novas tecnologias, devido à facilidade de obtenção dos dados necessários às pesquisas;
- Com a metodologia utilizada, as imagens NOAA-AVHRR não se mostraram satisfatórias para estimar o IAF, devido à inadequada resolução espacial para uso ao nível municipal. Todavia, as estimativas de produtividade foram sempre superestimadas (31,2% em 96/97, 28,7% em 97/98 e 39,0% em 98/99), de tal forma que um ajuste no modelo poderia reduzir esta superestimativa, fazendo com que os valores da estimativa do modelo se aproximem mais dos valores da SEAB;
- O modelo agrometeorológico utilizando o IAF estimado do trabalho de Fontana et al. (1992) é bastante satisfatório, necessitando de pequenos ajustes, onde em 96/97 subestimou a produtividade em 59kg/ha (-2,2%) em relação à estimativa da SEAB, em 97/98 não apresentaram diferenças significativas e em 98/99 o modelo superestimou a produtividade em 192 kg/ha (+6,9%). Isso mostra que o déficit hídrico é um fator determinante da produtividade de soja no Paraná;
- Através do Índice de Penalização gerado quinzenalmente é possível fazer o acompanhamento das condições e crescimento da soja, detectando deficiências hídricas relevantes ao longo de cada ano safra avaliado;
- O aplicativo SPRING e seu módulo de programação LEGAL são satisfatórios na integração dos dados do modelo e na realização dos cálculos de produtividade da soja.

Através das experiências adquiridas neste trabalho, recomenda-se que:

- Seja dada continuidade a este trabalho, com a análise de mais anos safras de soja, para melhorar a localização das áreas de cultivo no Paraná;
- Seja dada continuidade aos estudos envolvendo imagens do satélite NOAA-AVHRR com resolução espacial nominal de 1,1 km e o uso de seus dados para a estimativa do índice de área foliar;
- Seja dada atenção ao sensor WFI que estará a bordo do satélite CBERS-2 e posteriores da série CBERS, já que tem grande potencial de uso como componente espectral em modelos agrometeorológicos-espectrais, devido a sua alta resolução temporal e boa resolução espacial;
- Com o constante desenvolvimento do aplicativo SPRING, os programas gerados em LEGAL sejam atualizados, de forma a torná-los mais interativos com o usuário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Espacial Brasileira (AEB). **Falha no satélite CBERS-1**. [on line]. 23 Jun. 2000. <<http://www.agespacial.gov.br/23junho2000.htm>>. 19 Julho 2001.
- Agência Espacial Brasileira (AEB). **Os satélites CBERS-1 e SACI-1 estão em órbita**. [on line]. 14 Out. 1999. <<http://www.agespacial.gov.br/14deoutubro1999.htm>>. 19 Julho 2001.
- Alfonsi, R. R.; Pedro Jr., M. J.; Camargo, A. P.; Godoy, H.; Miyasaka, S. Zoneamento agroclimático da soja nos estados de São Paulo e Paraná. In: Miyasaka, S.; Medina, J. C. ed. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. Cap. 5, p. 193-196.
- Baier, W. Crop-Weather Analysis Model: Review and Model Development. **Journal of Applied Meteorology**, v. 12, n. 6, p. 937-947, Sep. 1973.
- Baier, W. Note on the terminology of crop-weather models. **Agricultural Meteorology**, v. 20, n. 2, p. 137-145, Apr. 1979.
- Barbosa, C. C. F.; Cordeiro, J. P. C. Manual de referência - LEGAL. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. [on line]. 2001. <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. 31 Maio 2001.
- Bauer, M. E. Spectral inputs to crop identification and condition assessment. **Proceedings of the IEEE**, v. 73, n. 6, p. 1071-1085, June 1985.
- Berlato, M. A. Bioclimatologia da soja. In: Miyasaka, S.; Medina, J. C. ed. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. Cap. 5, p. 174-184.
- Berlato, M. A. **Modelo de relação entre o rendimento de grãos de soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul**. São José dos Campos. 94p. Dissertação (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987.

- Buriol, G. A.; Heldwein, A. B.; Saccol, A. V.; Schneider, F. M.; Mafron, P. A.
Manejo da cultura. In: Santos, O. S. ed. **A cultura da soja-1**. Rio de Janeiro: Editora Globo, 1988. p. 110-128.
- Câmara, G. M. S. Fenologia da soja. In: Câmara, G. M. S. ed. **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: Editora Publique, 1998a. p. 26-39.
- Câmara, G. M. S. Ecofisiologia da soja e rendimento. In: Câmara, G. M. S. ed. **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: Editora Publique, 1998b. p. 256-277.
- Câmara, G.; Medeiros, J. S. Mapas e suas representações computacionais. In: Assad, E. D.; Sano, E. E. ed. **Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura**. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998. p. 13-29.
- Carlson, T. N.; Ripley, D. A. On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. **Remote Sensing of Environment**, v. 62, n. 3, p. 241-252, Dec. 1997.
- Clevers, J. G. P. W. A simplified approach for yield prediction of sugar beet based on optical remote sensing data. **Remote Sensing of Environment**, v. 61, n. 2, p. 221-228, Aug. 1997.
- Dang, A.; Wang, X.; Wu, H. GIS based study on the potential grain productivity of China. [CD-ROM]. In: International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2000, Honolulu, 2000. **Proceedings**. Piscataway: IEEE Publications, 2000.
- Doorenbos, J.; Kassam, A. H. **Yield response to water**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193 p. (FAO-Irrigation and Drainage Paper n. 33).

- Doraiswamy, P. C.; Cook, P. W. Spring wheat yield assessment using NOAA AVHRR data. **Canadian Journal of Remote Sensing**, v. 21, n. 1, p. 43-51, Mar. 1995.
- Ehrlich, D.; Estes, J. E.; Singh, A. Applications of NOAA-AVHRR 1 km data for environmental monitoring. **International Journal of Remote Sensing**, v. 15, n. 1, p. 145-161, Jan. 1994.
- Eidenshink, J. C.; Faundeen, J. L. The 1 km AVHRR global land data set: first stages in implementation. **International Journal of Remote Sensing**, v. 15, n. 17, p. 3443-3462, Nov. 1994.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná - safra 2000/2001**. [on line]. 2000. <<http://www.cnpso.embrapa.br/rectec/rectec.htm>>. 17 Maio 2001.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.
- Epiphanyo, J. C. N.; Almeida Jr., A. C.; Formaggio, A. R. Desenvolvimento do trigo avaliado com dois índices de vegetação. [CD ROM]. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., Salvador, 1996. **Anais**. São Paulo: Imagem Multimídia, 1996. Seção de Comunicações Técnico-científicas.
- Farias, J. R. B. jrenato@cnpso.embrapa.br. **Zoneamento**. Sugawara, L. M. Imiura@ltd.inpe.br. 2 Maio 2001.
- Farias, J. R. B.; Nepomuceno, A. F.; Neumaier, N.; Oya, T. Ecofisiologia. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **A cultura da soja no Brasil**. [CD-ROM]. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

- Fontana, D. C.; Berlato, M. A. Modelo agrometeorológico–espectral para a estimativa do rendimento de soja no Rio Grande do Sul: um estudo preliminar. [CD ROM]. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9., Santos, 1998. **Anais**. São Paulo: Imagem Multimídia, 1998. Seção de Comunicações Técnico-científicas.
- Fontana, D. C.; Berlato, M. A., Bergamaschi, H. Alterações micrometeorológicas na cultura da soja submetido a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 5, p. 661-669, Mai. 1992.
- Fontana, D. C.; Berlato, M. A., Lauschner, M. H.; Mello, R. W. Modelo de estimativa de rendimento de soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 399-403, Mar. 2001.
- Frère, M.; Popov, G. F. **Pronóstico de cosechas basado en datos agrometeorológicos**. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1980. 66 p. (FAO-Producción y Protección Vegetal Cuaderno Técnico n. 17).
- Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (FIAPAR). **Cartas climáticas básicas do estado do Paraná 1978**. Londrina, 1978.
- Garcia, A.; Gaudêncio, C. A.; Neumaier, N.; Val, W. M. C. Instalação da lavoura: época e densidade de semeadura. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **A cultura da soja no Brasil**. [CD-ROM]. Londrina: Embrapa Soja, 2000.
- Goward, S. N.; Markham, B.; Dye, D. G.; Dulaney, W.; Yang, J. Normalized difference vegetation index measurements from the Advanced Very High Resolution Radiometer. **Remote Sensing of Environment**, v. 35, n. 2 e 3, p. 257-277, Feb.-Mar. 1991.

- Gutman, G.; Tarpley, D.; Ignatov, A. The enhanced NOAA global land dataset from the Advanced Very High Resolution Radiometer. [on line]. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 76, n. 7, p. 1141-1156, July 1995.
- Guyot, G. Optical properties of vegetation canopies. In: Steven, M. D.; Clark, J. A. ed. **Applications of remote sensing in agriculture**. London: Butterworths, 1990. p. 19-43.
- Holben, B. N.; Tucker, C. J.; Fan, C. Spectral assessment of soybean leaf area and leaf biomass. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 46, n. 5, p. 651-656, May 1980.
- Huete, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, v. 25, n. 3, p. 295-309, Aug. 1988.
- Institute for Remote Sensing Applications (IRSA). **Annual Report 1995**. Luxembourg, 1996.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico 2000 - Sinopse Preliminar - Tabela - População residente, em valores absolutos e relativos, total, em situação urbana e em situação urbana na sede municipal, área total e densidade demográfica, segundo as Unidades da Federação e Municípios**. [on line]. Mai. 2001. <<http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/populacao/censo2000/sinopse.php?tipo=21&uf=41>>. 29 Maio 2001.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **O satélite CBERS**. [on line]. 11 Abr. 2000. <<http://www.dgi.inpe.br/html/cbers.htm>>. 26 Março 2001.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Especialistas chineses participam de revisão do satélite CBERS-2**. [on line]. 26 Jun. 2001a. <<http://www.inpe.br/cri/indice.html#m26.06a>>. 19 Julho 2001.

- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **INPE elabora projeto para estimular uso das imagens do satélite CBERS-1** [on line]. 26 Jun. 2001b. <<http://www.inpe.br/cri/indice.html#m26.06b>>. 19 Julho 2001.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Introdução ao SPRING**. [on line]. 28 Mar. 2001c. <<http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/intro.htm>>. 08 Julho 2001.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Geração de grades**. [on line]. 28 Mar. 2001d. <<http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/mnt2.htm>>. 08 Julho 2001.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Classificação**. [on line]. 28 Mar. 2001e. <http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/c_clapix.htm>. 21 Maio 2001.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **SPRING WEB 3.0**. [on line]. 31 Mai. 2001f. <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/sprweb/springweb.html>>. 15 Março 2001.
- Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES) **Estado do Paraná** [on line]. <<http://www.ipardes.gov.br/projetos/bpub/port/estadodoparana.html>>. 25 Janeiro 1999.
- Jackson, R. D.; Huete, A. R. Interpreting vegetation indices. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 11, n. 3-4, p. 185-200, Dec. 1991.
- Kazmierczak, M. L. Proposta metodológica para geração de imagens NDVI derivadas do AVHRR/NOAA-14 na FUNCEME. [CD ROM]. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., Salvador, 1996. **Anais**. São Paulo: Imagem Multimídia, 1996. Seção de Comunicações Técnico-científicas.

- Kidwell, K. B. **NOAA Global Vegetation Index user's guide**. July 1997.
<<http://perigee.ncdc.noaa.gov/docs/gviug/index.htm>>. 25 Agosto 1998.
- Kidwell, K. B. **NOAA Polar Orbiter Data user's guide (Tiros-N, NOAA-6, NOAA-7, NOAA-8, NOAA-9, NOAA-10, NOAA-11, NOAA-12, NOAA-13 and NOAA-14)**. Nov. 1998. <<http://www2.ncdc.noaa.gov/docs/podug/index.htm>>.
07 Abril 1999.
- Koller, H. R.; Nyquist, W. E.; Chorush, I. S. Growth Analysis of the Soybean Community. **Crop Science**, v. 10, p. 407-412, Jul.-Aug., 1970.
- Lucchesi, A. A. Fatores da produção vegetal. In: Castro, P. R. C.; Ferreira, S. O.; Yamada, T. ed. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 1-11.
- Manara, N. T. F. Origem e expansão. In: Santos, O. S. ed. **A cultura da soja-1**. Rio de Janeiro: Editora Globo, 1988. p. 13-23.
- Menosso, O. G. Descrição Botânica. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **A cultura da soja no Brasil**. [CD-ROM] Londrina: Embrapa Soja, 2000.
- Moraes, A. V. C.; Camargo, M. B. P.; Pereira, J. C. V. N. A.; Mascarenhas, H. A. A. Teste de modelos agrometeorológicos de estimativa de produtividade para a cultura da soja na região de Ribeirão Preto-SP, baseados em balanços hídricos climatológicos e de cultura. [CD ROM]. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 11., Florianópolis, 1999. **Anais**. Florianópolis: Danilo Pereira, 1999. Patrocínio: Epagri.
- Moran, M. S.; Inoue, Y.; Barnes, E. M. Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. **Remote Sensing of Environment**, v. 61, n. 3, p. 319-346, Sep. 1997.
- Mota, F. S. **Meteorologia Agrícola**. São Paulo: Nobel, 1979. 376 p.

- Müller, L. Fisiologia. In: Miyasaka, S.; Medina, J. C. ed. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. Cap. 4, p. 109-129.
- Pedro Junior, M. J.; Camargo, M. B. P.; Miranda, M. A. C.; Brunini, O.; Ortolani, A. A.; Alfonsi, R. R. Teste de modelo agrometeorológico para estimativa da produtividade da cultura da soja de ciclo precoce. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 3., Campinas, 1983. **Anais**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1984. p. 11-17.
- Pinter Jr., P. J. Solar angle independence in the relationship between absorbed PAR and remotely sensed data for alfalfa. **Remote Sensing of Environment**, v. 46, n. 1, p. 19-25, Oct. 1993.
- Ponzoni, F. J.; Disperati, A. A. **Comportamento espectral da vegetação**. São José dos Campos: INPE, 1995. 37 p. (INPE - 5619 - PUD/65).
- Rasmussen, M. S. Assessment of millet yields and production in northern Burkina Faso using integrated NDVI from the AVHRR. **International Journal of Remote Sensing**, v. 13, n. 18, p. 3431-3442, Dec. 1992.
- Roessing, A. C.; Toledo, J. F. F.; Galerani, P. R. Histórico e desenvolvimento. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **A cultura da soja no Brasil**. [CD-ROM] Londrina: Embrapa Soja, 2000.
- Rouse Jr., J. W., Hass, R. H., Schell, J. A., Deering, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3., Washington, 1973. **Proceedings**. Washington: NASA, 1974. v.1, p. 309-317.
- Rudorff, B. F. T. **Dados Landsat na estimativa da produtividade agrícola da cana-de-açúcar**. São José dos Campos. 114p. (INPE-3744-TDL/202). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1985.

- Rudorff, B. F. T.; Batista, G. T. Wheat yield estimation at the farm level using TM Landsat and agrometeorological data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 12, n. 12, p. 2477–2484, Dec. 1991.
- Rudorff, B. F. T.; Batista, G. T. Yield estimation of sugarcane based on agrometeorological-spectral models. **Remote Sensing of Environment**, v. 33, n. 3, p. 183-192, Sept. 1990.
- Schneider, F. M.; Saccol, A. V.; Heldwein, A. B.; Buriol, G. A. O clima. In: Santos, O. S. ed. **A cultura da soja – 1**. Rio de Janeiro: Editora Globo, 1988. p. 37-58.
- Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Instituto de Terras, Cartografia e Florestas (ITCF). Paraná (Estado). **Atlas do Estado do Paraná**. Curitiba, 1987.
- Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Paraná (Estado). **Acompanhamento da situação agropecuária no Paraná**, v.23, n. 5, p.1-73, Maio 1997.
- Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Paraná (Estado). **Acompanhamento da situação agropecuária no Paraná**, v.24, n. 1, p.1-73, Jan. 1998.
- Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Paraná (Estado). **Acompanhamento da situação agropecuária no Paraná**, v.25, n. 1, p.1-77, Jan. 1999.
- Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Paraná (Estado). **Aspectos da Agropecuária Paranaense - Soja** [on line]. 18 Maio 2000a. <<http://www.celepar.gov.br/seab/aspectos/soja.html>>. 13 Junho 2001.

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Departamento de Economia Rural (DERAL). Paraná (Estado). **Acompanhamento conjuntural do DERAL referente ao mês de outubro de 2000 - Soja** [on line]. Outubro 2000b. <<http://www.celepar.gov.br/seab/deral/rev0310.rtf>> 20 Novembro 2000.

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Paraná (Estado). **Atividades desempenhadas pelo Departamento de Economia Rural - Divisão de Estatísticas Básicas.** [on line]. 17 Agosto 2000c. <<http://www.celepar.gov.br/seab/ativi2.html>>. 19 Junho 2001.

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Departamento de Economia Rural (DERAL). Paraná (Estado). **Calendário agrícola.** [on line]. 25 Maio 2001. <<http://www.celepar.gov.br/seab/deral/capcpr.xls>>. 09 Junho 2001.

Sediyama, T.; Santos, O. S. Escolha de cultivares. In: Santos, O. S. ed. **A cultura da soja – 1.** Rio de Janeiro: Editora Globo, 1988. p. 93-108.

Seiler, R. A., Kogan, F., Wei, G. Monitoring weather impact and crop yield from NOAA AVHRR data in Argentina. **Advances in Space Research**, v. 26, n. 7, p. 1177-1185, Oct. 2000.

Souza, A. L. F., Liu, W. T. H. Previsão de safra de soja utilizando índices de satélite para a região norte do Paraná. [CD ROM]. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 11., Florianópolis, 1999. **Anais.** Florianópolis: Danilo Pereira, 1999. Patrocínio: Epagri.

Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach.** New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p.

Swain, P. H.; Davis, S. M. ed. **Remote sensing: the quantitative approach.** New York: McGraw-Hill, 1978. 396 p.

Thenkabail, P. S.; Ward, A. D.; Lyon, J. G. Landsat-5 Thematic Mapper models of soybean crop characteristics. **International Journal of Remote Sensing**, v. 15, n. 1, p. 49-61, Jan. 1994.

United States Department of Agriculture (USDA). **World agricultural supply and demand estimates** [on line]. 10 May 2001.
<<http://www.usda.gov/oce/waob/wasde/latest.pdf>>. 09 Junho 2001.

Walter-Shea, E. A.; Privette, J.; Cornell, D.; Mesarch, M. A.; Hays, C. J. Relations between directional spectral vegetation indices and leaf area and absorbed radiation in alfalfa. **Remote Sensing of Environment**, v. 61, n. 1, p. 162-177, July 1997.

Wiegand, C. L.; Richardson, A. J.; Jackson, R. D.; Pinter Jr., P. J.; Aase, J. K.; Smika, D. E.; Lautenschlager, L. F.; McMurtrey III, J. E. Development of agrometeorological crop model inputs from remotely sensed information. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. GE-24, n.1, p. 90-98, Jan. 1986.

APÊNDICE A

Dados Meteorológicos Quinzenais

TABELA A.1 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE ANTONINA

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	19,89	84,30	79,30	2,56	-
2	10	1996	20,26	85,96	132,30	2,23	-
1	11	1996	21,57	86,67	167,60	2,39	-
2	11	1996	20,89	84,56	138,10	4,19	-
1	12	1996	23,71	81,46	121,00	5,35	-
2	12	1996	24,62	84,55	173,10	3,76	-
1	1	1997	24,61	84,55	236,30	5,53	-
2	1	1997	23,68	90,70	441,70	2,94	-
1	2	1997	25,17	82,69	120,40	5,89	-
2	2	1997	24,52	86,01	153,10	4,25	-
1	3	1997	23,55	88,34	94,60	3,85	-
2	3	1997	21,70	86,60	32,40	5,19	-
Safr 97/98							
1	10	1997	19,53	83,73	119,40	1,89	-
2	10	1997	20,18	87,06	196,50	1,61	-
1	11	1997	22,79	84,63	96,40	2,33	-
2	11	1997	21,11	84,99	212,30	2,99	-
1	12	1997	23,37	80,73	57,00	4,56	-
2	12	1997	24,65	80,01	313,50	5,36	-
1	1	1998	23,46	87,17	268,20	3,40	-
2	1	1998	25,36	81,14	210,20	6,87	-
1	2	1998	24,32	86,45	148,90	2,99	-
2	2	1998	24,12	85,09	319,00	3,33	-
1	3	1998	24,03	85,57	154,90	4,07	-
2	3	1998	21,76	87,11	231,30	3,03	-
Safr 98/99							
1	10	1998	18,85	88,03	152,60	1,57	-
2	10	1998	19,61	87,54	144,60	1,91	-
1	11	1998	20,07	85,01	76,30	2,53	-
2	11	1998	21,39	82,29	22,80	4,15	-
1	12	1998	23,00	81,36	103,10	4,33	-
2	12	1998	22,88	81,28	121,70	5,12	-
1	1	1999	22,60	86,22	263,10	2,05	-
2	1	1999	25,40	82,84	193,50	5,39	-
1	2	1999	24,46	82,29	222,70	3,61	-
2	2	1999	24,07	85,34	213,90	3,23	-
1	3	1999	24,13	83,68	180,90	4,00	-
2	3	1999	24,38	84,78	149,70	4,41	-

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.2 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE APUCARANA

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	20,42	70,11	109,20	6,26	394,14
2	10	1996	21,75	68,11	91,50	6,01	350,08
1	11	1996	22,50	74,85	181,50	5,48	313,55
2	11	1996	22,28	60,55	22,80	9,69	397,32
1	12	1996	22,59	74,23	175,10	6,80	244,72
2	12	1996	23,41	79,88	144,50	5,91	214,48
1	1	1997	22,93	79,34	76,60	6,87	248,70
2	1	1997	22,21	88,13	197,20	3,42	305,29
1	2	1997	22,94	78,65	197,90	6,88	271,43
2	2	1997	23,37	81,97	162,90	6,32	202,70
1	3	1997	23,08	70,62	42,70	6,29	211,37
2	3	1997	21,98	64,61	21,30	7,41	341,03
Safr 97/98							
1	10	1997	21,37	70,01	31,90	5,97	452,30
2	10	1997	20,82	71,84	123,30	5,65	360,76
1	11	1997	23,35	75,69	118,00	5,97	302,81
2	11	1997	21,11	80,19	140,30	4,01	372,90
1	12	1997	22,83	78,24	62,70	5,66	258,99
2	12	1997	24,63	77,00	43,50	7,68	312,88
1	1	1998	23,44	76,53	46,30	6,99	265,93
2	1	1998	24,97	75,08	63,70	7,29	287,58
1	2	1998	23,38	83,08	150,10	4,36	282,04
2	2	1998	23,67	85,78	102,70	4,85	250,74
1	3	1998	23,69	77,43	64,30	6,44	241,53
2	3	1998	21,89	78,46	180,80	5,42	331,36
Safr 98/99							
1	10	1998	20,31	74,91	215,00	6,50	393,94
2	10	1998	20,45	72,69	88,00	5,84	408,56
1	11	1998	21,64	62,53	26,70	8,79	385,60
2	11	1998	23,65	59,89	8,60	9,12	338,28
1	12	1998	24,21	66,01	70,60	7,59	267,00
2	12	1998	21,82	70,80	70,00	7,39	322,95
1	1	1999	21,98	81,23	166,30	4,95	331,42
2	1	1999	24,13	75,98	76,70	6,96	251,70
1	2	1999	23,57	78,03	118,10	7,11	219,61
2	2	1999	22,84	81,58	89,30	7,15	234,69
1	3	1999	22,83	74,43	61,20	8,67	289,91
2	3	1999	23,52	74,84	80,30	6,46	251,56

