

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<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup> (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> |
|---|-------------|
| <b>LISTA DE FIGURAS</b>   |             |
| <b>LISTA DE TABELAS</b>   |             |
| <br>  |             |
| <b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO .....</b>                                | <b>19</b>   |
| <br>  |             |
| <b>CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>                     | <b>23</b>   |
| 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          |
| <br>  |             |
| <b>CAPÍTULO 3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>                       | <b>47</b>   |
| 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         |
| <b>CAPÍTULO 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                  |   | <b>73</b>  |
| 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         |
| <b>CAPÍTULO 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>                              |   | <b>99</b>  |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   |   | <b>101</b> |
| <b>APÊNDICE A Dados meteorológicos quinzenais .....</b>                         |   | <b>113</b> |
| <b>APÊNDICE B Modelo de Arquivo ASCII .....</b>                                 |   | <b>147</b> |
| <b>APÊNDICE C Programa LEGAL para o cálculo de Média Zonal .....</b>            |   | <b>149</b> |
| <b>APÊNDICE D Produtividade da soja no Paraná - Dados da SEAB .....</b>         |   | <b>151</b> |
| <b>APÊNDICE E Programas em Linguagem LEGAL - Modelo Agrometeorológico .....</b> |   | <b>163</b> |

## 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.

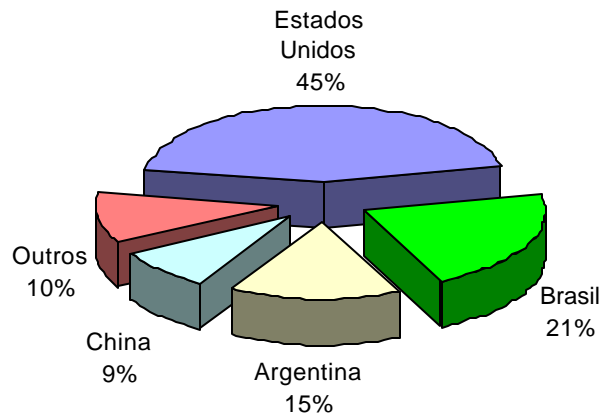


Fig. 2.1 - Distribuição da produção de soja no mundo - Estimativa da safra 2000/2001.

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).

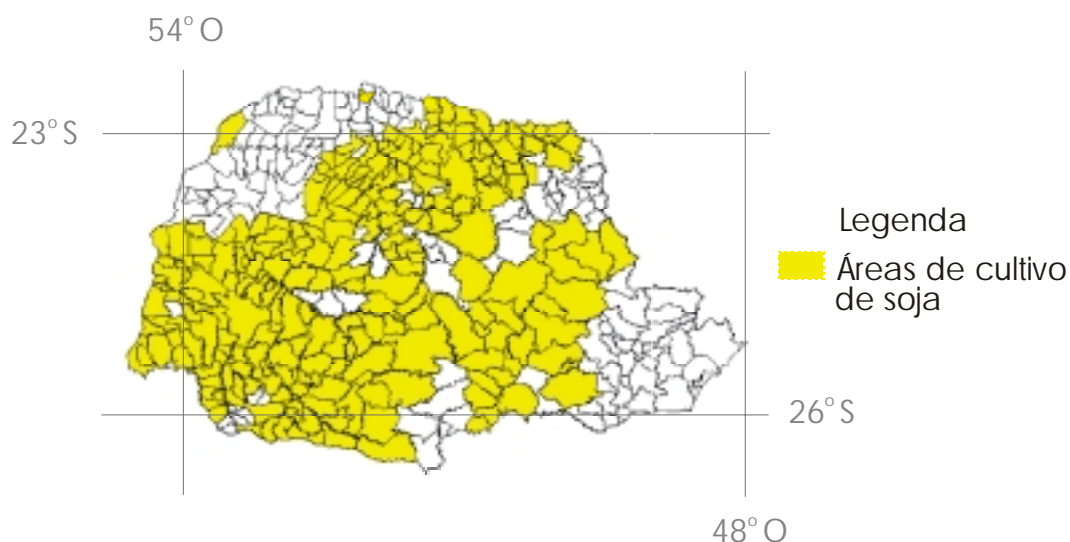


Fig. 2.2 - Distribuição geográfica da produção de soja no Paraná no ano safra de 1998/99.

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).