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.3 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE BANDEIRANTES

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	22,04	72,07	60,10	6,65	398,00
2	10	1996	23,29	69,34	69,10	7,04	418,38
1	11	1996	24,21	71,43	67,90	5,21	487,73
2	11	1996	23,39	60,95	26,00	9,51	487,50
1	12	1996	24,35	74,64	118,70	6,82	481,73
2	12	1996	24,93	80,76	249,10	5,83	446,63
1	1	1997	24,34	75,08	59,20	-	268,27
2	1	1997	24,18	84,08	35,30	-	228,25
1	2	1997	24,69	75,42	53,80	-	213,93
2	2	1997	25,02	75,90	38,50	-	178,54
1	3	1997	24,11	72,36	63,60	-	217,30
2	3	1997	23,19	60,43	116,60	-	376,69
Safr 97/98							
1	10	1997	23,17	65,25	90,50	-	361,07
2	10	1997	22,38	70,76	70,00	-	300,13
1	11	1997	25,53	73,01	63,30	-	229,93
2	11	1997	22,83	79,49	46,90	-	320,00
1	12	1997	24,73	74,34	52,50	-	210,27
2	12	1997	26,17	71,96	47,60	-	231,63
1	1	1998	25,03	73,67	55,50	-	226,47
2	1	1998	27,09	69,18	67,20	-	185,69
1	2	1998	24,91	82,21	39,90	-	236,87
2	2	1998	25,45	81,93	31,70	-	161,15
1	3	1998	25,33	78,59	44,50	-	154,93
2	3	1998	23,58	78,69	57,70	-	225,69
Safr 98/99							
1	10	1998	21,55	72,83	60,40	-	338,40
2	10	1998	21,98	69,99	82,70	-	352,50
1	11	1998	22,59	61,61	92,10	-	346,27
2	11	1998	24,51	56,79	94,90	-	283,47
1	12	1998	25,43	70,93	64,50	-	200,87
2	12	1998	23,68	70,75	61,10	-	231,56
1	1	1999	23,47	84,04	41,10	-	260,87
2	1	1999	25,46	76,86	49,90	-	166,13
1	2	1999	24,86	78,57	42,30	-	176,67
2	2	1999	24,98	77,64	37,20	-	171,62
1	3	1999	24,37	73,95	63,30	-	257,53
2	3	1999	25,41	69,83	69,70	-	221,88

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.4 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE BELA VISTA DO PARAÍSO

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	21,60	70,44	41,80	7,01	104,75
2	10	1996	22,51	69,86	90,40	6,91	87,47
1	11	1996	23,24	75,91	102,60	5,09	72,64
2	11	1996	22,94	61,71	5,90	9,54	129,79
1	12	1996	23,45	76,67	127,50	7,38	32,48
2	12	1996	24,21	83,59	196,30	5,14	25,12
1	1	1997	23,73	77,23	147,00	7,45	63,52
2	1	1997	23,11	88,21	314,90	4,21	61,34
1	2	1997	23,74	78,50	79,70	7,66	64,75
2	2	1997	24,20	78,75	104,10	6,34	40,66
1	3	1997	23,63	71,90	39,20	6,99	56,10
2	3	1997	22,35	63,65	1,50	8,05	112,82
Safr 97/98							
1	10	1997	22,90	64,88	45,90	7,53	116,87
2	10	1997	21,58	73,59	86,60	5,22	136,81
1	11	1997	24,75	73,91	75,20	5,92	114,97
2	11	1997	21,67	83,22	164,00	3,65	138,48
1	12	1997	23,84	76,65	75,20	5,89	79,58
2	12	1997	25,58	72,10	36,70	9,01	90,94
1	1	1998	24,31	75,64	85,00	7,48	88,19
2	1	1998	26,42	70,11	33,20	9,11	78,77
1	2	1998	24,24	83,74	117,60	4,27	87,66
2	2	1998	24,63	83,45	116,00	5,98	71,69
1	3	1998	24,80	76,35	102,80	7,14	60,27
2	3	1998	22,86	79,21	95,40	6,00	98,11
Safr 98/99							
1	10	1998	21,19	74,18	85,80	6,62	129,08
2	10	1998	21,09	74,23	111,80	6,34	137,81
1	11	1998	21,95	65,67	36,00	9,41	137,44
2	11	1998	24,17	59,49	3,40	9,47	109,98
1	12	1998	24,87	71,13	170,80	7,46	63,32
2	12	1998	22,88	73,09	88,40	7,36	71,23
1	1	1999	22,55	86,95	263,20	3,93	97,29
2	1	1999	24,88	76,13	79,00	7,05	62,17
1	2	1999	24,25	80,03	161,40	5,92	58,61
2	2	1999	24,08	79,92	77,20	7,32	62,30
1	3	1999	23,40	75,82	100,60	7,68	101,37
2	3	1999	24,63	72,64	19,30	7,39	82,32

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.5 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE CAMBARÁ

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	22,07	70,53	63,50	6,37	255,40
2	10	1996	23,06	69,81	66,80	6,23	217,46
1	11	1996	24,43	71,48	47,90	5,90	202,28
2	11	1996	23,09	64,33	55,80	9,13	301,40
1	12	1996	24,50	75,12	114,80	6,81	178,86
2	12	1996	24,94	83,14	180,00	5,43	127,03
1	1	1997	24,45	76,89	56,30	-	-
2	1	1997	23,91	86,47	28,10	-	-
1	2	1997	24,37	78,61	44,80	-	-
2	2	1997	24,75	80,24	33,80	-	-
1	3	1997	23,91	76,48	51,20	-	-
2	3	1997	22,73	66,26	89,80	-	-
Safr 97/98							
1	10	1997	23,34	64,18	78,50	-	-
2	10	1997	22,19	72,84	65,70	-	-
1	11	1997	25,52	72,58	54,20	-	-
2	11	1997	22,96	79,68	38,40	-	-
1	12	1997	24,47	76,45	40,50	-	-
2	12	1997	25,89	72,74	50,50	-	-
1	1	1998	25,09	74,78	45,20	-	-
2	1	1998	26,90	71,45	57,00	-	-
1	2	1998	25,09	81,43	38,20	-	-
2	2	1998	25,67	79,60	33,60	-	-
1	3	1998	25,17	78,45	37,60	-	-
2	3	1998	23,62	79,38	47,80	-	-
Safr 98/99							
1	10	1998	21,34	73,91	50,50	-	-
2	10	1998	21,97	70,17	69,00	-	-
1	11	1998	22,53	63,14	86,30	-	-
2	11	1998	24,59	56,12	104,90	-	-
1	12	1998	25,85	69,07	75,00	-	-
2	12	1998	23,78	74,42	51,40	-	-
1	1	1999	23,59	84,61	29,80	-	-
2	1	1999	25,26	80,27	35,50	-	-
1	2	1999	24,52	81,53	30,60	-	-
2	2	1999	24,46	81,13	25,50	-	-
1	3	1999	23,99	76,14	48,80	-	-
2	3	1999	24,98	71,85	58,20	-	-

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

**TABELA A.6 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE
CÂNDIDO DE ABREU**

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	19,16	76,57	101,40	4,83	143,12
2	10	1996	20,81	77,46	146,20	5,83	134,57
1	11	1996	22,32	77,62	66,90	5,43	122,86
2	11	1996	21,52	64,87	30,70	9,45	163,81
1	12	1996	22,51	76,49	165,60	6,81	108,68
2	12	1996	23,03	81,51	157,00	5,54	97,52
1	1	1997	23,46	74,82	40,00	-	-
2	1	1997	22,94	83,67	26,10	-	-
1	2	1997	23,17	80,40	27,60	-	-
2	2	1997	23,35	81,36	21,60	-	-
1	3	1997	21,67	74,63	36,80	-	-
2	3	1997	20,85	69,73	41,70	-	-
Safr 97/98							
1	10	1997	19,62	79,71	27,30	-	-
2	10	1997	20,18	77,82	34,00	-	-
1	11	1997	23,21	78,63	33,20	-	-
2	11	1997	20,65	81,33	23,40	-	-
1	12	1997	22,41	80,25	27,70	-	-
2	12	1997	24,29	78,71	40,00	-	-
1	1	1998	22,91	83,34	29,00	-	-
2	1	1998	24,88	76,28	42,20	-	-
1	2	1998	22,83	84,31	23,20	-	-
2	2	1998	23,72	82,78	25,10	-	-
1	3	1998	23,57	78,75	30,90	-	-
2	3	1998	20,74	81,98	24,60	-	-
Safr 98/99							
1	10	1998	19,14	77,37	26,60	-	-
2	10	1998	20,18	73,04	42,40	-	-
1	11	1998	20,88	65,63	48,90	-	-
2	11	1998	22,54	67,39	49,30	-	-
1	12	1998	23,44	73,67	43,40	-	-
2	12	1998	21,68	72,34	44,70	-	-
1	1	1999	22,61	79,37	34,10	-	-
2	1	1999	23,70	79,68	33,40	-	-
1	2	1999	23,23	82,03	28,30	-	-
2	2	1999	23,13	81,65	23,80	-	-
1	3	1999	22,90	77,85	36,50	-	-
2	3	1999	22,87	79,91	33,80	-	-

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.7 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE CASCAVEL

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	18,71	78,81	261,90	4,52	307,62
2	10	1996	21,04	76,44	115,90	4,86	260,32
1	11	1996	22,78	78,40	57,60	5,50	281,64
2	11	1996	22,33	61,79	17,30	10,44	294,02
1	12	1996	22,37	74,98	210,80	7,18	224,44
2	12	1996	22,73	84,24	180,20	4,96	226,79
1	1	1997	23,61	75,81	40,40	-	-
2	1	1997	22,64	88,31	23,40	-	-
1	2	1997	22,77	83,91	33,20	-	-
2	2	1997	23,65	82,52	26,80	-	-
1	3	1997	22,41	70,11	58,60	-	-
2	3	1997	22,01	65,92	71,70	-	-
Safr 97/98							
1	10	1997	20,57	75,89	58,80	-	-
2	10	1997	21,14	77,06	54,20	-	-
1	11	1997	23,30	79,23	48,30	-	-
2	11	1997	21,58	77,35	34,50	-	-
1	12	1997	22,83	77,59	45,00	-	-
2	12	1997	24,86	74,11	29,60	-	-
1	1	1998	23,37	80,68	37,80	-	-
2	1	1998	24,70	77,87	53,50	-	-
1	2	1998	22,09	85,84	-	-	-
2	2	1998	23,65	87,02	-	-	-
1	3	1998	23,41	80,68	-	-	-
2	3	1998	21,31	81,99	50,30	-	-
Safr 98/99							
1	10	1998	20,29	78,26	34,80	-	-
2	10	1998	20,93	70,96	61,00	-	-
1	11	1998	21,60	65,65	70,90	-	-
2	11	1998	23,20	64,46	75,10	-	-
1	12	1998	23,65	70,79	59,70	-	-
2	12	1998	21,07	73,53	58,60	-	-
1	1	1999	23,03	76,70	198,90	-	-
2	1	1999	23,37	81,63	193,20	-	-
1	2	1999	-	-	-	-	-
2	2	1999	-	-	-	-	-
1	3	1999	-	-	-	-	-
2	3	1999	-	-	-	-	-

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.8 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE CERRO AZUL

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	19,89	80,94	82,90	3,26	-
2	10	1996	21,21	78,99	103,00	3,50	-
1	11	1996	22,61	81,00	79,10	4,31	-
2	11	1996	21,87	71,38	50,50	6,71	-
1	12	1996	24,07	79,13	97,60	5,80	-
2	12	1996	24,83	82,19	165,70	5,16	-
1	1	1997	24,45	81,14	49,20	5,68	-
2	1	1997	23,81	87,64	319,80	3,26	-
1	2	1997	24,87	80,41	94,30	6,87	-
2	2	1997	24,75	87,09	73,10	4,61	-
1	3	1997	23,65	81,73	24,60	5,61	-
2	3	1997	21,58	79,76	4,10	6,34	-
Safr 97/98							
1	10	1997	20,33	82,91	64,80	3,06	-
2	10	1997	21,44	79,47	49,80	3,38	-
1	11	1997	24,21	82,40	156,90	3,10	-
2	11	1997	22,59	83,44	90,00	3,32	-
1	12	1997	24,39	78,49	72,70	5,91	-
2	12	1997	25,54	79,24	159,60	6,02	-
1	1	1998	24,77	82,24	123,60	4,21	-
2	1	1998	26,95	76,29	108,40	8,30	-
1	2	1998	24,73	86,97	80,90	2,90	-
2	2	1998	25,19	85,70	109,80	3,84	-
1	3	1998	24,53	85,89	110,20	3,33	-
2	3	1998	22,11	86,16	225,90	4,22	-
Safr 98/99							
1	10	1998	-	-	-	-	-
2	10	1998	-	-	-	-	-
1	11	1998	-	-	-	-	-
2	11	1998	-	-	-	-	-
1	12	1998	-	-	-	-	-
2	12	1998	-	-	-	-	-
1	1	1999	-	-	-	-	-
2	1	1999	-	-	-	-	-
1	2	1999	-	-	-	-	-
2	2	1999	-	-	-	-	-
1	3	1999	-	-	-	-	-
2	3	1999	-	-	-	-	-

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.9 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE CIANORTE

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	21,17	75,99	150,30	6,09	167,46
2	10	1996	22,79	73,64	118,60	5,79	163,54
1	11	1996	23,89	78,41	138,90	5,90	141,06
2	11	1996	23,96	58,99	19,00	11,35	190,53
1	12	1996	24,15	73,55	126,80	7,30	141,59
2	12	1996	24,76	82,23	110,70	5,31	129,76
1	1	1997	24,91	74,83	45,10	-	-
2	1	1997	23,54	89,21	19,30	-	-
1	2	1997	24,43	79,14	34,70	-	-
2	2	1997	25,10	80,68	26,00	-	-
1	3	1997	23,99	70,60	54,00	-	-
2	3	1997	23,48	63,81	73,10	-	-
Safr 97/98							
1	10	1997	22,46	71,78	52,80	-	-
2	10	1997	22,30	75,70	44,70	-	-
1	11	1997	24,86	78,05	38,60	-	-
2	11	1997	22,48	80,97	28,40	-	-
1	12	1997	24,11	77,89	39,00	-	-
2	12	1997	26,10	72,58	56,40	-	-
1	1	1998	25,05	75,24	47,70	-	-
2	1	1998	26,89	72,13	58,80	-	-
1	2	1998	24,13	85,68	27,80	-	-
2	2	1998	25,03	85,90	23,30	-	-
1	3	1998	25,29	78,56	36,60	-	-
2	3	1998	23,16	81,15	37,00	-	-
Safr 98/99							
1	10	1998	21,83	76,09	35,10	-	-
2	10	1998	22,34	69,33	54,30	-	-
1	11	1998	23,41	61,75	65,90	-	-
2	11	1998	25,08	60,69	66,10	-	-
1	12	1998	25,81	66,84	61,50	-	-
2	12	1998	23,59	66,01	59,60	-	-
1	1	1999	23,96	79,74	35,80	-	-
2	1	1999	25,31	75,45	49,40	-	-
1	2	1999	25,06	79,01	31,50	-	-
2	2	1999	24,76	78,00	32,40	-	-
1	3	1999	25,03	69,94	42,70	-	-
2	3	1999	25,14	73,88	43,80	-	-

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.10 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE CLEVELÂNDIA

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	15,74	83,07	174,00	3,84	275,03
2	10	1996	17,92	78,84	161,50	4,77	255,75
1	11	1996	20,27	80,81	78,50	6,22	272,70
2	11	1996	19,28	64,37	11,20	9,93	300,48
1	12	1996	20,23	75,49	143,80	7,25	235,50
2	12	1996	20,95	81,92	139,90	5,25	202,93
1	1	1997	21,85	73,95	52,40	-	-
2	1	1997	21,14	84,00	37,40	-	-
1	2	1997	20,88	84,52	32,40	-	-
2	2	1997	21,14	87,92	21,20	-	-
1	3	1997	19,46	78,81	37,90	-	-
2	3	1997	19,08	69,81	48,40	-	-
Safr 97/98							
1	10	1997	16,71	82,64	35,70	-	-
2	10	1997	18,34	78,46	42,80	-	-
1	11	1997	20,51	82,48	32,20	-	-
2	11	1997	19,21	77,49	39,10	-	-
1	12	1997	20,48	72,98	53,10	-	-
2	12	1997	22,34	78,19	46,90	-	-
1	1	1998	20,90	83,00	33,20	-	-
2	1	1998	22,53	79,55	43,80	-	-
1	2	1998	19,96	86,34	25,50	-	-
2	2	1998	21,35	86,88	23,30	-	-
1	3	1998	21,07	83,27	37,10	-	-
2	3	1998	17,63	86,73	27,80	-	-
Safr 98/99							
1	10	1998	17,30	79,69	31,10	-	-
2	10	1998	17,76	74,99	46,50	-	-
1	11	1998	18,34	68,84	51,40	-	-
2	11	1998	20,23	67,32	61,40	-	-
1	12	1998	21,17	72,36	58,90	-	-
2	12	1998	18,71	72,09	53,50	-	-
1	1	1999	20,19	77,61	48,00	-	-
2	1	1999	21,76	80,79	42,40	-	-
1	2	1999	20,96	81,85	38,00	-	-
2	2	1999	20,68	84,92	22,70	-	-
1	3	1999	21,17	74,83	46,00	-	-
2	3	1999	20,51	82,46	36,70	-	-

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.11 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE FRANCISCO BELTRÃO

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	18,15	79,59	266,40	4,15	33,77
2	10	1996	20,15	77,51	198,70	4,64	20,81
1	11	1996	22,71	80,77	136,30	5,85	18,75
2	11	1996	22,25	62,62	35,10	10,17	30,98
1	12	1996	22,81	72,23	55,90	7,11	31,27
2	12	1996	22,83	82,66	230,20	4,69	18,19
1	1	1997	24,39	73,33	53,20	8,29	20,40
2	1	1997	23,70	81,52	90,60	4,76	22,59
1	2	1997	23,47	81,51	189,60	5,94	19,74
2	2	1997	23,48	83,45	69,40	5,44	13,77
1	3	1997	21,65	76,35	27,60	7,37	14,61
2	3	1997	21,24	68,56	15,40	8,50	15,19
Safr 97/98							
1	10	1997	18,81	81,17	196,10	4,12	36,75
2	10	1997	20,68	77,72	217,90	5,63	20,07
1	11	1997	22,68	82,26	147,30	4,97	17,66
2	11	1997	21,66	76,65	111,80	4,66	20,73
1	12	1997	22,94	74,83	114,20	6,06	18,69
2	12	1997	25,27	73,98	26,00	7,54	23,00
1	1	1998	23,86	78,78	100,80	6,75	16,34
2	1	1998	25,03	76,18	101,80	7,12	14,09
1	2	1998	22,43	82,63	162,60	5,07	21,22
2	2	1998	23,68	84,43	138,50	4,22	12,98
1	3	1998	23,49	80,52	50,60	5,83	8,87
2	3	1998	19,93	84,76	265,60	4,17	8,90
Safr 98/99							
1	10	1998	19,75	76,44	197,30	5,61	25,55
2	10	1998	20,26	71,25	186,40	6,79	37,41
1	11	1998	21,39	66,05	34,20	8,75	25,60
2	11	1998	23,14	62,67	0,90	8,16	31,51
1	12	1998	23,66	68,15	101,70	6,73	26,97
2	12	1998	21,53	67,33	64,00	7,58	34,21
1	1	1999	23,13	68,37	57,10	7,95	35,38
2	1	1999	23,68	77,54	135,90	7,02	24,77
1	2	1999	23,09	79,16	128,70	5,83	21,95
2	2	1999	22,68	82,81	99,60	6,54	14,76
1	3	1999	23,95	69,39	2,40	8,59	22,51
2	3	1999	22,38	81,01	48,90	4,43	16,38

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

**TABELA A.12 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE
GUARAPUAVA**

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	16,11	81,41	183,40	4,32	220,05
2	10	1996	18,32	78,54	127,00	5,49	218,01
1	11	1996	20,02	80,46	83,20	4,63	205,08
2	11	1996	18,90	66,99	30,80	10,45	255,19
1	12	1996	20,19	77,57	96,10	6,27	153,44
2	12	1996	20,74	83,33	196,50	4,86	136,71
1	1	1997	21,13	76,51	114,30	7,07	191,75
2	1	1997	20,65	86,04	196,20	3,53	219,69
1	2	1997	20,97	82,29	141,60	5,75	185,45
2	2	1997	21,08	83,07	83,10	5,32	136,32
1	3	1997	18,95	79,33	74,30	6,36	180,05
2	3	1997	18,39	73,43	2,80	7,64	199,80
Safr 97/98							
1	10	1997	16,92	83,32	244,00	3,20	302,54
2	10	1997	17,93	80,89	132,70	5,29	240,48
1	11	1997	20,66	81,73	108,20	4,66	204,92
2	11	1997	18,51	82,17	61,00	3,99	243,76
1	12	1997	19,98	79,90	113,10	5,39	164,34
2	12	1997	22,36	75,46	49,50	7,81	213,69
1	1	1998	20,93	81,07	78,40	5,43	184,39
2	1	1998	22,68	76,81	70,80	8,23	172,22
1	2	1998	20,55	85,84	138,10	3,10	192,06
2	2	1998	21,65	84,20	106,80	4,60	171,67
1	3	1998	21,28	83,06	65,30	5,65	132,22
2	3	1998	17,90	85,05	192,80	4,45	188,64
Safr 98/99							
1	10	1998	17,01	79,39	139,70	6,33	247,72
2	10	1998	17,54	76,74	129,00	6,98	240,33
1	11	1998	17,83	69,97	29,40	7,72	219,74
2	11	1998	19,64	72,71	48,00	6,99	198,20
1	12	1998	20,59	75,99	71,80	7,15	172,59
2	12	1998	18,78	73,09	57,40	7,93	222,02
1	1	1999	20,15	81,17	145,20	5,58	221,48
2	1	1999	21,28	83,53	67,30	6,25	146,43
1	2	1999	21,04	83,19	92,90	5,10	147,51
2	2	1999	20,78	83,13	95,60	6,51	154,95
1	3	1999	20,61	77,71	55,60	7,85	197,67
2	3	1999	20,46	81,26	128,20	5,23	171,13