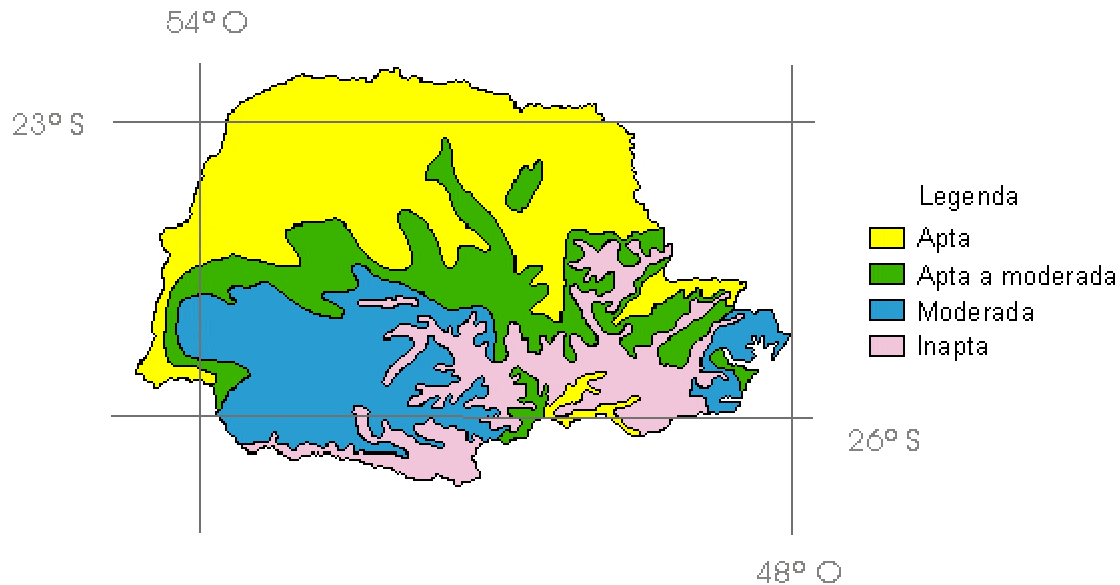


Fig. 2.3 - Zoneamento agroclimático para a cultura da soja no Paraná.

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  $\mu\text{m}$ ; banda 2 no infravermelho próximo de 0,725 a 1,1  $\mu\text{m}$ ; banda 3 no infravermelho médio de 3,55 a 3,93  $\mu\text{m}$ ; e duas bandas no infravermelho termal (banda 4 de 10,3 a 11,3  $\mu\text{m}$  e banda 5 de 11,5 a 12,5  $\mu\text{m}$ ). 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( $\mu\text{m}$ )        | 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)<br>160 (termal) | 260       |
| Resolução temporal(dias)       | nadir: 26<br>fora do nadir:<br>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 ( $\rho$ ) 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.

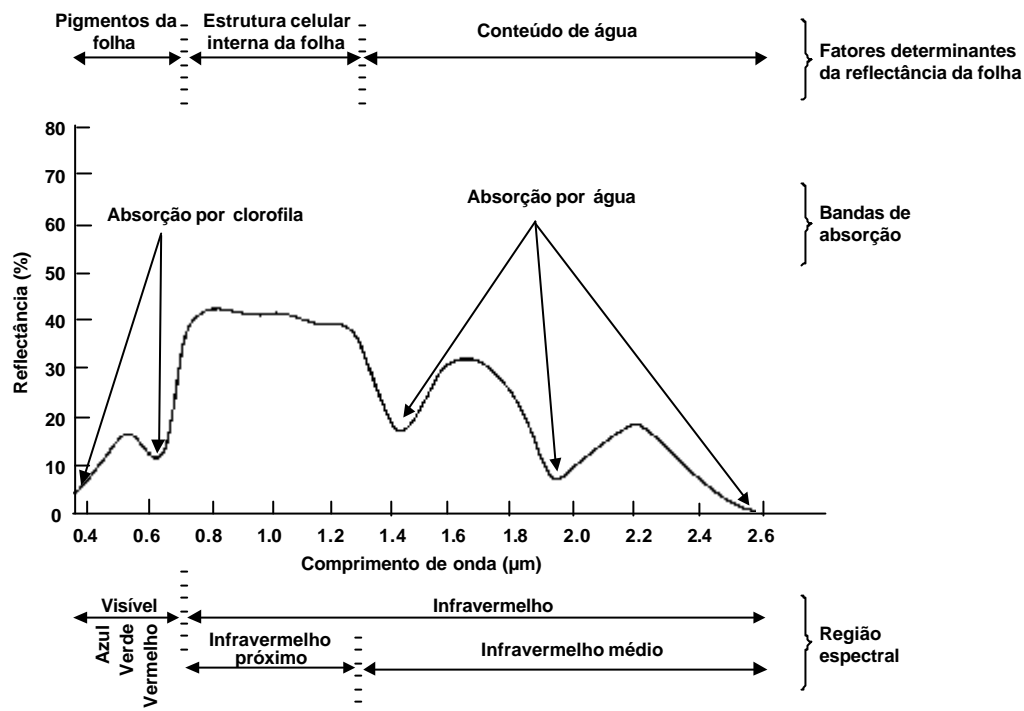


Fig. 2.4 - Curva de reflectância típica da vegetação.

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.

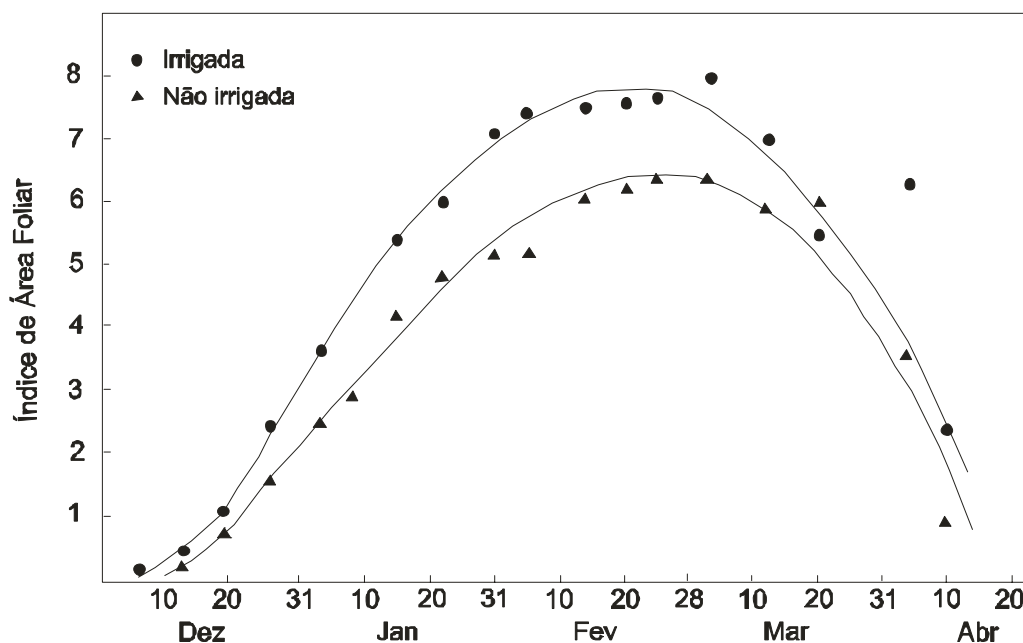


Fig. 2.5 - Índice de área foliar da soja, cultivar Bragg, em condições irrigada e não irrigada. Taquari, RS, 1985/86.

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<sub>r</sub>) e evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>), 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.

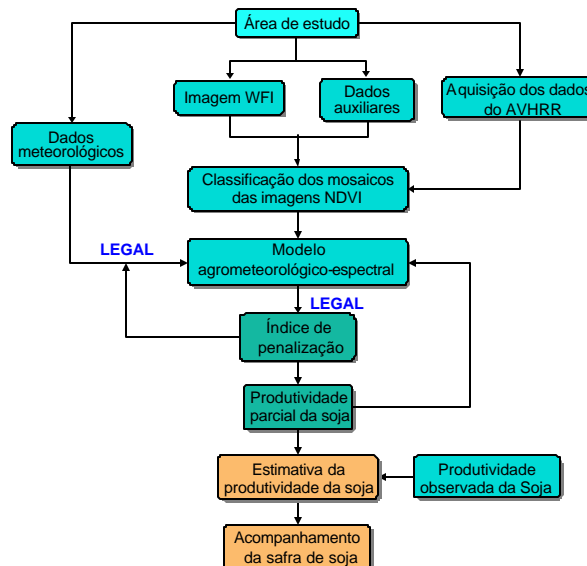


Fig. 3.1 - Diagrama resumido das etapas seguidas no acompanhamento da safra de soja utilizando dados agrometeorológicos e espectrais.