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.13 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE GUARAQUEÇABA

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	20,97	81,67	37,80	2,79	-
2	10	1996	21,55	82,40	104,80	3,10	-
1	11	1996	22,83	81,53	50,70	2,23	-
2	11	1996	21,59	82,36	113,50	4,67	-
1	12	1996	24,40	80,75	77,60	5,91	-
2	12	1996	25,57	81,99	222,60	4,02	-
1	1	1997	25,29	81,05	170,40	6,04	-
2	1	1997	24,57	85,31	369,20	3,29	-
1	2	1997	25,89	80,29	189,80	5,17	-
2	2	1997	26,22	79,42	95,00	5,27	-
1	3	1997	25,00	81,73	178,00	3,61	-
2	3	1997	22,54	83,04	38,40	4,96	-
Safr 97/98							
1	10	1997	20,11	86,85	116,40	1,93	-
2	10	1997	21,15	86,90	179,00	1,89	-
1	11	1997	23,87	82,54	112,60	2,79	-
2	11	1997	22,32	84,78	268,70	2,76	-
1	12	1997	24,60	79,02	79,60	4,67	-
2	12	1997	25,87	77,80	321,20	5,33	-
1	1	1998	24,85	85,05	371,90	3,84	-
2	1	1998	27,06	80,42	351,00	6,85	-
1	2	1998	25,84	82,25	189,10	2,97	-
2	2	1998	25,98	83,67	352,40	3,11	-
1	3	1998	26,13	81,39	82,60	4,11	-
2	3	1998	23,18	87,46	244,90	3,36	-
Safr 98/99							
1	10	1998	19,69	86,91	156,80	2,38	-
2	10	1998	20,42	84,51	131,00	2,81	-
1	11	1998	20,63	82,48	32,40	3,49	-
2	11	1998	21,93	79,55	21,20	5,05	-
1	12	1998	24,04	79,97	74,80	4,83	-
2	12	1998	23,71	78,29	98,60	5,14	-
1	1	1999	23,45	85,15	254,60	1,69	-
2	1	1999	25,89	78,03	165,60	5,21	-
1	2	1999	25,16	79,98	170,40	4,65	-
2	2	1999	24,75	81,98	199,40	3,51	-
1	3	1999	24,55	83,67	164,70	4,81	-
2	3	1999	24,78	81,78	120,90	4,71	-

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.14 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE IBIPORÃ

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	21,99	69,48	50,10	-	201,75
2	10	1996	23,06	68,56	77,50	-	168,40
1	11	1996	23,67	74,72	144,10	-	162,06
2	11	1996	23,49	59,55	7,10	-	224,07
1	12	1996	24,09	74,61	61,10	-	158,52
2	12	1996	24,72	81,75	179,30	-	133,68
1	1	1997	22,93	79,34	76,60	6,87	164,97
2	1	1997	22,21	88,13	197,20	3,42	156,45
1	2	1997	22,94	78,65	197,90	6,88	156,98
2	2	1997	23,37	81,97	162,90	6,32	123,57
1	3	1997	23,08	70,62	42,70	6,29	151,22
2	3	1997	21,98	64,61	21,30	7,41	182,29
Safr 97/98							
1	10	1997	21,37	70,01	31,90	5,97	212,54
2	10	1997	20,82	71,84	123,30	5,65	171,73
1	11	1997	23,35	75,69	118,00	5,97	162,65
2	11	1997	21,11	80,19	140,30	4,01	175,56
1	12	1997	22,83	78,24	62,70	5,66	150,26
2	12	1997	24,63	77,00	43,50	7,68	164,98
1	1	1998	23,44	76,53	46,30	6,99	132,22
2	1	1998	24,97	75,08	63,70	7,29	139,04
1	2	1998	23,38	83,08	150,10	4,36	140,42
2	2	1998	23,67	85,78	102,70	4,85	127,17
1	3	1998	23,69	77,43	64,30	6,44	126,93
2	3	1998	21,89	78,46	180,80	5,42	156,55
Safr 98/99							
1	10	1998	20,31	74,91	215,00	6,50	169,47
2	10	1998	20,45	72,69	88,00	5,84	184,67
1	11	1998	21,64	62,53	26,70	8,79	180,69
2	11	1998	23,65	59,89	8,60	9,12	172,91
1	12	1998	24,21	66,01	70,60	7,59	140,69
2	12	1998	21,82	70,80	70,00	7,39	165,67
1	1	1999	21,98	81,23	166,30	4,95	149,89
2	1	1999	24,13	75,98	76,70	6,96	128,82
1	2	1999	23,57	78,03	118,10	7,11	127,09
2	2	1999	22,84	81,58	89,30	7,15	110,74
1	3	1999	22,83	74,43	61,20	8,67	155,08
2	3	1999	23,52	74,84	80,30	6,46	149,85

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.15 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE JOAQUIM TÁVORA

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	20,66	79,76	75,90	5,25	136,45
2	10	1996	22,05	76,56	37,00	6,58	150,98
1	11	1996	23,15	74,16	90,60	5,25	124,98
2	11	1996	22,13	65,86	30,00	8,92	188,92
1	12	1996	23,96	75,19	50,90	5,73	102,68
2	12	1996	24,66	80,82	97,90	5,46	60,16
1	1	1997	24,29	75,05	35,30	7,81	102,50
2	1	1997	23,71	86,97	347,40	3,68	97,00
1	2	1997	24,51	75,77	64,60	7,48	102,71
2	2	1997	24,32	82,62	131,50	5,75	78,22
1	3	1997	23,69	81,44	32,60	6,39	103,74
2	3	1997	22,19	69,06	2,10	8,84	194,63
Safr 97/98							
1	10	1997	22,11	70,63	26,20	6,83	188,17
2	10	1997	21,32	74,66	65,40	5,79	158,79
1	11	1997	24,78	74,14	54,10	6,35	117,23
2	11	1997	22,27	79,17	118,20	4,23	193,43
1	12	1997	24,09	73,97	89,60	5,52	117,36
2	12	1997	25,74	70,99	21,60	8,98	107,94
1	1	1998	24,52	76,78	67,60	5,57	93,73
2	1	1998	26,39	72,96	69,00	8,77	103,74
1	2	1998	24,59	82,78	133,40	4,31	86,03
2	2	1998	25,27	81,87	92,50	5,19	82,08
1	3	1998	24,67	80,87	41,40	6,24	65,85
2	3	1998	22,81	81,63	88,80	5,17	108,07
Safr 98/99							
1	10	1998	20,67	75,73	95,60	7,11	185,76
2	10	1998	21,13	73,92	68,40	6,59	169,51
1	11	1998	21,43	67,93	7,20	9,11	166,55
2	11	1998	23,39	62,01	9,00	8,63	130,59
1	12	1998	24,75	71,75	146,60	7,15	113,53
2	12	1998	23,18	72,51	47,60	7,45	123,77
1	1	1999	23,10	81,80	213,10	3,79	124,88
2	1	1999	25,10	77,49	112,40	7,05	58,78
1	2	1999	24,65	77,74	63,90	6,77	82,52
2	2	1999	24,26	78,63	70,10	5,90	60,71
1	3	1999	23,79	75,29	23,40	8,41	125,33
2	3	1999	24,36	73,08	26,60	7,65	101,82

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.16 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE LAPA

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	16,17	84,83	80,10	3,78	207,78
2	10	1996	17,51	85,64	84,90	4,95	192,96
1	11	1996	19,21	86,21	93,50	3,53	192,01
2	11	1996	17,79	78,70	14,30	7,37	214,71
1	12	1996	20,35	81,88	129,40	6,39	181,69
2	12	1996	21,51	82,47	135,30	4,98	172,27
1	1	1997	21,09	81,53	57,60	6,95	167,78
2	1	1997	20,23	90,29	204,00	3,07	189,14
1	2	1997	21,35	83,57	72,20	6,08	197,67
2	2	1997	20,96	87,15	136,40	4,66	164,84
1	3	1997	19,51	84,65	66,10	6,10	162,91
2	3	1997	17,66	81,59	0,30	5,97	154,46
Safr 97/98							
1	10	1997	15,98	88,62	120,80	2,67	256,35
2	10	1997	17,32	85,28	142,90	2,93	205,56
1	11	1997	20,07	85,47	116,20	3,61	196,72
2	11	1997	17,90	86,69	133,30	4,03	199,42
1	12	1997	19,96	82,87	96,70	5,69	175,71
2	12	1997	22,11	81,01	65,70	6,64	200,55
1	1	1998	20,50	87,49	157,80	4,20	184,44
2	1	1998	22,49	83,10	88,60	7,01	184,38
1	2	1998	20,89	85,84	77,70	3,07	185,08
2	2	1998	21,27	88,19	175,00	3,58	154,82
1	3	1998	21,21	84,11	23,30	5,55	149,74
2	3	1998	18,29	87,44	177,50	4,13	178,97
Safr 98/99							
1	10	1998	15,83	86,59	114,80	3,59	194,13
2	10	1998	16,79	84,36	110,50	4,23	202,33
1	11	1998	17,10	79,03	19,30	6,18	206,25
2	11	1998	18,88	76,71	7,60	5,19	210,74
1	12	1998	20,90	79,05	97,20	6,44	191,85
2	12	1998	19,23	77,06	41,30	6,04	197,41
1	1	1999	19,16	87,35	63,30	2,60	222,12
2	1	1999	21,69	84,08	104,20	5,69	180,42
1	2	1999	21,11	83,17	116,10	5,59	165,82
2	2	1999	20,36	88,28	173,30	3,98	184,13
1	3	1999	20,25	84,04	21,60	7,27	144,93
2	3	1999	20,33	85,16	84,50	4,58	162,65

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.17 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE LARANJEIRAS DO SUL

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	17,33	80,30	293,30	4,05	177,20
2	10	1996	19,78	77,74	182,90	5,26	146,63
1	11	1996	21,58	79,52	107,20	5,19	147,72
2	11	1996	20,99	63,23	3,90	10,85	180,95
1	12	1996	21,85	70,53	86,00	6,99	144,47
2	12	1996	22,03	81,94	244,70	4,96	141,87
1	1	1997	22,93	72,19	6,00	8,02	144,81
2	1	1997	21,98	84,10	158,10	4,30	159,38
1	2	1997	22,11	81,35	130,40	6,11	159,95
2	2	1997	22,46	80,53	78,20	6,02	128,45
1	3	1997	20,59	74,30	47,50	7,41	130,00
2	3	1997	20,21	70,08	14,00	8,15	133,04
Safr 97/98							
1	10	1997	18,46	79,56	189,90	3,97	233,92
2	10	1997	19,39	78,96	123,50	5,11	171,63
1	11	1997	21,79	81,17	156,20	5,51	161,11
2	11	1997	20,03	77,70	48,20	4,45	169,42
1	12	1997	21,60	76,94	102,80	6,82	135,82
2	12	1997	23,79	73,32	72,20	8,63	185,32
1	1	1998	22,53	79,27	63,50	6,74	150,37
2	1	1998	24,11	74,36	152,00	8,29	155,16
1	2	1998	21,54	83,91	206,90	4,39	168,89
2	2	1998	22,92	84,78	120,70	4,88	128,69
1	3	1998	22,61	80,94	89,80	6,19	127,04
2	3	1998	19,50	84,20	195,50	4,38	143,40
Safr 98/99							
1	10	1998	18,73	76,33	178,40	5,95	159,58
2	10	1998	19,21	72,83	153,60	7,06	168,15
1	11	1998	19,81	67,15	47,80	8,71	147,57
2	11	1998	21,81	65,43	14,60	7,84	150,21
1	12	1998	22,40	71,09	156,00	7,44	140,85
2	12	1998	20,26	70,76	55,80	7,55	164,98
1	1	1999	21,62	75,73	90,60	6,89	162,01
2	1	1999	22,58	81,71	104,00	6,33	140,18
1	2	1999	22,05	80,30	205,40	6,05	142,59
2	2	1999	21,63	84,42	127,20	6,32	118,01
1	3	1999	22,27	76,25	31,60	7,80	127,83
2	3	1999	21,44	81,31	83,20	4,69	129,27

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.18 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE LONDRINA

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	21,13	71,97	47,30	5,93	201,22
2	10	1996	22,28	70,19	129,00	6,28	170,29
1	11	1996	23,17	77,21	228,80	5,35	167,72
2	11	1996	23,16	59,05	20,10	9,89	238,15
1	12	1996	23,50	75,55	151,60	7,36	155,85
2	12	1996	24,25	82,09	144,70	5,19	137,75
1	1	1997	23,98	74,84	72,20	7,33	191,43
2	1	1997	23,26	86,20	287,30	3,80	187,67
1	2	1997	23,89	76,46	187,10	7,33	172,80
2	2	1997	24,18	79,76	168,20	6,01	129,79
1	3	1997	23,41	70,44	7,90	6,78	149,71
2	3	1997	22,63	61,75	2,90	8,16	192,68
Safr 97/98							
1	10	1997	22,29	68,15	53,90	6,68	214,76
2	10	1997	21,76	72,34	95,40	5,51	184,28
1	11	1997	24,66	76,07	94,20	5,81	153,49
2	11	1997	21,91	81,29	185,90	3,91	190,05
1	12	1997	23,97	74,93	54,60	5,38	146,72
2	12	1997	25,70	71,72	45,40	8,69	168,06
1	1	1998	24,40	77,11	42,20	5,85	138,73
2	1	1998	26,46	71,16	47,90	8,70	147,82
1	2	1998	24,33	83,46	153,50	4,35	149,39
2	2	1998	24,62	85,38	202,40	5,75	118,07
1	3	1998	24,67	77,59	81,60	6,70	118,04
2	3	1998	22,78	80,28	154,00	5,34	149,45
Safr 98/99							
1	10	1998	21,31	73,53	93,60	7,01	172,65
2	10	1998	21,57	70,38	89,30	6,53	201,39
1	11	1998	22,34	60,01	21,00	9,39	184,34
2	11	1998	24,24	58,31	8,60	8,69	172,12
1	12	1998	24,96	68,43	105,80	7,61	139,21
2	12	1998	23,01	71,69	118,30	7,13	161,56
1	1	1999	22,56	87,15	212,20	3,86	152,91
2	1	1999	24,79	75,98	50,80	6,81	117,86
1	2	1999	24,45	78,56	150,90	6,19	125,24
2	2	1999	24,12	79,95	61,30	6,72	111,29
1	3	1999	23,97	71,31	39,20	8,61	174,97
2	3	1999	24,47	72,92	53,40	7,30	138,84

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.19 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE MORRETES

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	20,37	86,75	54,60	3,45	108,10
2	10	1996	20,58	87,81	90,10	3,12	87,30
1	11	1996	22,16	87,43	118,30	2,84	97,41
2	11	1996	21,65	82,26	83,40	4,50	106,72
1	12	1996	24,17	81,91	176,80	5,51	111,11
2	12	1996	25,16	86,46	178,60	3,90	86,01
1	1	1997	25,30	82,90	101,20	6,45	25,30
2	1	1997	24,08	91,01	313,00	3,34	24,08
1	2	1997	25,67	83,14	55,10	6,39	25,67
2	2	1997	25,14	86,38	62,40	4,90	25,14
1	3	1997	24,18	87,21	134,40	5,29	24,18
2	3	1997	22,33	83,02	24,00	6,03	22,33
Safr 97/98							
1	10	1997	19,83	90,18	103,40	2,31	19,83
2	10	1997	20,94	89,53	180,90	2,64	20,94
1	11	1997	23,25	88,29	77,10	3,05	23,25
2	11	1997	21,85	88,03	135,00	3,40	21,85
1	12	1997	24,32	82,97	45,20	4,69	24,32
2	12	1997	25,38	85,47	167,10	5,81	25,38
1	1	1998	24,48	88,67	181,90	3,83	24,48
2	1	1998	26,43	84,22	190,30	7,11	26,43
1	2	1998	25,21	87,19	131,70	2,75	25,21
2	2	1998	25,03	90,96	236,10	3,58	25,03
1	3	1998	25,11	88,01	89,20	4,42	25,11
2	3	1998	22,43	90,44	290,00	3,60	22,43
Safr 98/99							
1	10	1998	19,76	87,34	85,60	2,57	19,76
2	10	1998	20,47	86,56	127,50	3,33	20,47
1	11	1998	20,70	84,46	62,30	4,15	20,70
2	11	1998	22,03	81,35	26,50	4,33	22,03
1	12	1998	23,83	82,57	109,00	5,03	23,83
2	12	1998	23,86	79,13	123,00	5,88	23,86
1	1	1999	23,14	90,89	218,60	2,33	23,14
2	1	1999	25,91	85,23	274,90	6,54	25,91
1	2	1999	24,97	85,71	219,10	4,94	24,97
2	2	1999	24,65	90,07	192,30	3,89	24,65
1	3	1999	24,34	88,65	147,30	4,77	24,34
2	3	1999	24,75	88,28	117,70	4,85	24,75

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.20 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE NOVA CANTU

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	19,92	76,33	151,00	4,90	37,88
2	10	1996	21,98	75,21	67,40	4,72	26,88
1	11	1996	23,57	77,33	87,30	5,39	25,35
2	11	1996	23,36	58,97	9,60	10,26	37,19
1	12	1996	23,61	73,60	115,40	6,60	22,22
2	12	1996	23,39	85,23	279,90	4,88	24,28
1	1	1997	24,99	73,74	21,60	8,33	11,93
2	1	1997	24,04	82,74	179,60	4,14	17,10
1	2	1997	23,99	79,89	122,80	6,21	23,67
2	2	1997	24,13	83,07	114,80	6,07	10,13
1	3	1997	22,38	74,27	61,40	6,63	17,20
2	3	1997	22,31	65,97	21,70	8,53	18,86
Safr 97/98							
1	10	1997	21,46	72,15	136,00	5,06	120,85
2	10	1997	21,68	75,23	125,50	5,24	70,52
1	11	1997	23,89	78,49	169,40	5,16	46,81
2	11	1997	21,90	76,41	120,20	3,92	41,32
1	12	1997	23,16	79,66	145,60	5,09	23,59
2	12	1997	25,75	73,04	50,20	8,54	40,95
1	1	1998	24,15	76,83	37,20	6,35	24,36
2	1	1998	26,18	72,03	56,80	8,16	33,79
1	2	1998	23,31	83,45	137,80	4,19	27,14
2	2	1998	24,45	85,74	172,00	4,58	19,92
1	3	1998	24,08	82,19	89,80	5,43	12,60
2	3	1998	21,66	83,33	292,00	4,31	19,28
Safr 98/99							
1	10	1998	20,93	75,41	155,60	6,40	23,43
2	10	1998	21,13	72,00	135,60	7,04	32,30
1	11	1998	22,41	64,34	5,90	8,27	19,26
2	11	1998	24,54	60,85	11,40	7,49	23,00
1	12	1998	25,01	67,79	48,80	7,51	20,20
2	12	1998	22,73	68,90	63,20	7,71	28,31
1	1	1999	24,00	74,23	92,00	6,22	21,74
2	1	1999	24,61	76,86	23,20	6,95	25,80
1	2	1999	24,06	80,51	138,30	5,87	18,84
2	2	1999	23,12	86,75	98,00	5,38	10,22
1	3	1999	24,13	71,87	121,00	8,21	15,16
2	3	1999	24,04	77,06	43,00	5,49	16,92

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.21 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE PALMAS

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	15,04	80,59	183,00	3,97	152,62
2	10	1996	17,05	79,36	189,80	4,86	139,74
1	11	1996	19,36	80,76	54,60	5,81	164,10
2	11	1996	18,20	67,87	28,60	9,93	219,01
1	12	1996	19,41	76,70	186,20	7,20	137,08
2	12	1996	20,34	79,84	85,60	5,75	91,77
1	1	1997	21,09	74,89	48,30	8,20	124,04
2	1	1997	20,14	84,42	128,40	4,48	179,26
1	2	1997	20,28	81,57	139,80	6,67	156,04
2	2	1997	20,52	84,96	131,50	5,77	106,09
1	3	1997	18,58	79,54	57,20	6,91	114,28
2	3	1997	18,06	71,15	9,70	8,56	113,13
Safr 97/98							
1	10	1997	15,41	85,64	232,60	2,62	230,37
2	10	1997	17,39	80,59	218,80	5,48	137,72
1	11	1997	19,76	81,30	199,00	5,33	132,54
2	11	1997	18,30	77,87	89,80	5,17	159,15
1	12	1997	19,52	73,07	146,20	6,27	77,56
2	12	1997	21,43	79,30	66,40	6,84	133,92
1	1	1998	20,05	80,86	141,20	5,81	111,25
2	1	1998	21,73	77,16	194,10	7,26	71,15
1	2	1998	19,53	83,79	154,90	5,37	91,48
2	2	1998	20,66	85,02	96,90	4,48	62,32
1	3	1998	20,34	82,82	76,20	5,23	65,98
2	3	1998	16,73	85,38	216,70	4,41	126,90
Safr 98/99							
1	10	1998	16,21	82,24	150,40	4,77	169,69
2	10	1998	16,76	75,67	114,00	6,82	165,99
1	11	1998	17,15	70,35	15,80	8,15	145,30
2	11	1998	19,25	67,98	5,60	7,98	155,91
1	12	1998	20,25	72,69	146,40	6,81	120,56
2	12	1998	17,72	73,80	101,20	7,16	168,48
1	1	1999	19,61	77,05	86,00	-	-
2	1	1999	20,81	80,89	109,40	-	-
1	2	1999	20,23	81,17	108,80	6,11	102,17
2	2	1999	19,91	84,15	75,00	6,84	73,55
1	3	1999	20,14	76,21	52,80	8,49	105,18
2	3	1999	19,54	82,04	28,20	4,69	81,98

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.22 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE PALOTINA

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2mr
Safr 96/97							
1	10	1996	21,07	77,06	178,20	5,00	184,07
2	10	1996	22,49	78,73	115,10	5,23	135,94
1	11	1996	24,49	80,51	89,00	5,92	145,03
2	11	1996	23,58	67,36	106,00	10,84	163,70
1	12	1996	24,03	78,77	84,70	7,32	136,56
2	12	1996	24,41	84,19	93,60	5,13	112,62
1	1	1997	25,30	77,59	109,10	9,22	107,04
2	1	1997	24,77	86,31	175,50	4,37	146,23
1	2	1997	24,59	82,23	140,60	6,39	130,24
2	2	1997	25,47	82,24	72,80	6,60	99,24
1	3	1997	23,77	73,96	17,50	8,07	105,42
2	3	1997	23,04	72,54	61,60	8,79	107,24
Safr 97/98							
1	10	1997	22,70	72,00	52,00	5,83	205,50
2	10	1997	23,34	77,10	181,00	5,91	162,92
1	11	1997	25,56	77,52	130,00	6,26	152,01
2	11	1997	23,13	83,25	112,90	4,19	151,11
1	12	1997	24,29	82,44	120,60	5,45	104,66
2	12	1997	26,73	75,48	39,70	9,58	127,18
1	1	1998	25,55	79,49	47,80	8,02	109,52
2	1	1998	26,83	76,32	108,10	8,39	117,11
1	2	1998	24,57	81,43	74,00	4,12	134,02
2	2	1998	25,60	84,72	110,00	3,92	106,11
1	3	1998	25,52	79,27	29,20	6,75	114,13
2	3	1998	23,28	81,87	66,20	4,70	118,70
Safr 98/99							
1	10	1998	21,99	80,68	92,70	5,82	125,56
2	10	1998	21,84	73,54	105,70	6,88	169,20
1	11	1998	22,73	70,95	45,30	8,80	128,57
2	11	1998	24,32	67,34	13,80	8,76	152,65
1	12	1998	25,02	76,67	130,50	7,96	127,65
2	12	1998	22,56	78,63	112,10	8,98	144,17
1	1	1999	24,36	79,95	106,40	8,39	120,74
2	1	1999	25,35	78,74	63,40	7,32	107,91
1	2	1999	25,10	81,11	94,80	6,05	119,58
2	2	1999	24,92	80,11	37,30	7,74	107,66
1	3	1999	25,29	74,65	19,50	8,65	141,96
2	3	1999	25,05	76,64	27,70	6,05	124,55

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.23 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE PARANAVÁI

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	21,99	73,14	62,10	6,60	187,30
2	10	1996	23,28	70,39	129,40	6,58	145,73
1	11	1996	24,20	76,21	104,00	5,63	143,97
2	11	1996	23,64	61,59	32,50	10,27	179,26
1	12	1996	24,29	74,70	83,90	6,85	128,10
2	12	1996	25,58	80,20	166,60	5,60	122,02
1	1	1997	24,83	74,55	134,30	7,16	126,19
2	1	1997	24,06	86,83	209,40	4,20	169,20
1	2	1997	24,75	76,55	153,40	6,69	143,44
2	2	1997	25,48	76,68	130,30	6,24	108,18
1	3	1997	24,01	71,47	52,50	7,60	102,65
2	3	1997	23,23	64,06	8,40	8,39	145,98
Safr 97/98							
1	10	1997	23,87	64,52	58,00	6,89	205,40
2	10	1997	22,29	76,93	286,20	5,94	163,69
1	11	1997	25,57	75,20	155,80	6,57	140,79
2	11	1997	22,80	82,23	109,60	3,86	167,25
1	12	1997	24,25	78,01	51,20	5,10	117,78
2	12	1997	26,61	70,89	122,60	8,94	158,88
1	1	1998	25,32	75,01	87,60	6,69	131,11
2	1	1998	27,51	68,55	23,10	8,57	143,75
1	2	1998	24,89	80,33	65,60	4,25	131,01
2	2	1998	25,60	83,08	56,30	5,47	112,76
1	3	1998	25,55	77,35	169,60	7,35	114,29
2	3	1998	23,67	79,38	83,30	5,83	132,64
Safr 98/99							
1	10	1998	22,35	73,21	67,40	6,31	154,71
2	10	1998	22,38	70,49	91,80	6,81	162,05
1	11	1998	23,25	62,75	18,90	9,54	151,90
2	11	1998	25,31	58,70	19,90	8,99	151,53
1	12	1998	25,77	68,92	79,00	7,79	121,22
2	12	1998	23,74	68,21	76,20	7,59	142,86
1	1	1999	23,81	81,52	136,80	5,62	130,74
2	1	1999	25,74	74,29	52,80	7,84	118,25
1	2	1999	25,29	79,27	134,80	6,21	117,04
2	2	1999	25,22	76,67	59,30	7,72	114,53
1	3	1999	24,85	69,99	54,80	7,19	149,10
2	3	1999	25,32	73,44	45,80	8,43	119,54

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.24 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE PATO BRANCO

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	17,39	79,53	220,90	4,31	146,04
2	10	1996	19,51	76,44	241,00	4,81	132,46
1	11	1996	21,67	78,88	130,50	6,11	114,38
2	11	1996	20,97	61,92	48,90	10,93	145,32
1	12	1996	21,83	73,49	79,90	7,77	120,23
2	12	1996	21,89	82,04	151,00	5,07	83,72
1	1	1997	23,17	72,53	63,20	8,85	102,84
2	1	1997	22,57	81,90	126,30	5,71	131,37
1	2	1997	22,20	82,38	185,30	6,74	119,93
2	2	1997	22,36	85,58	92,90	5,94	71,19
1	3	1997	20,39	79,12	59,80	7,73	98,97
2	3	1997	20,48	67,41	8,60	9,21	114,03
Safr 97/98							
1	10	1997	18,34	79,29	183,40	3,41	198,02
2	10	1997	19,69	77,16	181,20	5,86	123,71
1	11	1997	21,81	80,09	200,30	5,48	129,64
2	11	1997	20,56	75,28	96,20	5,84	139,60
1	12	1997	21,44	74,81	212,20	6,43	99,61
2	12	1997	23,79	77,11	103,20	8,12	117,57
1	1	1998	22,37	80,53	88,60	7,22	92,86
2	1	1998	23,85	78,09	108,50	7,27	105,55
1	2	1998	21,46	83,19	190,20	5,47	112,93
2	2	1998	22,75	84,98	49,00	4,98	95,47
1	3	1998	22,37	81,85	43,30	6,65	83,08
2	3	1998	18,96	85,43	233,80	4,51	86,39
Safr 98/99							
1	10	1998	18,69	77,26	217,70	6,03	131,05
2	10	1998	19,33	72,01	163,60	7,17	140,25
1	11	1998	19,98	66,89	55,50	8,95	115,80
2	11	1998	21,94	65,27	8,20	8,73	132,43
1	12	1998	22,31	72,71	175,60	7,29	116,38
2	12	1998	20,09	69,74	92,20	8,16	137,78
1	1	1999	21,85	72,19	85,30	8,26	137,88
2	1	1999	22,52	80,88	88,50	7,44	88,71
1	2	1999	22,00	81,89	92,20	6,59	97,04
2	2	1999	21,85	84,01	61,20	6,61	71,98
1	3	1999	22,83	71,34	3,80	9,40	102,39
2	3	1999	21,71	81,59	66,00	5,27	89,94

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.25 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE PINHAIS

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	16,29	84,65	60,70	3,55	151,01
2	10	1996	17,17	86,13	137,80	4,16	143,06
1	11	1996	18,44	87,19	80,00	3,71	146,03
2	11	1996	16,87	84,18	61,70	6,21	175,45
1	12	1996	19,80	81,55	137,60	6,27	135,24
2	12	1996	20,94	87,47	214,70	4,01	128,37
1	1	1997	20,56	85,13	112,20	6,27	132,49
2	1	1997	20,07	91,18	229,60	3,39	142,36
1	2	1997	20,87	85,27	71,60	6,49	144,60
2	2	1997	20,78	85,28	85,40	5,23	127,29
1	3	1997	19,55	85,24	24,20	6,23	130,00
2	3	1997	17,12	84,81	4,80	6,16	125,35
Safr 97/98							
1	10	1997	16,13	87,48	88,30	2,53	190,79
2	10	1997	16,88	87,30	135,70	2,91	166,87
1	11	1997	20,03	86,22	50,90	3,56	156,14
2	11	1997	17,62	89,63	123,30	3,75	159,37
1	12	1997	19,67	81,79	49,00	5,26	137,88
2	12	1997	21,84	80,86	104,40	6,14	163,44
1	1	1998	20,38	85,54	86,70	4,23	146,30
2	1	1998	22,51	82,54	82,90	7,60	142,26
1	2	1998	21,07	85,53	60,00	2,56	148,47
2	2	1998	21,42	88,75	101,60	3,16	128,27
1	3	1998	21,21	84,51	63,40	4,50	118,78
2	3	1998	18,43	88,73	187,00	3,68	140,77
Safr 98/99							
1	10	1998	-	-	-	-	-
2	10	1998	-	-	-	-	-
1	11	1998	-	-	-	-	-
2	11	1998	-	-	-	-	-
1	12	1998	-	-	-	-	-
2	12	1998	-	-	-	-	-
1	1	1999	-	-	-	-	-
2	1	1999	-	-	-	-	-
1	2	1999	-	-	-	-	-
2	2	1999	-	-	-	-	-
1	3	1999	-	-	-	-	-
2	3	1999	-	-	-	-	-

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.26 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE PLANALTO

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	19,79	76,12	492,00	4,47	192,37
2	10	1996	22,01	75,88	153,00	4,64	143,24
1	11	1996	23,86	76,28	72,40	6,00	155,20
2	11	1996	24,26	55,07	63,60	10,62	172,74
1	12	1996	24,14	69,79	82,50	7,29	146,51
2	12	1996	24,20	80,83	248,60	5,28	126,97
1	1	1997	26,15	66,13	13,40	9,73	144,23
2	1	1997	24,93	78,86	102,00	5,91	162,15
1	2	1997	24,85	76,66	92,60	6,81	159,00
2	2	1997	25,26	77,26	106,80	6,95	128,90
1	3	1997	23,57	69,66	13,80	8,16	135,43
2	3	1997	23,97	57,66	8,40	9,30	136,72
Safr 97/98							
1	10	1997	20,83	76,37	173,90	4,39	255,12
2	10	1997	22,27	75,51	51,70	5,63	168,81
1	11	1997	23,87	80,14	224,20	4,99	158,22
2	11	1997	22,93	74,73	86,50	4,58	153,86
1	12	1997	24,14	76,04	84,80	6,35	124,47
2	12	1997	26,81	68,73	7,10	8,95	162,47
1	1	1998	25,49	73,13	77,60	7,55	129,79
2	1	1998	26,13	75,34	74,90	7,59	112,48
1	2	1998	23,23	82,75	229,60	5,51	109,32
2	2	1998	24,78	84,96	55,60	4,78	91,71
1	3	1998	24,41	79,93	30,80	6,71	74,97
2	3	1998	21,43	82,93	262,80	4,75	101,99
Safr 98/99							
1	10	1998	21,21	75,33	181,20	6,19	175,16
2	10	1998	21,53	69,90	169,60	7,51	176,70
1	11	1998	22,65	64,57	18,20	8,81	141,19
2	11	1998	24,45	58,68	34,20	8,44	144,98
1	12	1998	24,72	67,41	79,00	7,73	119,92
2	12	1998	22,86	65,17	74,00	8,72	150,97
1	1	1999	24,46	67,85	116,20	9,31	147,74
2	1	1999	24,98	75,84	123,80	7,50	112,06
1	2	1999	24,05	80,40	143,00	6,00	109,65
2	2	1999	23,80	81,52	62,20	8,28	98,08
1	3	1999	24,91	71,29	7,20	9,68	137,99
2	3	1999	23,82	78,61	63,00	4,61	122,66

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

**TABELA A.27 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE
PONTA GROSSA**

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	16,97	80,85	71,80	4,65	221,85
2	10	1996	18,82	79,39	123,20	5,44	246,38
1	11	1996	20,23	80,05	47,50	4,57	247,30
2	11	1996	18,84	71,18	21,60	7,75	268,36
1	12	1996	20,99	76,21	61,00	5,83	207,62
2	12	1996	22,00	81,24	174,10	5,14	192,86
1	1	1997	21,71	77,59	31,60	6,61	202,96
2	1	1997	20,99	87,45	225,40	3,18	227,38
1	2	1997	21,72	80,77	97,80	6,03	217,35
2	2	1997	21,54	84,76	50,50	4,71	189,68
1	3	1997	20,27	79,69	53,80	6,79	181,01
2	3	1997	18,64	74,72	1,00	7,34	202,63
Safr 97/98							
1	10	1997	17,15	83,59	132,90	3,47	331,96
2	10	1997	18,31	79,16	125,60	3,69	266,02
1	11	1997	21,07	82,54	243,30	3,72	235,61
2	11	1997	18,81	83,40	119,00	3,55	250,48
1	12	1997	20,73	78,34	137,10	4,97	208,04
2	12	1997	22,66	76,41	56,20	6,34	220,93
1	1	1998	21,25	81,23	159,50	3,96	212,65
2	1	1998	23,15	77,81	129,90	7,44	208,73
1	2	1998	21,41	84,44	83,50	2,95	204,76
2	2	1998	21,95	83,28	125,60	4,95	168,80
1	3	1998	21,77	83,09	112,20	5,20	172,28
2	3	1998	18,98	84,22	295,20	4,36	220,54
Safr 98/99							
1	10	1998	16,77	83,34	136,20	4,20	250,69
2	10	1998	17,90	79,08	123,90	5,33	257,49
1	11	1998	18,33	71,37	17,60	7,00	250,37
2	11	1998	20,09	69,18	7,30	5,92	237,20
1	12	1998	21,95	71,55	103,70	6,90	244,02
2	12	1998	19,94	73,53	67,80	6,37	239,58
1	1	1999	20,14	84,43	87,80	2,51	213,28
2	1	1999	22,24	81,53	90,60	6,47	169,44
1	2	1999	21,75	81,72	99,80	6,38	207,72
2	2	1999	21,11	85,92	98,60	5,04	176,25
1	3	1999	20,90	81,81	64,30	6,94	176,93
2	3	1999	21,06	83,00	152,20	5,69	184,13

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.28 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE QUEDAS DO IGUAÇU

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	18,76	81,55	361,30	4,79	-
2	10	1996	21,14	78,35	151,60	3,99	-
1	11	1996	23,31	79,71	84,70	5,26	-
2	11	1996	23,02	66,95	7,50	9,89	-
1	12	1996	23,27	75,75	79,80	6,66	-
2	12	1996	23,28	82,97	243,80	4,58	-
1	1	1997	25,04	70,06	6,00	8,34	-
2	1	1997	24,14	80,23	118,30	4,28	-
1	2	1997	23,79	80,96	167,60	5,85	-
2	2	1997	24,18	82,18	99,10	6,33	-
1	3	1997	22,30	75,49	25,20	7,57	-
2	3	1997	22,52	65,83	10,00	9,76	-
Safr 97/98							
1	10	1997	20,00	78,13	218,50	4,14	-
2	10	1997	21,39	74,82	130,50	5,58	-
1	11	1997	23,05	82,27	222,70	4,91	-
2	11	1997	22,03	74,47	85,30	3,95	-
1	12	1997	23,31	76,53	104,70	5,39	-
2	12	1997	25,72	70,60	55,80	7,33	-
1	1	1998	24,52	74,60	56,50	6,79	-
2	1	1998	25,85	73,45	110,80	7,43	-
1	2	1998	23,29	81,79	218,30	4,55	-
2	2	1998	24,47	84,95	59,80	4,56	-
1	3	1998	24,17	80,23	65,30	6,09	-
2	3	1998	20,84	83,06	294,90	4,49	-
Safr 98/99							
1	10	1998	20,56	75,09	220,00	6,80	-
2	10	1998	20,71	73,07	115,40	7,28	-
1	11	1998	21,76	66,14	38,80	8,69	-
2	11	1998	23,47	65,43	6,00	8,33	-
1	12	1998	23,68	71,67	147,40	6,93	-
2	12	1998	22,13	67,95	66,70	8,57	-
1	1	1999	23,57	71,85	97,00	8,21	-
2	1	1999	24,18	78,76	65,70	6,59	-
1	2	1999	23,66	79,52	129,20	5,51	-
2	2	1999	23,13	83,49	36,90	6,48	-
1	3	1999	24,55	71,53	23,90	8,83	-
2	3	1999	23,21	81,13	53,60	4,99	-

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.29 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	20,33	78,93	468,40	-	212,54
2	10	1996	22,18	80,24	164,60	-	144,02
1	11	1996	24,49	76,19	83,70	-	152,91
2	11	1996	24,57	59,07	12,40	-	169,80
1	12	1996	24,42	74,77	108,40	-	147,29
2	12	1996	24,45	85,71	353,50	-	99,67
1	1	1997	25,99	74,99	15,00	10,71	84,06
2	1	1997	25,37	82,62	76,00	6,73	112,65
1	2	1997	24,82	82,39	132,50	7,11	134,94
2	2	1997	25,63	81,22	54,60	6,53	86,35
1	3	1997	23,93	71,71	43,30	7,89	108,01
2	3	1997	23,89	67,28	28,30	8,42	160,52
Safr 97/98							
1	10	1997	21,78	74,91	183,40	4,69	263,84
2	10	1997	22,53	72,05	73,50	6,54	183,27
1	11	1997	-	-	-	-	-
2	11	1997	-	-	-	-	-
1	12	1997	-	-	-	-	-
2	12	1997	-	-	-	-	-
1	1	1998	-	-	-	-	-
2	1	1998	-	-	-	-	-
1	2	1998	-	-	-	-	-
2	2	1998	-	-	-	-	-
1	3	1998	-	-	-	-	-
2	3	1998	-	-	-	-	-
Safr 98/99							
1	10	1998	-	-	-	-	-
2	10	1998	-	-	-	-	-
1	11	1998	-	-	-	-	-
2	11	1998	-	-	-	-	-
1	12	1998	-	-	-	-	-
2	12	1998	-	-	-	-	-
1	1	1999	-	-	-	-	-
2	1	1999	-	-	-	-	-
1	2	1999	-	-	-	-	-
2	2	1999	-	-	-	-	-
1	3	1999	-	-	-	-	-
2	3	1999	-	-	-	-	-

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

**TABELA A.30 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE
TEIXEIRA SOARES**

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	16,87	82,22	103,40	4,36	57,47
2	10	1996	18,44	82,62	113,60	4,34	47,32
1	11	1996	20,04	84,51	89,90	4,25	49,67
2	11	1996	19,39	69,81	19,50	8,23	86,92
1	12	1996	21,22	76,39	102,60	5,89	44,08
2	12	1996	21,98	82,91	184,00	4,68	29,34
1	1	1997	21,62	77,77	36,60	6,43	56,65
2	1	1997	20,99	88,77	158,90	3,19	58,65
1	2	1997	21,75	82,05	81,00	5,47	58,65
2	2	1997	21,68	85,18	51,50	4,28	51,55
1	3	1997	20,23	79,21	58,70	5,85	37,54
2	3	1997	18,66	76,43	0,20	6,78	44,93
Safr 97/98							
1	10	1997	16,56	87,61	161,00	3,05	40,97
2	10	1997	18,13	83,11	146,20	3,31	86,64
1	11	1997	20,85	86,83	83,60	3,46	69,76
2	11	1997	18,87	85,01	127,80	3,82	64,55
1	12	1997	20,87	79,29	147,60	5,19	67,35
2	12	1997	22,64	79,58	33,30	6,71	45,83
1	1	1998	21,45	84,26	94,00	3,45	71,89
2	1	1998	23,86	75,39	93,70	8,05	53,11
1	2	1998	21,29	88,00	75,70	2,50	48,90
2	2	1998	22,00	84,55	64,00	4,22	57,47
1	3	1998	21,80	82,78	153,50	5,49	45,61
2	3	1998	18,64	87,34	228,20	3,89	35,09
Safr 98/99							
1	10	1998	16,67	83,99	153,70	3,25	59,47
2	10	1998	17,87	81,33	91,90	5,53	50,64
1	11	1998	18,52	71,35	10,50	6,51	60,61
2	11	1998	19,99	73,45	16,60	5,23	52,60
1	12	1998	21,52	77,11	85,40	5,44	38,87
2	12	1998	19,85	74,44	49,40	5,91	34,16
1	1	1999	19,94	85,11	91,40	2,61	51,84
2	1	1999	22,26	80,88	65,80	5,99	43,25
1	2	1999	21,99	80,95	36,20	5,51	24,13
2	2	1999	21,15	86,96	187,70	4,17	22,55
1	3	1999	21,01	81,77	65,10	6,17	14,81
2	3	1999	20,96	83,43	38,00	4,74	30,07

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

**TABELA A.31 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE
TELÊMACO BORBA**

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	18,63	79,65	93,60	4,35	131,90
2	10	1996	20,09	78,67	108,60	5,53	116,07
1	11	1996	21,83	78,46	114,10	5,13	117,67
2	11	1996	20,83	67,20	22,20	9,05	143,44
1	12	1996	21,67	79,33	110,70	5,47	113,70
2	12	1996	22,69	83,03	209,10	4,86	114,19
1	1	1997	22,77	78,59	54,10	7,55	124,07
2	1	1997	22,26	88,31	316,30	3,25	123,26
1	2	1997	22,65	79,57	131,80	6,07	130,00
2	2	1997	22,48	85,05	98,70	4,60	104,46
1	3	1997	21,15	79,68	12,60	6,07	102,12
2	3	1997	20,07	71,49	16,50	8,01	99,06
Safr 97/98							
1	10	1997	19,46	79,66	88,50	4,56	147,04
2	10	1997	19,53	78,98	97,40	4,89	123,51
1	11	1997	22,70	81,38	168,90	4,78	120,58
2	11	1997	20,54	82,88	153,50	4,29	118,94
1	12	1997	22,18	79,07	74,90	5,55	106,24
2	12	1997	23,63	77,31	82,80	7,38	140,38
1	1	1998	22,58	82,49	105,90	4,74	112,28
2	1	1998	24,45	76,04	114,70	8,13	120,49
1	2	1998	22,70	85,64	106,50	3,76	125,77
2	2	1998	23,22	84,29	89,90	5,04	103,91
1	3	1998	23,01	80,91	37,30	5,94	106,98
2	3	1998	20,56	85,38	178,40	4,47	111,21
Safr 98/99							
1	10	1998	18,71	77,49	143,90	5,40	115,71
2	10	1998	19,49	75,05	69,00	5,56	133,38
1	11	1998	19,65	70,07	10,70	8,23	121,27
2	11	1998	21,66	66,16	10,60	7,79	109,47
1	12	1998	22,71	73,04	61,60	7,05	118,25
2	12	1998	20,94	73,23	51,30	7,23	136,41
1	1	1999	21,67	84,23	132,40	4,11	117,09
2	1	1999	22,93	82,01	83,30	5,97	111,11
1	2	1999	22,97	81,36	116,00	5,94	111,27
2	2	1999	22,19	83,17	75,90	5,97	96,95
1	3	1999	22,28	76,09	24,30	7,97	102,43
2	3	1999	22,39	80,38	113,80	6,67	101,49

* - Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

TABELA A.32 - DADOS METEOROLÓGICOS QUINZENAIS DA ESTAÇÃO DE UMUARAMA

Quinzena	Mês	Ano	Tmed	UR	Prec	n	V2m
Safr 96/97							
1	10	1996	21,58	73,61	157,70	6,39	130,80
2	10	1996	22,95	73,26	190,00	5,64	102,80
1	11	1996	24,25	77,37	83,80	6,04	116,33
2	11	1996	24,16	57,78	24,30	11,05	103,58
1	12	1996	24,32	71,87	107,30	7,06	96,95
2	12	1996	24,83	79,93	110,30	5,06	95,88
1	1	1997	25,27	71,89	62,70	7,49	73,90
2	1	1997	24,05	86,71	148,30	4,02	127,92
1	2	1997	24,55	76,42	227,20	6,64	125,36
2	2	1997	25,44	77,37	68,60	6,42	77,94
1	3	1997	24,27	66,65	24,60	8,21	73,26
2	3	1997	23,92	59,68	0,10	8,19	85,01
Safr 97/98							
1	10	1997	22,85	67,52	73,30	6,10	182,85
2	10	1997	22,86	73,90	137,40	6,31	140,00
1	11	1997	25,11	75,80	178,20	6,84	108,63
2	11	1997	22,71	79,73	91,10	4,10	99,76
1	12	1997	24,39	77,02	140,90	5,87	79,43
2	12	1997	26,98	65,61	4,20	9,21	142,19
1	1	1998	25,91	70,36	45,90	7,72	94,64
2	1	1998	27,41	68,43	72,70	8,46	104,89
1	2	1998	24,70	80,23	67,70	4,31	85,61
2	2	1998	25,83	79,67	201,50	4,42	87,70
1	3	1998	25,93	72,53	39,20	6,91	78,84
2	3	1998	23,49	79,86	137,80	5,36	86,41
Safr 98/99							
1	10	1998	22,31	74,03	146,60	6,43	100,26
2	10	1998	22,52	68,43	71,80	6,69	81,82
1	11	1998	23,59	60,66	81,40	9,29	73,71
2	11	1998	25,23	59,71	7,30	8,82	89,52
1	12	1998	25,55	68,79	66,20	7,93	57,88
2	12	1998	23,64	66,06	47,20	7,93	76,96
1	1	1999	24,46	75,71	70,60	6,40	58,71
2	1	1999	25,75	73,68	81,50	7,60	71,96
1	2	1999	25,59	76,27	116,10	6,52	76,84
2	2	1999	25,08	77,70	38,60	7,68	58,95
1	3	1999	25,41	68,71	26,20	8,09	92,57
2	3	1999	25,19	73,63	68,40	6,91	72,13

* - = Ausência de informação.

** Tmed = Temperatura média (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); Prec = Precipitação (mm); n = Insolação (horas); V2m = Vento a 2m de altura (km/dia).

*** Prec representa a somatória quinzenal; demais dados a média quinzenal.

APÊNDICE B

Modelo de Arquivo ASCII

Exemplo de arquivo ASCII para importação de dados meteorológicos pelo aplicativo SPRING.

```
SAMPLE
INFO
//Amostras de Modelagem Numérica
//Arquivo ASCII gerado pelo Sistema SPRING
//Projeto: Parana2 - Plano de informação: n9612_2
//Categoria: Insolacao - Modelo: DIGITALMODEL
DATUM      Hayford/CorregoA, 6378388.000000, 0.003367, -138.699997,
164.399994, 34.400002
PROJECTION LAMBERTMILLION/Hayford/CorregoA, 0, -0.418879, -0.942478,
-0.430515, -0.477057
BOX  -103485.801523, -348347.967218, 672386.980853, 221741.954502
UNITS Metros
SCALE      1000000.000000
INFO_END
POINT3D
o  48  48  0  s  25  13  0  z  3.76
o  51  32  0  s  23  30  0  z  5.91
o  50  21  0  s  23  6  0  z  5.83
o  51  12  0  s  22  57  0  z  5.14
o  50  2  0  s  23  0  0  z  5.43
o  51  15  0  s  24  38  0  z  5.54
o  53  26  0  s  24  56  0  z  4.96
o  49  15  0  s  24  49  0  z  5.16
o  52  35  0  s  23  40  0  z  5.31
o  52  21  0  s  26  25  0  z  5.25
o  53  4  0  s  26  5  0  z  4.69
o  51  30  0  s  25  21  0  z  4.86
o  48  32  0  s  25  16  0  z  4.02
o  49  57  0  s  23  30  0  z  5.46
o  49  46  0  s  25  47  0  z  4.98
o  52  25  0  s  25  25  0  z  4.96
o  51  10  0  s  23  22  0  z  5.19
o  48  49  0  s  25  30  0  z  3.90
o  52  34  0  s  24  40  0  z  4.88
o  51  59  0  s  26  29  0  z  5.75
o  53  55  0  s  24  18  0  z  5.13
o  52  26  0  s  23  5  0  z  5.60
o  52  41  0  s  26  7  0  z  5.07
o  49  8  0  s  25  25  0  z  4.01
o  53  47  0  s  25  42  0  z  5.28
o  50  1  0  s  25  13  0  z  5.14
o  53  1  0  s  25  31  0  z  4.58
o  50  27  0  s  25  22  0  z  4.68
o  50  37  0  s  24  20  0  z  4.86
o  53  17  0  s  23  44  0  z  5.06

END
END
```

APÊNDICE C
Programa LEGAL para o
Cálculo de Média Zonal

Exemplo de programa LEGAL para cálculo de Média Zonal.

```
{
Objeto soja ("Soja");
Cadastral areas ("Cadastral");
Numerico prec, prec1, prec2, prec3, prec4, prec5, prec6, prec7, prec8, prec9
  ("Precipitacao");
Numerico preca, preca1a, prec2a, prec3a, prec4a, prec5a, prec6a, prec7a, prec8a, prec9a
  ("Media_Precipitacao");

areas = Recuperere (Nome = "Areas-soja_final");

prec = Recuperere (Nome="prec9610_2");
prec1 = Recuperere (Nome="prec9611_1");
prec2 = Recuperere (Nome="prec9611_2");
prec3 = Recuperere (Nome="prec9612_1");
prec4 = Recuperere (Nome="prec9612_2");
prec5 = Recuperere (Nome="prec9701_1");
prec6 = Recuperere (Nome="prec9701_2");
prec7 = Recuperere (Nome="prec9702_1");
prec8 = Recuperere (Nome="prec9702_2");
prec9 = Recuperere (Nome="prec9703_1");

preca= Novo(Nome="prec9610_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=1000);
preca1a= Novo(Nome="prec9611_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0,Max=1000);
prec2a= Novo(Nome="prec9611_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0,Max=1000);
prec3a= Novo(Nome="prec9612_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0,Max=1000);
prec4a= Novo(Nome="prec9612_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0,Max=1000);
prec5a= Novo(Nome="prec9701_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0,Max=1000);
prec6a= Novo(Nome="prec9701_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0,Max=1000);
prec7a= Novo(Nome="prec9702_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0,Max=1000);
prec8a= Novo(Nome="prec9702_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0,Max=1000);
prec9a= Novo(Nome="prec9703_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0,Max=1000);

soja. "MEDIA" = Atualize (prec, soja OnMap areas, MedZ) ;
preca = Espacialize (soja."MEDIA" OnMap areas) ;
soja. "MEDIA" = Atualize (prec1, soja OnMap areas, MedZ) ;
preca1a = Espacialize (soja."MEDIA" OnMap areas) ;
soja. "MEDIA" = Atualize (prec2, soja OnMap areas, MedZ) ;
prec2a= Espacialize (soja."MEDIA" OnMap areas) ;
soja. "MEDIA" = Atualize (prec3, soja OnMap areas, MedZ) ;
prec3a = Espacialize (soja."MEDIA" OnMap areas) ;
soja. "MEDIA" = Atualize (prec4, soja OnMap areas, MedZ) ;
prec4a = Espacialize (soja."MEDIA" OnMap areas) ;
soja. "MEDIA" = Atualize (prec5, soja OnMap areas, MedZ) ;
prec5a = Espacialize (soja."MEDIA" OnMap areas) ;
soja. "MEDIA" = Atualize (prec7, soja OnMap areas, MedZ) ;
prec6a = Espacialize (soja."MEDIA" OnMap areas) ;
soja. "MEDIA" = Atualize (prec6, soja OnMap areas, MedZ) ;
prec7a = Espacialize (soja."MEDIA" OnMap areas) ;
soja. "MEDIA" = Atualize (prec8, soja OnMap areas, MedZ) ;
prec8a = Espacialize (soja."MEDIA" OnMap areas) ;
soja. "MEDIA" = Atualize (prec9, soja OnMap areas, MedZ) ;
prec9a = Espacialize (soja."MEDIA" OnMap areas) ;
soja. "MEDIA" = Atualize (prec10, soja OnMap areas, MedZ) ;

}
}
```

APÊNDICE D

Produtividade da Soja no Paraná

Dados da SEAB

TABELA D.1 - PRODUTIVIDADE DE SOJA NO PARANÁ (kg/ha), NOS ANOS AGRÍCOLAS DE 96/97, 97/98 E 98/99

Regional	Município	96/97	97/98	98/99
Cornélio Procópio	Abatiá	2100	2100	2500
Campo Mourão	Altamira do Paraná	0	2467	2500
Umuarama	Alto Piquiri	3000	2600	3000
Umuarama	Altônia	3000	2230	2500
Londrina	Alvorada do Sul	2480	2100	2640
Francisco Beltrão	Ampère	2300	2600	2300
Cascavel	Anahy	2121	2700	2660
Cornélio Procópio	Andirá	2300	1860	2650
Maringá	Ângulo	2600	2850	2900
União da Vitória	Antonio Olinto	0	2450	2400
Apucarana	Apucarana	2500	2500	2500
Apucarana	Arapongas	2350	2500	2600
Ponta Grossa	Arapoti	2700	3000	2750
Ivaiporã	Arapuã	2730	2730	2730
Campo Mourão	Araruna	2500	2500	2650
Curitiba	Araucária	2300	2300	2430
Ivaiporã	Ariranha do Ivaí	2480	2480	2480
Cornélio Procópio	Assaí	2200	2100	2700
Toledo	Assis Chateaubriand	2603	2500	2600
Maringá	Astorga	2400	2200	2600
Maringá	Atalaia	2600	2900	2700
Curitiba	Balsa Nova	2300	2300	2452
Cornélio Procópio	Bandeirantes	2200	1860	2600
Campo Mourão	Barbosa Ferraz	2600	2400	2400
Jacarezinho	Barra do Jacaré	2500	1680	2500
Francisco Beltrão	Barracão	2300	2300	2300
Francisco Beltrão	Bela Vista da Caroba	2400	2400	2400
Londrina	Bela Vista do Paraíso	2720	2220	2760
Campo Mourão	Boa Esperança	2750	2804	3200
Francisco Beltrão	Boa Esperança do Iguaçu	2700	2000	2400
Ivaiporã	Boa Ventura de São Roque	2300	2300	2300
Cascavel	Boa Vista da Aparecida	2500	2400	2800
Francisco Beltrão	Bom Jesus do Sul	0	2000	2500
Apucarana	Bom Sucesso	2480	2400	2400
Pato Branco	Bom Sucesso do Sul	2975	2800	2750
Ivaiporã	Borrazópolis	2600	2600	2600

(continua)

Tabela D.1 - Continuação

Regional	Município	96/97	97/98	98/99
Cascavel	Braganey	2750	3000	2900
Umuarama	Brasilândia do Sul	3000	2460	2700
Londrina	Cafeara	2000	1139	1619
Cascavel	Cafelândia	2700	2700	3000
Umuarama	Cafezal do Sul	0	1352	2300
Apucarana	Califórnia	2300	2200	2200
Jacarezinho	Cambará	2400	1680	2500
Londrina	Cambé	2560	2580	2700
Apucarana	Cambira	2500	2500	2600
Campo Mourão	Campina da Lagoa	2480	2720	2800
Guarapuava	Campina do Simão	2500	2700	2520
Cascavel	Campo Bonito	2850	2850	2750
Curitiba	Campo do Tenente	2300	2300	2400
Curitiba	Campo Largo	2000	2000	2153
Campo Mourão	Campo Mourão	2600	2700	2900
Ivaiporã	Cândido de Abreu	0	2600	2600
Guarapuava	Candói	2570	2730	2680
Guarapuava	Cantagalo	2400	2600	2550
Francisco Beltrão	Capanema	2200	2230	2500
Cascavel	Capitão Leônidas Marques	2700	2650	2650
Ponta Grossa	Carambeí	2700	3050	3000
Jacarezinho	Carlópolis	2100	1681	2300
Cascavel	Cascavel	2400	2700	3100
Ponta Grossa	Castro	2700	2800	2907
Cascavel	Catanduvas	2850	2900	2750
Londrina	Centenário do Sul	2481	1740	2760
Cascavel	Céu Azul	2800	2800	3000
Pato Branco	Chopinzinho	2727	2800	2350
Umuarama	Cianorte	2300	2480	2700
Pato Branco	Clevelândia	2500	2800	2300
Maringá	Colorado	2400	1500	2600
Cornélio Procópio	Congonhinhas	1980	1735	2500
Curitiba	Contenda	2100	2200	2350
Cascavel	Corbélia	2700	2900	3300
Cornélio Procópio	Cornélio Procópio	2200	2230	2800
Pato Branco	Coronel Domingos Soares	2250	2700	2440
Pato Branco	Coronel Vivida	2851	2800	2400

(continua)

Tabela D.1 - Continuação

Regional	Município	96/97	97/98	98/99
Campo Mourão	Corumbataí do Sul	2700	2700	2400
Francisco Beltrão	Cruzeiro do Iguaçu	2500	2500	2300
Umuarama	Cruzeiro do Oeste	2500	1750	2300
Paranavaí	Cruzeiro do Sul	2500	2600	2900
Ivaiporã	Cruzmaltina	2730	2730	2750
Jacarezinho	Curiúva	0	1680	2400
Paranavaí	Diamante do Norte	2500	2000	2600
Cascavel	Diamante d'Oeste	0	0	3000
Cascavel	Diamante do Sul	3000	3000	3100
Francisco Beltrão	Dois Vizinhos	2750	2900	2500
Umuarama	Douradina	2500	1979	2000
Maringá	Doutor Camargo	2900	2750	3400
Francisco Beltrão	Enéas Marques	0	2800	2400
Campo Mourão	Engenheiro Beltrão	2850	2700	3170
Toledo	Entre Rios do Oeste	2975	2480	3100
Guarapuava	Espigão Alto do Iguaçu	2700	2900	2750
Campo Mourão	Farol	2700	2800	3000
Ivaiporã	Faxinal	2730	2730	2730
Curitiba	Fazenda Rio Grande	2200	2200	2400
Campo Mourão	Fênix	2230	2500	2650
Irati	Fernandes Pinheiro	2980	2650	2750
Jacarezinho	Figueira	0	0	2400
Francisco Beltrão	Flor da Serra do Sul	2700	2500	2100
Maringá	Floraí	2500	1980	2500
Maringá	Floresta	2700	1985	2700
Londrina	Florestópolis	2730	1980	2700
Maringá	Flórida	2500	2700	2700
Toledo	Formosa do Oeste	2400	2480	2480
Cascavel	Foz do Iguaçu	2500	2500	3000
Guarapuava	Foz do Jordão	2500	2800	2700
Umuarama	Francisco Alves	2500	2000	2850
Francisco Beltrão	Francisco Beltrão	2700	2800	2300
União da Vitória	General Carneiro	0	2350	2600
Ivaiporã	Godoy Moreira	2600	2600	2600
Campo Mourão	Goioerê	2700	2730	3100
Guarapuava	Goioxim	2520	2600	2600
Toledo	Guaira	2976	2060	2350

(continua)

Tabela D.1 - Continuação

Regional	Município	96/97	97/98	98/99
Irati	Guamiranga	2800	2000	2800
Jacarezinho	Guapirama	2103	1500	2500
Londrina	Guaraci	2699	2220	2940
Cascavel	Guaraniaçu	2760	2900	3000
Guarapuava	Guarapuava	2520	2780	2680
Pato Branco	Honório Serpa	2500	2550	2250
Cascavel	Ibema	2700	2727	2800
Londrina	Ibiporã	2640	2340	2820
Umuarama	Icaraíma	2500	1281	2035
Maringá	Iguaraçu	2400	2700	2700
Cascavel	Iguatu	2600	2850	3000
Ponta Grossa	Imbaú	2500	2500	2500
Irati	Imbituva	2760	2700	2750
Paranavaí	Inajá	0	2503	2600
Umuarama	Indianópolis	0	2200	2520
Ponta Grossa	Ipiranga	2650	2800	2800
Umuarama	Iporã	3000	2000	2300
Toledo	Iracema do Oeste	2480	2700	2700
Irati	Irati	2600	2550	2600
Campo Mourão	Iretama	2500	2480	2400
Cascavel	Itaipulândia	3000	2500	3000
Cornélio Procópio	Itambaracá	2300	1860	2700
Maringá	Itambé	2850	2480	3100
Pato Branco	Itapejara d'Oeste	2727	2800	2350
Paranavaí	Itaúna do Sul	0	1489	2000
Ponta Grossa	Ivaí	2850	2700	2800
Ivaiporã	Ivaiporã	2500	2500	2500
Umuarama	Ivaté	0	1350	2342
Maringá	Ivatuba	2850	2800	3471
Jacarezinho	Jacarezinho	2350	1680	2400
Londrina	Jaguapitã	2480	2460	2460
Ponta Grossa	Jaguariaíva	2300	2300	2500
Apucarana	Jandaia do Sul	2300	2300	2500
Campo Mourão	Janiópolis	2700	2700	2700
Umuarama	Japurá	2600	2600	2400
Ivaiporã	Jardim Alegre	2700	2700	2700
Paranavaí	Jardim Olinda	3200	2000	3400

(continua)

Tabela D.1 - Continuação

Regional	Município	96/97	97/98	98/99
Cornélio Procópio	Jataizinho	2300	2100	2700
Toledo	Jesuítas	2700	2700	2700
Jacarezinho	Joaquim Távora	2103	1500	2400
Jacarezinho	Jundiá do Sul	2100	1500	2500
Campo Mourão	Juranda	2727	2726	3000
Umuarama	Jussara	2500	2700	2900
Apucarana	Kaloré	2400	2500	2500
Curitiba	Lapa	2300	2350	2480
Guarapuava	Laranjal	0	2000	2500
Guarapuava	Laranjeiras do Sul	2450	2600	2450
Cornélio Procópio	Leópolis	2300	1980	2650
Ivaiporã	Lidianópolis	2700	2700	2700
Cascavel	Lindoeste	2730	2500	2500
Paranavaí	Loanda	0	0	3200
Maringá	Lobato	2500	2500	2500
Londrina	Londrina	2480	2460	2580
Campo Mourão	Luiziana	2400	2700	2730
Ivaiporã	Lunardelli	2600	2600	2600
Londrina	Lupionópolis	2460	1740	2700
Irati	Mallet	2360	2550	2650
Campo Mourão	Mamborê	2700	2800	2850
Maringá	Mandaguaçu	2400	2100	2800
Maringá	Mandaguari	2250	1900	2600
Curitiba	Mandirituba	2000	2000	2200
Pato Branco	Mangueirinha	2500	2750	2316
Ivaiporã	Manoel Ribas	2400	2400	2600
Toledo	Marechal Cândido Rondon	2975	2400	3100
Umuarama	Maria Helena	0	2200	2200
Maringá	Marialva	2730	2360	3000
Apucarana	Marilândia do Sul	2630	2900	2980
Umuarama	Mariluz	2700	2350	2500
Maringá	Maringá	2700	2400	2850
Pato Branco	Mariópolis	2600	2800	2350
Toledo	Maripá	3100	2850	3400
Francisco Beltrão	Marmeleiro	2600	2800	2350
Guarapuava	Marquinho	2400	0	2450
Apucarana	Marumbi	2500	2240	2240

(continua)

Tabela D.1 - Continuação

Regional	Município	96/97	97/98	98/99
Cascavel	Matelândia	2800	3000	3000
Ivaiporã	Mato Rico	2200	2200	2200
Apucarana	Mauá da Serra	2630	3000	3100
Cascavel	Medianeira	3200	2800	3220
Toledo	Mercedes	2880	2355	3100
Paranavaí	Mirador	0	1988	2361
Londrina	Miraselva	0	1979	2819
Cascavel	Missal	3000	2000	3220
Campo Mourão	Moreira Sales	2400	2300	2500
Maringá	Munhoz de Mello	2300	2700	2400
Maringá	Nossa Senhora das Graças	2500	2500	2500
Cornélio Procópio	Nova América da Colina	2200	1980	2600
Cascavel	Nova Aurora	2600	2700	2900
Campo Mourão	Nova Cantu	2355	2500	2500
Maringá	Nova Esperança	2600	2250	2350
Francisco Beltrão	Nova Esperança do Sudoeste	2500	2200	2300
Cornélio Procópio	Nova Fátima	2200	2100	2700
Apucarana	Novo Itacolomi	2650	2650	2450
Paranavaí	Nova Londrina	0	1486	1500
Umuarama	Nova Olímpia	2800	2570	2500
Francisco Beltrão	Nova Prata do Iguaçu	2200	2100	2600
Cornélio Procópio	Nova Santa Bárbara	2975	2850	3400
Toledo	Nova Santa Rosa	2300	2300	2300
Ivaiporã	Nova Tebas	2600	2200	2500
Ponta Grossa	Ortigueira	2400	2500	2500
Maringá	Ourizona	2700	2600	2850
Toledo	Ouro Verde do Oeste	2730	2851	3100
Maringá	Paiçandu	2700	2600	3100
Pato Branco	Palmas	2250	2250	2230
Ponta Grossa	Palmeira	2720	2727	2600
Guarapuava	Palmital	2107	2500	2500
Toledo	Palotina	2975	2230	3200
Paranavaí	Paraíso do Norte	2729	2752	2900
Paranavaí	Paranacity	2501	2500	2800
Paranavaí	Paranapoema	2033	2000	2000
Paranavaí	Paranavaí	0	1806	1806
Toledo	Pato Bragado	2730	2400	2900

(continua)

Tabela D.1 - Continuação

Regional	Município	96/97	97/98	98/99
Pato Branco	Pato Branco	2860	2900	2350
União da Vitória	Paula Freitas	2600	2500	2600
União da Vitória	Paulo Frontin	2600	2450	2500
Campo Mourão	Peabiru	2680	2850	2975
Umuarama	Perobal	0	1785	1900
Francisco Beltrão	Pérola d'Oeste	2350	2230	2300
Francisco Beltrão	Pinhal de São Bento	2300	2100	2300
Guarapuava	Pinhão	2580	2780	2650
Ponta Grossa	Piraí do Sul	2380	2800	2800
Ivaiporã	Pitanga	2250	2250	2700
Londrina	Pitangueiras	2460	2760	2820
Francisco Beltrão	Planalto	2400	2230	2300
Ponta Grossa	Ponta Grossa	2700	2900	2750
Londrina	Porecatu	3240	2400	2940
Ponta Grossa	Porto Amazonas	2603	2603	2480
Guarapuava	Porto Barreiro	2500	2600	2520
Londrina	Prado Ferreira	2700	2220	2940
Francisco Beltrão	Pranchita	2600	2700	2700
Maringá	Presidente Castelo Branco	2500	2500	2250
Londrina	Primeiro de Maio	2720	1980	3240
Guarapuava	Prudentópolis	2650	2900	2800
Campo Mourão	Quarto Centenário	2700	2800	3250
Toledo	Quatro Pontes	3000	2550	3300
Guarapuava	Quedas do Iguaçu	2850	2670	2700
Paranavaí	Querência do Norte	2100	1530	1900
Campo Mourão	Quinta do Sol	2400	2400	2400
Cascavel	Ramilândia	2500	2500	2800
Cornélio Procópio	Rancho Alegre	2300	1980	2700
Campo Mourão	Rancho Alegre d'Oeste	2750	2600	2975
Francisco Beltrão	Realeza	2720	2600	2650
Irati	Rebouças	3000	2400	2800
Francisco Beltrão	Renascença	2750	2800	2500
Ponta Grossa	Reserva	2500	2500	2700
Guarapuava	Reserva do Iguaçu	2550	2750	2650
Cornélio Procópio	Ribeirão do Pinhal	2100	1735	2450
Irati	Rio Azul	2500	2300	2450
Apucarana	Rio Bom	2600	2500	2600

(continua)

Tabela D.1 - Continuação

Regional	Município	96/97	97/98	98/99
Guarapuava	Rio Bonito do Iguçu	2700	2850	2550
Curitiba	Rio Negro	2200	2300	2460
Londrina	Rolândia	2400	2400	2820
Campo Mourão	Roncador	2400	2700	2800
Umuarama	Rondon	2700	2700	2700
Apucarana	Sabáudia	2350	2550	2600
Francisco Beltrão	Salto do Lontra	2700	2400	2400
Cornélio Procópio	Santa Amélia	2200	1860	2550
Cornélio Procópio	Santa Cecília do Pavão	2200	1860	2600
Maringá	Santa Fé	2600	2480	2600
Toledo	Santa Helena	3240	2480	3200
Maringá	Santa Inês	0	1900	2000
Francisco Beltrão	Santa Izabel do Oeste	2700	2692	2400
Cascavel	Santa Lúcia	2500	2500	2300
Ivaiporã	Santa Maria do Oeste	2100	2100	2500
Cornélio Procópio	Santa Mariana	2300	1985	2700
Paranavaí	Santa Mônica	2100	2000	2900
Cascavel	Santa Tereza do Oeste	2430	2850	3100
Cascavel	Santa Terezinha de Itaipu	2730	3000	3000
Jacarezinho	Santo Antonio da Platina	2450	1680	2500
Paranavaí	Santo Antonio do Caiuá	2722	2233	2504
Cornélio Procópio	Santo Antonio do Paraíso	2100	1985	2650
Francisco Beltrão	Santo Antônio do Sudoeste	2300	2350	2230
Maringá	Santo Inácio	2600	2000	2600
Paranavaí	São Carlos do Ivaí	2500	2200	2500
Cornélio Procópio	São Jerônimo da Serra	1980	1735	2430
Pato Branco	São João	2986	2800	2400
Paranavaí	São João do Caiuá	0	1500	1490
Ivaiporã	São João do Ivaí	2730	2730	2730
Ponta Grossa	São João do Triunfo	2480	2603	2360
Maringá	São Jorge do Ivaí	2600	2480	2950
Francisco Beltrão	São Jorge d'Oeste	2700	2550	2400
Jacarezinho	São José da Boa Vista	2500	1680	2400
Toledo	São José das Palmeiras	2730	2700	2750
Curitiba	São José dos Pinhais	2200	2200	2400
Umuarama	São Manoel do Paraná	2200	2500	2400
União da Vitória	São Mateus do Sul	2600	2450	2600

(continua)

Tabela D.1 - Continuação

Regional	Município	96/97	97/98	98/99
Cascavel	São Miguel do Iguaçu	3200	2900	3000
Toledo	São Pedro do Iguaçu	2850	2975	3200
Ivaiporã	São Pedro do Ivaí	2730	2730	2730
Paranavaí	São Pedro do Paraná	0	0	2000
Cornélio Procópio	São Sebastião da Amoreira	2300	2230	2800
Umuarama	São Tomé	2500	2500	2400
Maringá	Sarandi	2700	2550	2950
Pato Branco	Saudade do Iguaçu	2727	2700	2400
Ponta Grossa	Sengés	2500	2500	2500
Cascavel	Serranópolis do Iguaçu	2723	2800	3000
Cornélio Procópio	Sertaneja	2480	1860	2650
Londrina	Sertanópolis	2720	1920	2640
Pato Branco	Sulina	2851	2700	2400
Londrina	Tamarana	2400	2940	2700
Paranavaí	Tamboara	0	2300	2300
Umuarama	Tapira	0	0	2200
Irati	Teixeira Soares	2820	2700	2820
Ponta Grossa	Telêmaco Borba	0	0	2230
Campo Mourão	Terra Boa	2400	2600	2800
Paranavaí	Terra Rica	0	1571	2000
Toledo	Terra Roxa	2649	2355	2500
Ponta Grossa	Tibagi	2650	2900	3000
Toledo	Toledo	2900	2900	3300
Jacarezinho	Tomazina	0	0	1980
Cascavel	Três Barras do Paraná	2500	2500	2700
Umuarama	Tuneiras do Oeste	2500	2000	2600
Toledo	Tupãssi	2975	2975	3350
Guarapuava	Turvo	2400	2300	2400
Campo Mourão	Ubiratã	2607	2800	2800
Umuarama	Umuarama	3000	1500	2048
União da Vitória	União da Vitória	2600	2449	2550
Maringá	Uniflor	2600	2250	2500
Cornélio Procópio	Uraí	2200	1980	2650
Ponta Grossa	Ventania	2650	2800	2900
Cascavel	Vera Cruz do Oeste	2500	2800	3000
Francisco Beltrão	Verê	2900	2600	2500
Umuarama	Vila Alta	3350	1605	2505

(continua)

Tabela D.1 - Conclusão

Regional	Município	96/97	97/98	98/99
Guarapuava	Virmond	2500	2800	2600
Pato Branco	Vitorino	2727	2800	2350
Umuarama	Xambê	0	1541	1841

APÊNDICE E

Programas em Linguagem LEGAL

Modelo Agrometeorológico

Cálculo da produtividade máxima

Cálculo da Fração do dia coberto por nuvens

```
{  
  
Numerico Rocra, Rocr1a, Rocr2a, Rocr3a, Rocr4a, Rocr5a, Rocr6a, Rocr7a, Rocr8a  
("Radiacao_calculado");  
Numerico Roc, Roc1, Roc2, Roc3, Roc4, Roc5, Roc6, Roc7 ("Radiacao onda curta");  
Numerico F, F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8 ("Resultados_PM");  
  
Rocra = Recuperere (Nome= "Rocr9611_1");  
Rocr1a = Recuperere (Nome= "Rocr9611_2");  
Rocr2a = Recuperere (Nome= "Rocr9612_1");  
Rocr3a = Recuperere (Nome= "Rocr9612_2");  
Rocr4a = Recuperere (Nome= "Rocr9701_1");  
Rocr5a = Recuperere (Nome= "Rocr9701_2");  
Rocr6a = Recuperere (Nome= "Rocr9702_1");  
Rocr7a = Recuperere (Nome= "Rocr9702_2");  
Rocr8a = Recuperere (Nome= "Rocr9703_1");  
  
Roc = Recuperere (Nome= "Roc_nov");  
Roc1 = Recuperere (Nome= "Roc_dez");  
Roc2 = Recuperere (Nome= "Roc_jan");  
Roc3 = Recuperere (Nome= "Roc_fev");  
Roc4 = Recuperere (Nome= "Roc_mar");  
  
F = Novo (Nome= "F9611_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=1000) ;  
F1 = Novo (Nome= "F9611_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=1000) ;  
F2 = Novo (Nome= "F9612_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=1000) ;  
F3 = Novo (Nome= "F9612_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=1000) ;  
F4 = Novo (Nome= "F9701_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=1000) ;  
F5 = Novo (Nome= "F9701_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=1000) ;  
F6 = Novo (Nome= "F9702_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=1000) ;  
F7 = Novo (Nome= "F9702_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=1000) ;  
F8 = Novo (Nome= "F9703_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=1000) ;  
  
F= (Roc-(0.5*Rocra))/(0.8*Roc) ;  
F1= (Roc-(0.5*Rocr1a))/(0.8*Roc) ;  
F2= (Roc1-(0.5*Rocr2a))/(0.8*Roc1) ;  
F3= (Roc1-(0.5*Rocr3a))/(0.8*Roc1) ;  
F4= (Roc2-(0.5*Rocr4a))/(0.8*Roc2) ;  
F5= (Roc2-(0.5*Rocr5a))/(0.8*Roc2) ;  
F6= (Roc3-(0.5*Rocr6a))/(0.8*Roc3) ;  
F7= (Roc3-(0.5*Rocr7a))/(0.8*Roc3) ;  
F8= (Roc4-(0.5*Rocr8a))/(0.8*Roc4) ;  
  
}
```

Cálculo da produtividade máxima

```
}  
  
Numerico Fcc, Fcc1, Fcc2, Fcc3, Fcc4, Fcc5, Fcc6, Fcc7, Fcc8 ("Fcc");  
Numerico Fra, Fr1a, Fr2a, Fr3a, Fr4a, Fr5a, Fr6a, Fr7a, Fr8a ("Fator respiracao");  
Numerico Fpa ("Fator produtividade agr");  
Numerico ND, ND1, ND2, ND3, ND4, ND5 ("Numero Dias");  
Numerico Fa, Fla, F2a, F3a, F4a, F5a, F6a, F7a, F8a ("Resultados_PM");  
Numerico tm, tm1, tm2, tm3, tm4, tm5, tm6, tm7, tm8 ("taxa prod mat seca");  
Numerico tn, tn1, tn2, tn3, tn4 ("taxa prod nublado");  
Numerico tc, tc1, tc2, tc3, tc4 ("taxa prod claro");  
Numerico PM, PM1, PM2, PM3, PM4, PM5, PM6, PM7, PM8 ("Resultados_Finais");  
  
Fcc = Recuperere (Nome= "FCC9611_1");  
Fcc1 = Recuperere (Nome= "FCC9611_2");  
Fcc2 = Recuperere (Nome= "FCC9612_1");
```

```

Fcc3 = Recuperere (Nome= "FCC9612_2");
Fcc4 = Recuperere (Nome= "FCC9701_1");
Fcc5 = Recuperere (Nome= "FCC9701_2");
Fcc6 = Recuperere (Nome= "FCC9702_1");
Fcc7 = Recuperere (Nome= "FCC9702_2");
Fcc8 = Recuperere (Nome= "FCC9703_1");

Fra = Recuperere (Nome= "Fr9611_1");
Frla = Recuperere (Nome= "Fr9611_2");
Fr2a = Recuperere (Nome= "Fr9612_1");
Fr3a = Recuperere (Nome= "Fr9612_2");
Fr4a = Recuperere (Nome= "Fr9701_1");
Fr5a = Recuperere (Nome= "Fr9701_2");
Fr6a = Recuperere (Nome= "Fr9702_1");
Fr7a = Recuperere (Nome= "Fr9702_2");
Fr8a = Recuperere (Nome= "Fr9703_1");

Fpa = Recuperere (Nome= "Fpa_soja");

ND = Recuperere (Nome= "ND_quinzenal");
ND1 = Recuperere (Nome= "ND_nov2");
ND2 = Recuperere (Nome= "ND_dez2");
ND3 = Recuperere (Nome= "ND_jan2");
ND4 = Recuperere (Nome= "ND_fev2");
ND5 = Recuperere (Nome= "ND_mar2");

Fa = Recuperere (Nome= "F9611_1");
F1a = Recuperere (Nome= "F9611_2");
F2a = Recuperere (Nome= "F9612_1");
F3a = Recuperere (Nome= "F9612_2");
F4a = Recuperere (Nome= "F9701_1");
F5a = Recuperere (Nome= "F9701_2");
F6a = Recuperere (Nome= "F9702_1");
F7a = Recuperere (Nome= "F9702_2");
F8a = Recuperere (Nome= "F9703_1");

tm = Recuperere (Nome= "tm9611_1");
tm1 = Recuperere (Nome= "tm9611_2");
tm2 = Recuperere (Nome= "tm9612_1");
tm3 = Recuperere (Nome= "tm9612_2");
tm4 = Recuperere (Nome= "tm9701_1");
tm5 = Recuperere (Nome= "tm9701_2");
tm6 = Recuperere (Nome= "tm9702_1");
tm7 = Recuperere (Nome= "tm9702_2");
tm8 = Recuperere (Nome= "tm9703_1");

tn = Recuperere (Nome= "tn_nov");
tn1 = Recuperere (Nome= "tn_dez");
tn2 = Recuperere (Nome= "tn_jan");
tn3 = Recuperere (Nome= "tn_fev");
tn4 = Recuperere (Nome= "tn_mar");

tc = Recuperere (Nome= "tc_nov");
tc1 = Recuperere (Nome= "tc_dez");
tc2 = Recuperere (Nome= "tc_jan");
tc3 = Recuperere (Nome= "tc_fev");
tc4 = Recuperere (Nome= "tc_mar");

PM = Novo (Nome= "PM9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
PM1 = Novo (Nome= "PM9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
PM2 = Novo (Nome= "PM9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
PM3 = Novo (Nome= "PM9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
PM4 = Novo (Nome= "PM9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
PM5 = Novo (Nome= "PM9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
PM6 = Novo (Nome= "PM9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
PM7 = Novo (Nome= "PM9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
PM8 = Novo (Nome= "PM9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

PM = Fcc*Fra*Fpa*ND*((tm > 20.0)?((Fa*(0.8+(0.01*tm))*tn)+((1-
Fa)*(0.5+(0.025*tm))*tc)):((Fa*(0.5+0.025*tm))*tn)+((1-Fa)*(0.05*tm)*tc));

```

```

PM1 = Fcc1*Fr1a*Fpa*ND1*((tm1 > 20.0)?((F1a*(0.8+(0.01*tm1))*tn)+((1-
F1a)*(0.5+(0.025*tm1))*tc)):(F1a*(0.5+0.025*tm1)*tn)+((1-F1a)*(0.05*tm1)*tc));

PM2 = Fcc2*Fr2a*Fpa*ND*((tm2 > 20.0)?((F2a*(0.8+(0.01*tm2))*tn1)+((1-
F2a)*(0.5+(0.025*tm2))*tc1)):(F2a*(0.5+0.025*tm2)*tn1)+((1-F2a)*(0.05*tm2)*tc1));

PM3 = Fcc3*Fr3a*Fpa*ND2*((tm3 > 20.0)?((F3a*(0.8+(0.01*tm3))*tn1)+((1-
F3a)*(0.5+(0.025*tm3))*tc1)):(F3a*(0.5+0.025*tm3)*tn1)+((1-F3a)*(0.05*tm3)*tc1));

PM4 = Fcc4*Fr4a*Fpa*ND*((tm4 > 20.0)?((F4a*(0.8+(0.01*tm4))*tn2)+((1-
F4a)*(0.5+(0.025*tm4))*tc2)):(F4a*(0.5+0.025*tm4)*tn2)+((1-F4a)*(0.05*tm4)*tc2));

PM5 = Fcc5*Fr5a*Fpa*ND3*((tm5 > 20.0)?((F5a*(0.8+(0.01*tm5))*tn2)+((1-
F5a)*(0.5+(0.025*tm5))*tc2)):(F5a*(0.5+0.025*tm5)*tn2)+((1-F5a)*(0.05*tm5)*tc2));

PM6 = Fcc6*Fr6a*Fpa*ND*((tm6 > 20.0)?((F6a*(0.8+(0.01*tm6))*tn3)+((1-
F6a)*(0.5+(0.025*tm6))*tc3)):(F6a*(0.5+0.025*tm6)*tn3)+((1-F6a)*(0.05*tm6)*tc3));

PM7 = Fcc7*Fr7a*Fpa*ND4*((tm7 > 20.0)?((F7a*(0.8+(0.01*tm7))*tn3)+((1-
F7a)*(0.5+(0.025*tm7))*tc3)):(F7a*(0.5+0.025*tm7)*tn3)+((1-F7a)*(0.05*tm7)*tc3));

PM8 = Fcc8*Fr8a*Fpa*ND*((tm8 > 20.0)?((F8a*(0.8+(0.01*tm8))*tn4)+((1-
F8a)*(0.5+(0.025*tm8))*tc4)):(F8a*(0.5+0.025*tm8)*tn4)+((1-F8a)*(0.05*tm8)*tc4));

}

```

Cálculo da evapotranspiração potencial

```

{
Numerico t, t1, t2, t3, t4, t5, t6, t7, t8 ("Media_tmed");

Numerico fT, fT1, fT2, fT3, fT4, fT5, fT6, fT7, fT8 ("Resultados_ETo");

t = Recuperar (Nome= "tmed9611_1");
t1 = Recuperar (Nome= "tmed9611_2");
t2 = Recuperar (Nome= "tmed9612_1");
t3 = Recuperar (Nome= "tmed9612_2");
t4 = Recuperar (Nome= "tmed9701_1");
t5 = Recuperar (Nome= "tmed9701_2");
t6 = Recuperar (Nome= "tmed9702_1");
t7 = Recuperar (Nome= "tmed9702_2");
t8 = Recuperar (Nome= "tmed9703_1");

fT = Novo (Nome= "fT9611_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000) ;
fT1 = Novo (Nome= "fT9611_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000) ;
fT2 = Novo (Nome= "fT9612_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000) ;
fT3 = Novo (Nome= "fT9612_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000) ;
fT4 = Novo (Nome= "fT9701_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000) ;
fT5 = Novo (Nome= "fT9701_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000) ;
fT6 = Novo (Nome= "fT9702_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000) ;
fT7 = Novo (Nome= "fT9702_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000) ;
fT8 = Novo (Nome= "fT9703_1", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000) ;

fT= 1.385*10^(-12)*1440.0*(273.0+t)^4 ;
fT1= 1.385*10^(-12)*1440.0*(273.0+t1)^4 ;
fT2= 1.385*10^(-12)*1440.0*(273.0+t2)^4 ;
fT3= 1.385*10^(-12)*1440.0*(273.0+t3)^4 ;
fT4= 1.385*10^(-12)*1440.0*(273.0+t4)^4 ;
fT5= 1.385*10^(-12)*1440.0*(273.0+t5)^4 ;
fT6= 1.385*10^(-12)*1440.0*(273.0+t6)^4 ;
fT7= 1.385*10^(-12)*1440.0*(273.0+t7)^4 ;
fT8= 1.385*10^(-12)*1440.0*(273.0+t8)^4 ;

```

```

Numerico n, n1, n2, n3, n4, n5, n6, n7, n8 ("Media_Insolacao");
Numerico Nmax, Nmax1, Nmax2, Nmax3, Nmax4 ("Insolacao_max");
Numerico fN, fN1, fN2, fN3, fN4, fN5, fN6, fN7, fN8 ("Resultados_ETo");

n = Recuperere (Nome= "n9611_1");
n1 = Recuperere (Nome= "n9611_2");
n2 = Recuperere (Nome= "n9612_1");
n3 = Recuperere (Nome= "n9612_2");
n4 = Recuperere (Nome= "n9701_1");
n5 = Recuperere (Nome= "n9701_2");
n6 = Recuperere (Nome= "n9702_1");
n7 = Recuperere (Nome= "n9702_2");
n8 = Recuperere (Nome= "n9703_1");

Nmax = Recuperere (Nome= "N_nov");
Nmax1 = Recuperere (Nome= "N_dez");
Nmax2 = Recuperere (Nome= "N_jan");
Nmax3 = Recuperere (Nome= "N_fev");
Nmax4 = Recuperere (Nome= "N_mar");

fN = Novo (Nome= "fN9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fN1 = Novo (Nome= "fN9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fN2 = Novo (Nome= "fN9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fN3 = Novo (Nome= "fN9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fN4 = Novo (Nome= "fN9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fN5 = Novo (Nome= "fN9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fN6 = Novo (Nome= "fN9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fN7 = Novo (Nome= "fN9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fN8 = Novo (Nome= "fN9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

fN = 0.1+0.9*(n/Nmax) ;
fN1 = 0.1+0.9*(n1/Nmax) ;
fN2 = 0.1+0.9*(n2/Nmax1) ;
fN3 = 0.1+0.9*(n3/Nmax1) ;
fN4 = 0.1+0.9*(n4/Nmax2) ;
fN5 = 0.1+0.9*(n5/Nmax2) ;
fN6 = 0.1+0.9*(n6/Nmax3) ;
fN7 = 0.1+0.9*(n7/Nmax3) ;
fN8 = 0.1+0.9*(n8/Nmax4) ;

Numerico pv, pv1, pv2, pv3, pv4, pv5, pv6, pv7, pv8 ("Pressao sat vapor");
Numerico UR, UR1, UR2, UR3, UR4, UR5, UR6, UR7, UR8 ("Media_UR");
Numerico pvr, pvr1, pvr2, pvr3, pvr4, pvr5, pvr6, pvr7, pvr8 ("Resultados_ETo");

pv= Recuperere (Nome= "pv9611_1") ;
pv1= Recuperere (Nome= "pv9611_2") ;
pv2= Recuperere (Nome= "pv9612_1") ;
pv3= Recuperere (Nome= "pv9612_2") ;
pv4= Recuperere (Nome= "pv9701_1") ;
pv5= Recuperere (Nome= "pv9701_2") ;
pv6= Recuperere (Nome= "pv9702_1") ;
pv7= Recuperere (Nome= "pv9702_2") ;
pv8= Recuperere (Nome= "pv9703_1") ;

UR= Recuperere (Nome= "UR9611_1") ;
UR1= Recuperere (Nome= "UR9611_2") ;
UR2= Recuperere (Nome= "UR9612_1") ;
UR3= Recuperere (Nome= "UR9612_2") ;
UR4= Recuperere (Nome= "UR9701_1") ;
UR5= Recuperere (Nome= "UR9701_2") ;
UR6= Recuperere (Nome= "UR9702_1") ;
UR7= Recuperere (Nome= "UR9702_2") ;
UR8= Recuperere (Nome= "UR9703_1") ;

pvr = Novo (Nome= "pvr9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
pvr1 = Novo (Nome= "pvr9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
pvr2 = Novo (Nome= "pvr9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
pvr3 = Novo (Nome= "pvr9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
pvr4 = Novo (Nome= "pvr9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

```

```

pvr5 = Novo (Nome= "pvr9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
pvr6 = Novo (Nome= "pvr9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
pvr7 = Novo (Nome= "pvr9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
pvr8 = Novo (Nome= "pvr9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

pvr= pv*(UR/100) ;
pvr1= pv1*(UR1/100) ;
pvr2= pv2*(UR2/100) ;
pvr3= pv3*(UR3/100) ;
pvr4= pv4*(UR4/100) ;
pvr5= pv5*(UR5/100) ;
pvr6= pv6*(UR6/100) ;
pvr7= pv7*(UR7/100) ;
pvr8= pv8*(UR8/100) ;

Numerico pvra, pvra1, pvra2, pvra3, pvra4, pvra5, pvra6, pvra7, pvra8, fpvr, fpvr1,
fpvr2, fpvr3, fpvr4, fpvr5, fpvr6, fpvr7, fpvr8, fpvr9("Resultados_ETo") ;

pvra= Recuperere (Nome= "pvr9611_1") ;
pvra1= Recuperere (Nome= "pvr9611_2") ;
pvra2= Recuperere (Nome= "pvr9612_1") ;
pvra3= Recuperere (Nome= "pvr9612_2") ;
pvra4= Recuperere (Nome= "pvr9701_1") ;
pvra5= Recuperere (Nome= "pvr9701_2") ;
pvra6= Recuperere (Nome= "pvr9702_1") ;
pvra7= Recuperere (Nome= "pvr9702_2") ;
pvra8= Recuperere (Nome= "pvr9703_1") ;

fpvr = Novo (Nome= "fpvr9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fpvr1 = Novo (Nome= "fpvr9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fpvr2 = Novo (Nome= "fpvr9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fpvr3 = Novo (Nome= "fpvr9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fpvr4 = Novo (Nome= "fpvr9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fpvr5 = Novo (Nome= "fpvr9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fpvr6 = Novo (Nome= "fpvr9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fpvr7 = Novo (Nome= "fpvr9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fpvr8 = Novo (Nome= "fpvr9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

fpvr= 0.56-(0.079*pvra^0.5);
fpvr1= 0.56-(0.079*pvra1^0.5);
fpvr2= 0.56-(0.079*pvra2^0.5);
fpvr3= 0.56-(0.079*pvra3^0.5);
fpvr4= 0.56-(0.079*pvra4^0.5);
fpvr5= 0.56-(0.079*pvra5^0.5);
fpvr6= 0.56-(0.079*pvra6^0.5);
fpvr7= 0.56-(0.079*pvra7^0.5);
fpvr8= 0.56-(0.079*pvra8^0.5);

Numerico fTa, fTa1, fTa2, fTa3, fTa4, fTa5, fTa6, fTa7, fTa8, fNa, fNa1, fNa2, fNa3,
fNa4, fNa5, fNa6, fNa7, fNa8 fpvra, fpvra1, fpvra2, fpvra3, fpvra4, fpvra5, fpvra6,
fpvra7, fpvra8, Rol, Rol1, Rol2, Rol3, Rol4, Rol5, Rol6, Rol7, Rol8 ("Resultados_ETo");

fTa= Recuperere (Nome= "fT9611_1") ;
fTa1= Recuperere (Nome= "fT9611_2") ;
fTa2= Recuperere (Nome= "fT9612_1") ;
fTa3= Recuperere (Nome= "fT9612_2") ;
fTa4= Recuperere (Nome= "fT9701_1") ;
fTa5= Recuperere (Nome= "fT9701_2") ;
fTa6= Recuperere (Nome= "fT9702_1") ;
fTa7= Recuperere (Nome= "fT9702_2") ;
fTa8= Recuperere (Nome= "fT9703_1") ;

fNa= Recuperere (Nome= "fN9611_1") ;
fNa1= Recuperere (Nome= "fN9611_2") ;
fNa2= Recuperere (Nome= "fN9612_1") ;
fNa3= Recuperere (Nome= "fN9612_2") ;
fNa4= Recuperere (Nome= "fN9701_1") ;
fNa5= Recuperere (Nome= "fN9701_2") ;
fNa6= Recuperere (Nome= "fN9702_1") ;

```

```

fNa7= Recuperere (Nome= "fN9702_2") ;
fNa8= Recuperere (Nome= "fN9703_1") ;

fpvra= Recuperere (Nome= "fpvr9611_1") ;
fpvra1= Recuperere (Nome= "fpvr9611_2") ;
fpvra2= Recuperere (Nome= "fpvr9612_1") ;
fpvra3= Recuperere (Nome= "fpvr9612_2") ;
fpvra4= Recuperere (Nome= "fpvr9701_1") ;
fpvra5= Recuperere (Nome= "fpvr9701_2") ;
fpvra6= Recuperere (Nome= "fpvr9702_1") ;
fpvra7= Recuperere (Nome= "fpvr9702_2") ;
fpvra8= Recuperere (Nome= "fpvr9703_1") ;

Rol = Novo (Nome= "Rol9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rol1 = Novo (Nome= "Rol9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rol2 = Novo (Nome= "Rol9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rol3 = Novo (Nome= "Rol9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rol4 = Novo (Nome= "Rol9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rol5 = Novo (Nome= "Rol9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rol6 = Novo (Nome= "Rol9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rol7 = Novo (Nome= "Rol9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rol8 = Novo (Nome= "Rol9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

Rol= fTa*fNa*fpvra;
Rol1= fTa1*fNa1*fpvra1;
Rol2= fTa2*fNa2*fpvra2;
Rol3= fTa3*fNa3*fpvra3;
Rol4= fTa4*fNa4*fpvra4;
Rol5= fTa5*fNa5*fpvra5;
Rol6= fTa6*fNa6*fpvra6;
Rol7= fTa7*fNa7*fpvra7;
Rol8= fTa8*fNa8*fpvra8;

Numerico Rocr, Rocr1, Rocr2, Rocr3, Rocr4, Rocr5, Rocr6, Rocr7, Rocr8
("Radiacao_calculado");
Numerico Rolb, Rolb1, Rolb2, Rolb3, Rolb4, Rolb5, Rolb6, Rolb7, Rolb8, Rlt, Rlt1, Rlt2,
Rlt3, Rlt4, Rlt5, Rlt6, Rlt7, Rlt8 ("Resultados_ETo");

Rocr= Recuperere (Nome= "Rocr9611_1") ;
Rocr1= Recuperere (Nome= "Rocr9611_2") ;
Rocr2= Recuperere (Nome= "Rocr9612_1") ;
Rocr3= Recuperere (Nome= "Rocr9612_2") ;
Rocr4= Recuperere (Nome= "Rocr9701_1") ;
Rocr5= Recuperere (Nome= "Rocr9701_2") ;
Rocr6= Recuperere (Nome= "Rocr9702_1") ;
Rocr7= Recuperere (Nome= "Rocr9702_2") ;
Rocr8= Recuperere (Nome= "Rocr9703_1") ;

Rolb= Recuperere (Nome= "Rol9611_1") ;
Rolb1= Recuperere (Nome= "Rol9611_2") ;
Rolb2= Recuperere (Nome= "Rol9612_1") ;
Rolb3= Recuperere (Nome= "Rol9612_2") ;
Rolb4= Recuperere (Nome= "Rol9701_1") ;
Rolb5= Recuperere (Nome= "Rol9701_2") ;
Rolb6= Recuperere (Nome= "Rol9702_1") ;
Rolb7= Recuperere (Nome= "Rol9702_2") ;
Rolb8= Recuperere (Nome= "Rol9703_1") ;

Rlt = Novo (Nome= "Rlt9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rlt1 = Novo (Nome= "Rlt9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rlt2 = Novo (Nome= "Rlt9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rlt3 = Novo (Nome= "Rlt9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rlt4 = Novo (Nome= "Rlt9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rlt5 = Novo (Nome= "Rlt9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rlt6 = Novo (Nome= "Rlt9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rlt7 = Novo (Nome= "Rlt9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Rlt8 = Novo (Nome= "Rlt9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

Rlt = 0.75*(Rocr/(59))-Rolb;
Rlt1 = 0.75*(Rocr1/(59))-Rolb1;

```



```

Rlt2 = 0.75*(Rocr2/(59))-Rolb2;
Rlt3 = 0.75*(Rocr3/(59))-Rolb3;
Rlt4 = 0.75*(Rocr4/(59))-Rolb4;
Rlt5 = 0.75*(Rocr5/(59))-Rolb5;
Rlt6 = 0.75*(Rocr6/(59))-Rolb6;
Rlt7 = 0.75*(Rocr7/(59))-Rolb7;
Rlt8 = 0.75*(Rocr8/(59))-Rolb8;

Numerico V, V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 ("Media_Vento2m");
Numerico fV, fV1, fV2, fV3, fV4, fV5, fV6, fV7, fV8("Resultados_ETo");

V= Recuperare (Nome= "V2m9611_1" );
V1= Recuperare (Nome= "V2m9611_2" );
V2= Recuperare (Nome= "V2m9612_1" );
V3= Recuperare (Nome= "V2m9612_2" );
V4= Recuperare (Nome= "V2m9701_1" );
V5= Recuperare (Nome= "V2m9701_2" );
V6= Recuperare (Nome= "V2m9702_1" );
V7= Recuperare (Nome= "V2m9702_2" );
V8= Recuperare (Nome= "V2m9703_1" );

fV = Novo (Nome= "fV9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fV1 = Novo (Nome= "fV9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fV2 = Novo (Nome= "fV9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fV3 = Novo (Nome= "fV9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fV4 = Novo (Nome= "fV9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fV5 = Novo (Nome= "fV9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fV6 = Novo (Nome= "fV9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fV7 = Novo (Nome= "fV9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
fV8 = Novo (Nome= "fV9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

fV= 1+ (V/100);
fV1= 1+ (V1/100);
fV2= 1+ (V2/100);
fV3= 1+ (V3/100);
fV4= 1+ (V4/100);
fV5= 1+ (V5/100);
fV6= 1+ (V6/100);
fV7= 1+ (V7/100);
fV8= 1+ (V8/100);

Numerico W, W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8 ("Fator W");
Numerico Rlta, Rlta1, Rlta2, Rlta3, Rlta4, Rlta5, Rlta6, Rlta7, Rlta8, fVa, fVa1, fVa2,
fVa3, fVa4, fVa5, fVa6, fVa7, fVa8, pvr, pvr1, pvr2, pvr3, pvr4, pvr5, pvr6, pvr7, ETo,
ETo1, ETo2, ETo3, ETo4, ETo5, ETo6, ETo7, ETo8 ("Resultados_ETo");
Numerico pv, pv1, pv2, pv3, pv4, pv5, pv6, pv7, pv8 ("Pressao sat vapor");

W= Recuperare (Nome= "W9611_1" );
W1= Recuperare (Nome= "W9611_2" );
W2= Recuperare (Nome= "W9612_1" );
W3= Recuperare (Nome= "W9612_2" );
W4= Recuperare (Nome= "W9701_1" );
W5= Recuperare (Nome= "W9701_2" );
W6= Recuperare (Nome= "W9702_1" );
W7= Recuperare (Nome= "W9702_2" );
W8= Recuperare (Nome= "W9703_1" );

Rlta= Recuperare (Nome= "Rlt9611_1" );
Rlta1= Recuperare (Nome= "Rlt9611_2" );
Rlta2= Recuperare (Nome= "Rlt9612_1" );
Rlta3= Recuperare (Nome= "Rlt9612_2" );
Rlta4= Recuperare (Nome= "Rlt9701_1" );
Rlta5= Recuperare (Nome= "Rlt9701_2" );
Rlta6= Recuperare (Nome= "Rlt9702_1" );
Rlta7= Recuperare (Nome= "Rlt9702_2" );
Rlta8= Recuperare (Nome= "Rlt9703_1" );

```

```

fVa= Recuperere (Nome= "fV9611_1" );
fVa1= Recuperere (Nome= "fV9611_2" );
fVa2= Recuperere (Nome= "fV9612_1" );
fVa3= Recuperere (Nome= "fV9612_2" );
fVa4= Recuperere (Nome= "fV9701_1" );
fVa5= Recuperere (Nome= "fV9701_2" );
fVa6= Recuperere (Nome= "fV9702_1" );
fVa7= Recuperere (Nome= "fV9702_2" );
fVa8= Recuperere (Nome= "fV9703_1" );

pv= Recuperere (Nome= "pv9611_1" );
pv1= Recuperere (Nome= "pv9611_2" );
pv2= Recuperere (Nome= "pv9612_1" );
pv3= Recuperere (Nome= "pv9612_2" );
pv4= Recuperere (Nome= "pv9701_1" );
pv5= Recuperere (Nome= "pv9701_2" );
pv6= Recuperere (Nome= "pv9702_1" );
pv7= Recuperere (Nome= "pv9702_2" );
pv8= Recuperere (Nome= "pv9703_1" );

pvr= Recuperere (Nome= "pvr9611_1" );
pvr1= Recuperere (Nome= "pvr9611_2" );
pvr2= Recuperere (Nome= "pvr9612_1" );
pvr3= Recuperere (Nome= "pvr9612_2" );
pvr4= Recuperere (Nome= "pvr9701_1" );
pvr5= Recuperere (Nome= "pvr9701_2" );
pvr6= Recuperere (Nome= "pvr9702_1" );
pvr7= Recuperere (Nome= "pvr9702_2" );
pvr8= Recuperere (Nome= "pvr9703_1" );

Eto = Novo (Nome= "Eto9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Eto1 = Novo (Nome= "Eto9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Eto2 = Novo (Nome= "Eto9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Eto3 = Novo (Nome= "Eto9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Eto4 = Novo (Nome= "Eto9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Eto5 = Novo (Nome= "Eto9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Eto6 = Novo (Nome= "Eto9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Eto7 = Novo (Nome= "Eto9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Eto8 = Novo (Nome= "Eto9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

Eto = ((W*Rlta)+(fVa*((pv-pvr)*0.26)))/(1+W);
Eto1 = ((W1*Rlta1)+(fVa1*((pv1-pvr1)*0.26)))/(1+W1);
Eto2 = ((W2*Rlta2)+(fVa2*((pv2-pvr2)*0.26)))/(1+W2);
Eto3 = ((W3*Rlta3)+(fVa3*((pv3-pvr3)*0.26)))/(1+W3);
Eto4 = ((W4*Rlta4)+(fVa4*((pv4-pvr4)*0.26)))/(1+W4);
Eto5 = ((W5*Rlta5)+(fVa5*((pv5-pvr5)*0.26)))/(1+W5);
Eto6 = ((W6*Rlta6)+(fVa6*((pv6-pvr6)*0.26)))/(1+W6);
Eto7 = ((W7*Rlta7)+(fVa7*((pv7-pvr7)*0.26)))/(1+W7);
Eto8 = ((W8*Rlta8)+(fVa8*((pv8-pvr8)*0.26)))/(1+W8);

}

```

Cálculo da evapotranspiração máxima

```

{
Numerico ETo, ETo1, ETo2, ETo3, ETo4, ETo5, ETo6, ETo7, ETo8 ("Resultados_ETo");
Numerico kc, kc1, kc2, kc3, kc4, kc5, kc6, kc7, kc8 ("kc");
Numerico ETm, ETm1, ETm2, ETm3, ETm4, ETm5, ETm6, ETm7, ETm8 ("Resultados_ETm");

ETo = Recuperere (Nome="Eto9611_1");
Eto1 = Recuperere (Nome="Eto9611_2");
Eto2 = Recuperere (Nome="Eto9612_1");
Eto3 = Recuperere (Nome="Eto9612_2");
Eto4 = Recuperere (Nome="Eto9701_1");
Eto5 = Recuperere (Nome="Eto9701_2");
Eto6 = Recuperere (Nome="Eto9702_1");
Eto7 = Recuperere (Nome="Eto9702_2");

```

```

ETo8 = Recuperare (Nome="Eto9703_1");

kc = Recuperare (Nome="kc_quinzena1");
kc1 = Recuperare (Nome="kc_quinzena2");
kc2 = Recuperare (Nome="kc_quinzena3");
kc3 = Recuperare (Nome="kc_quinzena4");
kc4 = Recuperare (Nome="kc_quinzena5");
kc5 = Recuperare (Nome="kc_quinzena6");
kc6 = Recuperare (Nome="kc_quinzena7");
kc7 = Recuperare (Nome="kc_quinzena8");
kc8 = Recuperare (Nome="kc_quinzena9");

ETm = Novo (Nome="ETm9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
ETm1 = Novo (Nome="ETm9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
ETm2 = Novo (Nome="ETm9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
ETm3 = Novo (Nome="ETm9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
ETm4 = Novo (Nome="ETm9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
ETm5 = Novo (Nome="ETm9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
ETm6 = Novo (Nome="ETm9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
ETm7 = Novo (Nome="ETm9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
ETm8 = Novo (Nome="ETm9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;

ETm = kc*ETo ;
ETm1 = kc1*ETo1 ;
ETm2 = kc2*ETo2 ;
ETm3 = kc3*ETo3 ;
ETm4 = kc4*ETo4 ;
ETm5 = kc5*ETo5 ;
ETm6 = kc6*ETo6 ;
ETm7 = kc7*ETo7 ;
ETm8 = kc8*ETo8 ;

}

```

Cálculo da evapotranspiração real

Balanço hídrico e cálculo do IADS na quinzena 1

```

{
Numerico ND ("Numero Dias"), ETmq ("Resultados_ETr");

ND= Recuperare (Nome="ND_quinzena1");
ETmq= Novo (Nome="ETmq9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000);

ETmq= ETm*ND ;

Numerico Prec ("Media_Precipitacao"), ETmqb ("Resultados_ETr"), PeETmq
("Resultados_ETr");

Prec = Recuperare (Nome="prec9611_1");
ETmqb = Recuperare (Nome="ETmq9611_1");
PeETmq = Novo (Nome="PeETmq9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000);

PeETmq= Prec-ETmqb ;

Numerico Precb ("Media_Precipitacao"), ARM1 ("Resultados_ETr");

Precb= Recuperare (Nome="prec9610_2");
ARM1= Novo (Nome="ARM1_9610_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

ARM1= (0.5*Precb)+1 ;

Numerico ARM1a ("Resultados_ETr"), cras ("cras"), Negacul("Resultados_ETr");

ARM1a= Recuperare (Nome="ARM1_9610_2");

```

```

cras= Recuperare (Nome="cras");
Negacul= Novo
(Nome="Negacul_9610_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000);

Negacul= (log((ARM1a < cras)? ARM1a:cras) -log(cras))*(cras-(2)) ;

Numerico PeETmqb, ARM, ARMa, ARMmenor, ARMmaior, ARMmenor1, ARMmaior1, Negacu, Negacula,
Negacub, Negacumenor, Negacumaior, Negacumenor1, Negacumaior1
("Resultados_ETr");

PeETmqb= Recuperare (Nome="PeETmq9611_1");

// Quando PeETmq < 0
Negacula= Recuperare (Nome="Negacul_9610_2");
Negacumenor= Novo
(Nome="Negacu9611_lmenor",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Negacumenor = Negacula+PeETmqb;

Negacub= Recuperare (Nome="Negacu9611_lmenor");
ARMmenor = Novo
(Nome="ARM9611_lmenor",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
ARMmenor = cras*(2.7182818^(Negacub/(cras-(2)))));

ARMmaior = Novo
(Nome="ARM9611_lmaior",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
ARMmaior = PeETmqb+((ARM1a < cras)?ARM1a:cras) ;

ARMa= Recuperare (Nome="ARM9611_lmaior");
Negacumaior = Novo
(Nome="Negacu9611_lmaior",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Negacumaior = (log((ARMa < cras)?ARMa:cras) -log(cras))*(cras-(2.0)) ;

ARMmenor1= Recuperare (Nome="ARM9611_lmenor");
ARMmaior1= Recuperare (Nome="ARM9611_lmaior");
Negacumenor1= Recuperare (Nome="Negacu9611_lmenor");
Negacumaior1= Recuperare (Nome="Negacu9611_lmaior");
ARM = Novo (Nome="ARM9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;
Negacu = Novo (Nome="Negacu9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

ARM = (PeETmqb < 0)? ARMmenor1:ARMmaior1;
Negacu = (PeETmqb < 0)? Negacumenor1:Negacumaior1;

Numerico ETm, ETm1, ETm2, ETm3, ETm4, ETm5, ETm6, ETm7, ETm8 ("Resultados_ETm");
Numerico p0, p1, p2, p3, p4, p5, p6, p7, p8 ("fracao_p");

ETm = Recuperare (Nome= "ETm9611_1");
ETm1 = Recuperare (Nome= "ETm9611_2");
ETm2 = Recuperare (Nome= "ETm9612_1");
ETm3 = Recuperare (Nome= "ETm9612_2");
ETm4 = Recuperare (Nome= "ETm9701_1");
ETm5 = Recuperare (Nome= "ETm9701_2");
ETm6 = Recuperare (Nome= "ETm9702_1");
ETm7 = Recuperare (Nome= "ETm9702_2");
ETm8 = Recuperare (Nome= "ETm9703_1");

p0 = Novo (Nome= "p9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,
Min=0,Max=10000) ;
p1 = Novo (Nome= "p9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,
Min=0,Max=10000) ;
p2 = Novo (Nome= "p9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,
Min=0,Max=10000) ;
p3 = Novo (Nome= "p9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,
Min=0,Max=10000) ;
p4 = Novo (Nome= "p9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,
Min=0,Max=10000) ;
p5 = Novo (Nome= "p9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,
Min=0,Max=10000) ;

```

```

p6 = Novo (Nome= "p9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,
Min=0,Max=10000) ;
p7 = Novo (Nome= "p9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,
Min=0,Max=10000) ;
p8 = Novo (Nome= "p9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,
Min=0,Max=10000) ;

p0 = ((ETm >= 0.0 && ETm <= 2.9)? Numerico(0.875):((ETm > 2.9 && ETm <= 3.9)? Numerico
(0.80):((ETm > 3.9 && ETm <= 4.9)? Numerico (0.70):((ETm > 4.9 && ETm <= 5.9)? Numerico
(0.60):((ETm > 5.9 && ETm <= 6.9)? Numerico (0.55):((ETm > 6.9 && ETm <= 7.9)? Numerico
(0.50):((ETm > 7.9 && ETm <= 8.9)? Numerico (0.45):((ETm > 8.9 && ETm <= 9.9)? Numerico
(0.425):((ETm > 9.9)? Numerico (0.40):Numerico (0.40))))))))) ;

p1 = ((ETm1 >= 0.0 && ETm1 <= 2.9)? Numerico(0.875):((ETm1 > 2.9 && ETm1 <= 3.9)?
Numerico (0.80):((ETm1 > 3.9 && ETm1 <= 4.9)? Numerico (0.70):((ETm1 > 4.9 && ETm1 <=
5.9)? Numerico (0.60):((ETm1 > 5.9 && ETm1 <= 6.9)? Numerico (0.55):((ETm1 > 6.9 && ETm1
<= 7.9)? Numerico (0.50): ((ETm1 > 7.9 && ETm1 <= 8.9)? Numerico (0.45):((ETm1 > 8.9 &&
ETm1 <= 9.9)? Numerico (0.425):((ETm1 > 9.9)? Numerico (0.40):Numerico (0.40))))))))) ;

p2 = ((ETm2 >= 0.0 && ETm2 <= 2.9)? Numerico(0.875):((ETm2 > 2.9 && ETm2 <= 3.9)?
Numerico (0.80): ((ETm2 > 3.9 && ETm2 <= 4.9)? Numerico (0.70):((ETm2 > 4.9 && ETm2 <=
5.9)? Numerico (0.60): ((ETm2 > 5.9 && ETm2 <= 6.9)? Numerico (0.55):((ETm2 > 6.9 &&
ETm2 <= 7.9)? Numerico (0.50): ((ETm2 > 7.9 && ETm2 <= 8.9)? Numerico (0.45):((ETm2 >
8.9 && ETm2 <= 9.9)? Numerico (0.425): ((ETm2 > 9.9)? Numerico (0.40):Numerico
(0.40))))))))) ;

p3 = ((ETm3 >= 0.0 && ETm3 <= 2.9)? Numerico(0.875):((ETm3 > 2.9 && ETm3 <= 3.9)?
Numerico (0.80): ((ETm3 > 3.9 && ETm3 <= 4.9)? Numerico (0.70):((ETm3 > 4.9 && ETm3 <=
5.9)? Numerico (0.60): ((ETm3 > 5.9 && ETm3 <= 6.9)? Numerico (0.55):((ETm3 > 6.9 &&
ETm3 <= 7.9)? Numerico (0.50): ((ETm3 > 7.9 && ETm3 <= 8.9)? Numerico (0.45):((ETm3 >
8.9 && ETm3 <= 9.9)? Numerico (0.425): ((ETm3 > 9.9)? Numerico (0.40):Numerico
(0.40))))))))) ;

p4 = ((ETm4 >= 0.0 && ETm4 <= 2.9)? Numerico(0.875):((ETm4 > 2.9 && ETm4 <= 3.9)?
Numerico (0.80): ((ETm4 > 3.9 && ETm4 <= 4.9)? Numerico (0.70):((ETm4 > 4.9 && ETm4 <=
5.9)? Numerico (0.60): ((ETm4 > 5.9 && ETm4 <= 6.9)? Numerico (0.55):((ETm4 > 6.9 &&
ETm4 <= 7.9)? Numerico (0.50): ((ETm4 > 7.9 && ETm4 <= 8.9)? Numerico (0.45):((ETm4 >
8.9 && ETm4 <= 9.9)? Numerico (0.425): ((ETm4 > 9.9)? Numerico (0.40):Numerico
(0.40))))))))) ;

p5 = ((ETm5 >= 0.0 && ETm5 <= 2.9)? Numerico(0.875):((ETm5 > 2.9 && ETm5 <= 3.9)?
Numerico (0.80): ((ETm5 > 3.9 && ETm5 <= 4.9)? Numerico (0.70):((ETm5 > 4.9 && ETm5 <=
5.9)? Numerico (0.60): ((ETm5 > 5.9 && ETm5 <= 6.9)? Numerico (0.55):((ETm5 > 6.9 &&
ETm5 <= 7.9)? Numerico (0.50): ((ETm5 > 7.9 && ETm5 <= 8.9)? Numerico (0.45):((ETm5 >
8.9 && ETm5 <= 9.9)? Numerico (0.425): ((ETm5 > 9.9)? Numerico (0.40):Numerico
(0.40))))))))) ;

p6 = ((ETm6 >= 0.0 && ETm6 <= 2.9)? Numerico(0.875):((ETm6 > 2.9 && ETm6 <= 3.9)?
Numerico (0.80): ((ETm6 > 3.9 && ETm6 <= 4.9)? Numerico (0.70):((ETm6 > 4.9 && ETm6 <=
5.9)? Numerico (0.60): ((ETm6 > 5.9 && ETm6 <= 6.9)? Numerico (0.55):((ETm6 > 6.9 &&
ETm6 <= 7.9)? Numerico (0.50): ((ETm6 > 7.9 && ETm6 <= 8.9)? Numerico (0.45):((ETm6 >
8.9 && ETm6 <= 9.9)? Numerico (0.425): ((ETm6 > 9.9)? Numerico (0.40):Numerico
(0.40))))))))) ;

p7 = ((ETm7 >= 0.0 && ETm7 <= 2.9)? Numerico(0.875):((ETm7 > 2.9 && ETm7 <= 3.9)?
Numerico (0.80): ((ETm7 > 3.9 && ETm7 <= 4.9)? Numerico (0.70):((ETm7 > 4.9 && ETm7 <=
5.9)? Numerico (0.60): ((ETm7 > 5.9 && ETm7 <= 6.9)? Numerico (0.55):((ETm7 > 6.9 &&
ETm7 <= 7.9)? Numerico (0.50): ((ETm7 > 7.9 && ETm7 <= 8.9)? Numerico (0.45):((ETm7 >
8.9 && ETm7 <= 9.9)? Numerico (0.425): ((ETm7 > 9.9)? Numerico (0.40):Numerico
(0.40))))))))) ;

p8 = ((ETm8 >= 0.0 && ETm8 <= 2.9)? Numerico(0.875):((ETm8 > 2.9 && ETm8 <= 3.9)?
Numerico (0.80): ((ETm8 > 3.9 && ETm8 <= 4.9)? Numerico (0.70):((ETm8 > 4.9 && ETm8 <=
5.9)? Numerico (0.60):((ETm8 > 5.9 && ETm8 <= 6.9)? Numerico (0.55):((ETm8 > 6.9 && ETm8
<= 7.9)? Numerico (0.50): ((ETm8 > 7.9 && ETm8 <= 8.9)? Numerico (0.45):((ETm8 > 8.9 &&
ETm8 <= 9.9)? Numerico (0.425): ((ETm8 > 9.9)? Numerico (0.40):Numerico (0.40))))))))) ;

Numerico p ("fracao_p"), D ("Prof_raiz"), ARS ("Resultados_ETr");

```

```

p= Recuperere (Nome="p9611_1");
D= Recuperere (Nome="D_quinzenal");
ARS= Novo (Nome="ARS9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

ARS = (1.0-p)*cras*D ;

Numerico ARMr("Resultados_ETr");

ARMr= Novo (Nome="ARMr9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

ARMr=((ARM1a < cras)?ARM1a:cras)*D ;

Numerico ARMra ("Resultados_ETr"), ARMp ("Resultados_ETr");

ARMra= Recuperere (Nome="ARMr9611_1");
ARMp= Novo (Nome="ARMp9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000);

ARMp=((ARMra < cras)?ARMra:cras)+Prec ;

Numerico ARMpa, ARSa, ETmqc, IADS ("Resultados_ETr");

ARMpa= Recuperere (Nome="ARMp9611_1");
ARSa= Recuperere(Nome="ARS9611_1");
IADS= Novo(Nome="IAS9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000);

IADS= (((ARMpa < cras)? ARMpa:cras)-ARSa)/ETmqb ;

}

```

Balço hídrico e cálculo do IADS nas quinzenas 2 a 9

Os programas em LEGAL utilizados nas quinzenas 2 a 9 são os mesmos, alterando-se apenas os planos de informação de entrada.

```

{

Numerico ETm ("Resultados_ETm"), ND ("Numero Dias"), ETmq ("Resultados_ETr");

ETm= Recuperere (Nome="ETm9611_2");
ND= Recuperere (Nome="ND_nov2");
ETmq= Novo (Nome="ETmq9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000);

ETmq= ETm*ND ;

// Saldo da precipitação (PeETmq) (mm)
// PeETmq(M)= Prec(M)-ETmq(M) M= quinzena
Numerico Prec ("Media_Precipitacao"), ETmqb ("Resultados_ETr"), PeETmq
("Resultados_ETr");

Prec = Recuperere (Nome="prec9611_2");
ETmqb = Recuperere (Nome="ETmq9611_2");
PeETmq = Novo (Nome="PeETmq9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000);

PeETmq= Prec-ETmqb ;

Numerico PeETmqb, ARM, ARMa, ARM1a, ARMmenor, ARMmaior, ARMmenor1, ARMmaior1, Negacu,
Negacula,
Negacub, Negacumenor, Negacumaior, Negacumenor1, Negacumaior1
("Resultados_ETr");
Numerico cras ("cras");

```

```

PeETmqb= Recuperare (Nome="PeETmq9611_2");
ARM1a= Recuperare (Nome="ARM9611_1");
cras = Recuperare (Nome="cras");

Negacula= Recuperare (Nome="Negacu9611_1");
Negacumenor= Novo
(Nome="Negacu9611_2menor", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000);
Negacumenor = Negacula+PeETmqb;

Negacub= Recuperare (Nome="Negacu9611_2menor");
ARMmenor = Novo
(Nome="ARM9611_2menor", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000);
ARMmenor = cras*(2.7182818^(Negacub/(cras-(2))));

RMmaior = Novo
(Nome="ARM9611_2maior", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000);
ARMmaior = PeETmqb+((ARM1a < cras)?ARM1a:cras) ;

ARMa= Recuperare (Nome="ARM9611_2maior");
Negacumaior = Novo
(Nome="Negacu9611_2maior", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000);
Negacumaior = (log((ARMa < cras)?ARMa:cras) -log(cras))*(cras-(2.0)) ;

ARMmenor1= Recuperare (Nome="ARM9611_2menor");
ARMmaior1= Recuperare (Nome="ARM9611_2maior");
Negacumenor1= Recuperare (Nome="Negacu9611_2menor");
Negacumaior1= Recuperare (Nome="Negacu9611_2maior");
ARM = Novo (Nome="ARM9611_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000);
Negacu = Novo (Nome="Negacu9611_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000);

ARM = (PeETmqb < 0)? ARMmenor1:ARMmaior1;
Negacu = (PeETmqb < 0)? Negacumenor1:Negacumaior1;

Numerico p ("fracao_p"), D ("Prof_raiz"), ARS ("Resultados_ETr");

p= Recuperare (Nome="p9611_2");
D= Recuperare (Nome="D_quinzena2");
ARS= Novo (Nome="ARS9611_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000);

ARS = (1.0-p)*cras*D ;

Numerico ARMr("Resultados_ETr");

ARMr= Novo (Nome="ARMr9611_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000);

ARMr=((ARM1a < cras)?ARM1a:cras)*D ;

Numerico ARMra ("Resultados_ETr"), ARMp ("Resultados_ETr");

ARMra= Recuperare (Nome="ARMr9611_2");
ARMp= Novo (Nome="ARMp9611_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000);

ARMp=((ARMra < cras)?ARMra:cras)+Prec ;

Numerico ARMpa, ARSa, ETmqc, IADS ("Resultados_ETr");

ARMpa= Recuperare (Nome="ARMp9611_2");
ARSa= Recuperare (Nome="ARS9611_2");
IADS= Novo (Nome="IAS9611_2", ResX=8000, ResY=8000, Escala=1000000, Min=0, Max=10000);

IADS= (((ARMpa < cras)? ARMpa:cras)-ARSa)/ETmqb ;

}

```



```

10.0 && ARS >= 25.0 && ARS < 50.0)? Numerico(6.7): ((IADS >= 0.67 && IADS < 0.83 && ETm
>= 8.0 && ETm < 10.0 && ARS >= 50.0 && ARS < 100.0)? Numerico(7.2): ((IADS >= 0.67 &&
IADS < 0.83 && ETm >= 8.0 && ETm < 10.0 && ARS >= 100.0 && ARS < 150.0)? Numerico(7.4):
((IADS >= 0.67 && IADS < 0.83 && ETm >= 8.0 && ETm < 10.0 && ARS >= 150.0)?
Numerico(7.5): ((IADS >= 0.67 && IADS < 0.83 && ETm >= 10.0 && ARS < 25.0)?
Numerico(7.5): ((IADS >= 0.67 && IADS < 0.83 && ETm >= 10.0 && ARS >= 25.0 && ARS <
50.0)? Numerico(8.1): ((IADS >= 0.67 && IADS < 0.83 && ETm >= 10.0 && ARS >= 50.0 && ARS
< 100.0)? Numerico(8.8): ((IADS >= 0.67 && IADS < 0.83 && ETm >= 10.0 && ARS >= 100.0 &&
ARS < 150.0)? Numerico(9.1):((IADS >= 0.67 && IADS < 0.83 && ETm >= 10.0 && ARS >=
150.0)? Numerico(9.3):((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm < 4.0 && ARS < 25.0)?
Numerico(1.9):((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm < 4.0 && ARS >= 25.0 && ARS < 50.0)?
Numerico(2.0): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm < 4.0 && ARS >= 50.0 && ARS <
100.0)? Numerico(2.0): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm < 4.0 && ARS >= 100.0 &&
ARS < 150.0)? Numerico(2.0): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm < 4.0 && ARS >=
150.0)? Numerico(2.0): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 4.0 && ETm < 6.0 && ARS
< 25.0)? Numerico(3.8):((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 4.0 && ETm < 6.0 && ARS
>= 25.0 && ARS < 50.0)? Numerico(3.9):((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 4.0 &&
ETm < 6.0 && ARS >= 50.0 && ARS < 100.0)? Numerico(3.9): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00
&& ETm >= 4.0 && ETm < 6.0 && ARS >= 100.0 && ARS < 150.0)? Numerico(4.0): ((IADS >=
0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 4.0 && ETm < 6.0 && ARS >= 150.0)? Numerico(4.0):((IADS
>= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 6.0 && ETm < 8.0 && ARS < 25.0)? Numerico(5.6): ((IADS
>= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 6.0 && ETm < 8.0 && ARS >= 25.0 && ARS < 50.0)?
Numerico(5.7):((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 6.0 && ETm < 8.0 && ARS >= 50.0
&& ARS < 100.0)? Numerico(5.9): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 6.0 && ETm <
8.0 && ARS >= 100.0 && ARS < 150.0)? Numerico(5.9): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 &&
ETm >= 6.0 && ETm < 8.0 && ARS >= 150.0)? Numerico(5.9): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00
&& ETm >= 8.0 && ETm < 10.0 && ARS < 25.0)? Numerico(7.3): ((IADS >= 0.83 && IADS <=
1.00 && ETm >= 8.0 && ETm < 10.0 && ARS >= 25.0 && ARS < 50.0)? Numerico(7.6):((IADS
>= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 8.0 && ETm < 10.0 && ARS >= 50.0 && ARS < 100.0)?
Numerico(7.8): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 8.0 && ETm < 10.0 && ARS >=
100.0 && ARS < 150.0)? Numerico(7.8):((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 8.0 && ETm
< 10.0 && ARS >= 150.0)? Numerico(7.9): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 10.0 &&
ARS < 25.0)? Numerico(9.1): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 10.0 && ARS >= 25.0
&& ARS < 50.0)? Numerico(9.4): ((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 10.0 && ARS >=
50.0 && ARS < 100.0)? Numerico(9.6):((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 10.0 && ARS
>= 100.0 && ARS < 150.0)? Numerico(9.7):((IADS >= 0.83 && IADS <= 1.00 && ETm >= 10.0 &&
ARS >= 150.0)? Numerico(9.8): ETm))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))
))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))
)))))))));
}

```

Cálculo da produtividade real

```

{
Numerico ky, ky1, ky2, ky3, ky4, ky5, ky6, ky7, ky8 ("ky");
Numerico ETr, ETr1, ETr2, ETr3, ETr4, ETr5, ETr6, ETr7, ETr8 ("Resultados_ETr");
Numerico ETm, ETm1, ETm2, ETm3, ETm4, ETm5, ETm6, ETm7, ETm8 ("Resultados_ETm");
Numerico PM, PM1, PM2, PM3, PM4, PM5, PM6, PM7, PM8,
PR, PR1, PR2, PR3, PR4, PR5, PR6, PR7, PR8 ("Resultados_Finais");

PM= Recupere(Nome="PM9611_1");
PM1= Recupere(Nome="PM9611_2");
PM2= Recupere(Nome="PM9612_1");
PM3= Recupere(Nome="PM9612_2");
PM4= Recupere(Nome="PM9701_1");
PM5= Recupere(Nome="PM9701_2");
PM6= Recupere(Nome="PM9702_1");
PM7= Recupere(Nome="PM9702_2");
PM8= Recupere(Nome="PM9703_1");

ky= Recupere(Nome="ky_quinzena1");
ky1= Recupere(Nome="ky_quinzena2");
ky2= Recupere(Nome="ky_quinzena3");
ky3= Recupere(Nome="ky_quinzena4");
ky4= Recupere(Nome="ky_quinzena5");

```

```

ky5= Recuperere(Nome="ky_quinzena6");
ky6= Recuperere(Nome="ky_quinzena7");
ky7= Recuperere(Nome="ky_quinzena8");
ky8= Recuperere(Nome="ky_quinzena9");

ETr= Recuperere(Nome="ETr9611_1");
ETr1= Recuperere(Nome="ETr9611_2");
ETr2= Recuperere(Nome="ETr9612_1");
ETr3= Recuperere(Nome="ETr9612_2");
ETr4= Recuperere(Nome="ETr9701_1");
ETr5= Recuperere(Nome="ETr9701_2");
ETr6= Recuperere(Nome="ETr9702_1");
ETr7= Recuperere(Nome="ETr9702_2");
ETr8= Recuperere(Nome="ETr9703_1");

ETm= Recuperere(Nome="ETm9611_1");
ETm1= Recuperere(Nome="ETm9611_2");
ETm2= Recuperere(Nome="ETm9612_1");
ETm3= Recuperere(Nome="ETm9612_2");
ETm4= Recuperere(Nome="ETm9701_1");
ETm5= Recuperere(Nome="ETm9701_2");
ETm6= Recuperere(Nome="ETm9702_1");
ETm7= Recuperere(Nome="ETm9702_2");
ETm8= Recuperere(Nome="ETm9703_1");

PR = Novo (Nome="PR9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
PR1 = Novo (Nome="PR9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
PR2 = Novo (Nome="PR9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
PR3 = Novo (Nome="PR9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
PR4 = Novo (Nome="PR9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
PR5 = Novo (Nome="PR9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
PR6 = Novo (Nome="PR9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
PR7 = Novo (Nome="PR9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
PR8 = Novo (Nome="PR9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;

PR= PM*(1-(ky*(1-ETr/ETm))) ;
PR1= PM1*(1-(ky1*(1-ETr1/ETm1))) ;
PR2= PM2*(1-(ky2*(1-ETr2/ETm2))) ;
PR3= PM3*(1-(ky3*(1-ETr3/ETm3))) ;
PR4= PM4*(1-(ky4*(1-ETr4/ETm4))) ;
PR5= PM5*(1-(ky5*(1-ETr5/ETm5))) ;
PR6= PM6*(1-(ky6*(1-ETr6/ETm6))) ;
PR7= PM7*(1-(ky7*(1-ETr7/ETm7))) ;
PR8= PM8*(1-(ky8*(1-ETr8/ETm8))) ;

Numerico PRa, PR1a, PR2a, PR3a, PR4a, PR5a, PR6a, PR7a, PR8a, PRt ("Resultados_Finais");

PRa = Recuperere (Nome= "PR9611_1");
PR1a = Recuperere (Nome= "PR9611_2");
PR2a = Recuperere (Nome= "PR9612_1");
PR3a = Recuperere (Nome= "PR9612_2");
PR4a = Recuperere (Nome= "PR9701_1");
PR5a = Recuperere (Nome= "PR9701_2");
PR6a = Recuperere (Nome= "PR9702_1");
PR7a = Recuperere (Nome= "PR9702_2");
PR8a = Recuperere (Nome= "PR9703_1");

PRt = Novo (Nome= "PRtotal9697",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=10000) ;

PRt = ( PRa)+(PR1a)+(PR2a)+(PR3a)+(PR4a)+(PR5a)+(PR6a)+(PR7a)+(PR8a) ;

}

```

Cálculo do Índice de Penalização

```
{
Numerico ky, ky1, ky2, ky3, ky4, ky5, ky6, ky7, ky8 ("ky");
Numerico ETr, ETr1, ETr2, ETr3, ETr4, ETr5, ETr6, ETr7, ETr8 ("Resultados_ETr");
Numerico ETm, ETm1, ETm2, ETm3, ETm4, ETm5, ETm6, ETm7, ETm8 ("Resultados_ETm");
Numerico IP, IP1, IP2, IP3, IP4, IP5, IP6, IP7, IP8 ("Resultados_Finais");

ky= Recuperere(Nome="ky_quinzena1");
ky1= Recuperere(Nome="ky_quinzena2");
ky2= Recuperere(Nome="ky_quinzena3");
ky3= Recuperere(Nome="ky_quinzena4");
ky4= Recuperere(Nome="ky_quinzena5");
ky5= Recuperere(Nome="ky_quinzena6");
ky6= Recuperere(Nome="ky_quinzena7");
ky7= Recuperere(Nome="ky_quinzena8");
ky8= Recuperere(Nome="ky_quinzena9");

ETr= Recuperere(Nome="ETr9611_1");
ETr1= Recuperere(Nome="ETr9611_2");
ETr2= Recuperere(Nome="ETr9612_1");
ETr3= Recuperere(Nome="ETr9612_2");
ETr4= Recuperere(Nome="ETr9701_1");
ETr5= Recuperere(Nome="ETr9701_2");
ETr6= Recuperere(Nome="ETr9702_1");
ETr7= Recuperere(Nome="ETr9702_2");
ETr8= Recuperere(Nome="ETr9703_1");

ETm= Recuperere(Nome="ETm9611_1");
ETm1= Recuperere(Nome="ETm9611_2");
ETm2= Recuperere(Nome="ETm9612_1");
ETm3= Recuperere(Nome="ETm9612_2");
ETm4= Recuperere(Nome="ETm9701_1");
ETm5= Recuperere(Nome="ETm9701_2");
ETm6= Recuperere(Nome="ETm9702_1");
ETm7= Recuperere(Nome="ETm9702_2");
ETm8= Recuperere(Nome="ETm9703_1");

IP = Novo (Nome="IP9611_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
IP1 = Novo (Nome="IP9611_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
IP2 = Novo (Nome="IP9612_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
IP3 = Novo (Nome="IP9612_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
IP4 = Novo (Nome="IP9701_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
IP5 = Novo (Nome="IP9701_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
IP6 = Novo (Nome="IP9702_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
IP7 = Novo (Nome="IP9702_2",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;
IP8 = Novo (Nome="IP9703_1",ResX=8000,ResY=8000,Escala=1000000,Min=0,Max=1000) ;

IP= 1-(ky*(1-ETr/ETm)) ;
IP1= 1-(ky1*(1-ETr1/ETm1)) ;
IP2= 1-(ky2*(1-ETr2/ETm2)) ;
IP3= 1-(ky3*(1-ETr3/ETm3)) ;
IP4= 1-(ky4*(1-ETr4/ETm4)) ;
IP5= 1-(ky5*(1-ETr5/ETm5)) ;
IP6= 1-(ky6*(1-ETr6/ETm6)) ;
IP7= 1-(ky7*(1-ETr7/ETm7)) ;
IP8= 1-(ky8*(1-ETr8/ETm8)) ;
}
```