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 km<sup>2</sup> 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 Agrônômico 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   |

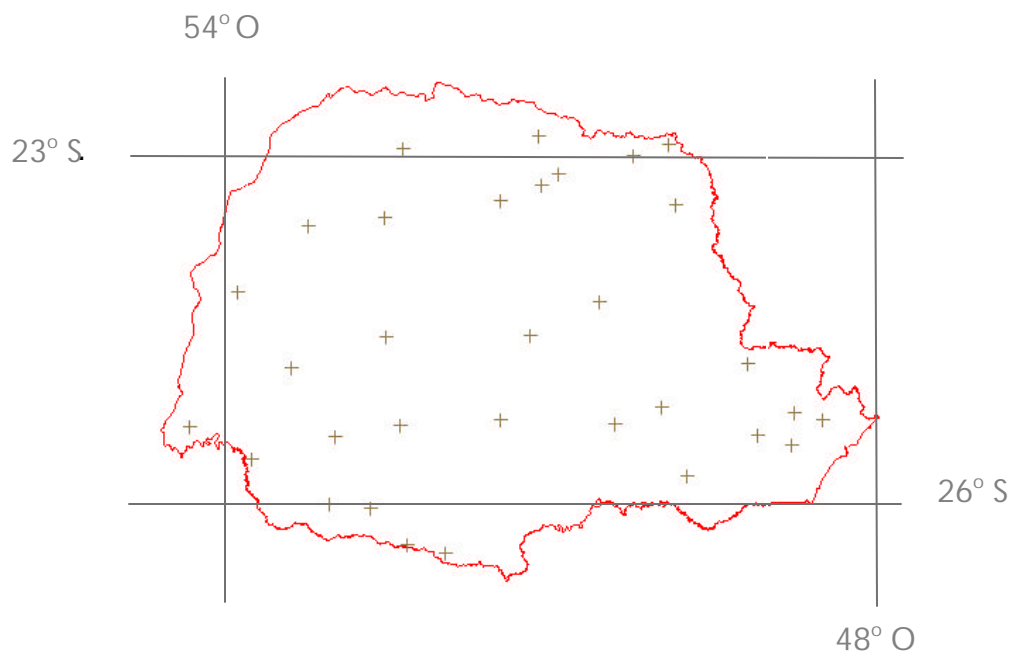


Fig. 3.3 - Distribuição das estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

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<sup>a</sup>ed., 1976;
- SF-22 - Paranapanema - 2<sup>a</sup>ed., 1980;
- SG-21 - Asunción - 2<sup>a</sup>ed., 1979;
- SG-22 - Curitiba - 2<sup>a</sup>ed., 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.

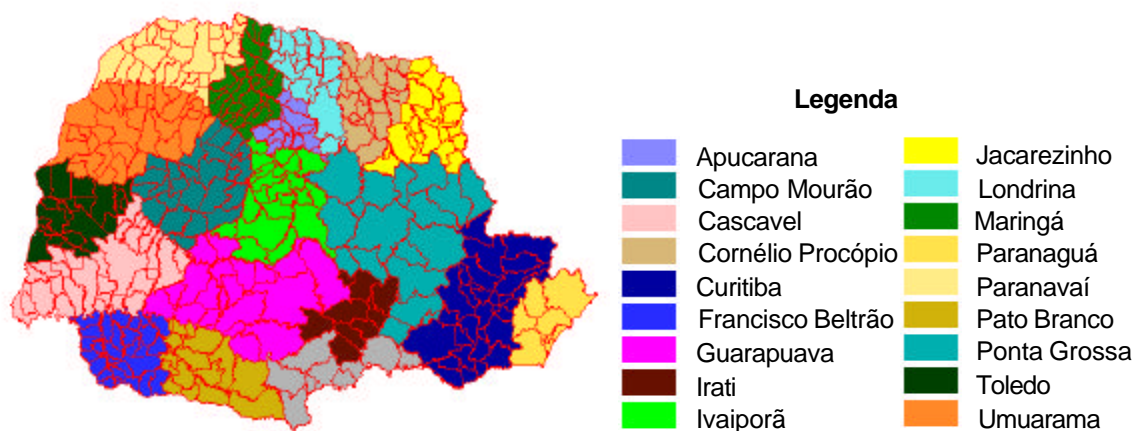


Fig. 3.4 - Localização das regionais da Secretaria de Abastecimento e Agricultura do Estado do Paraná (SEAB).

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.

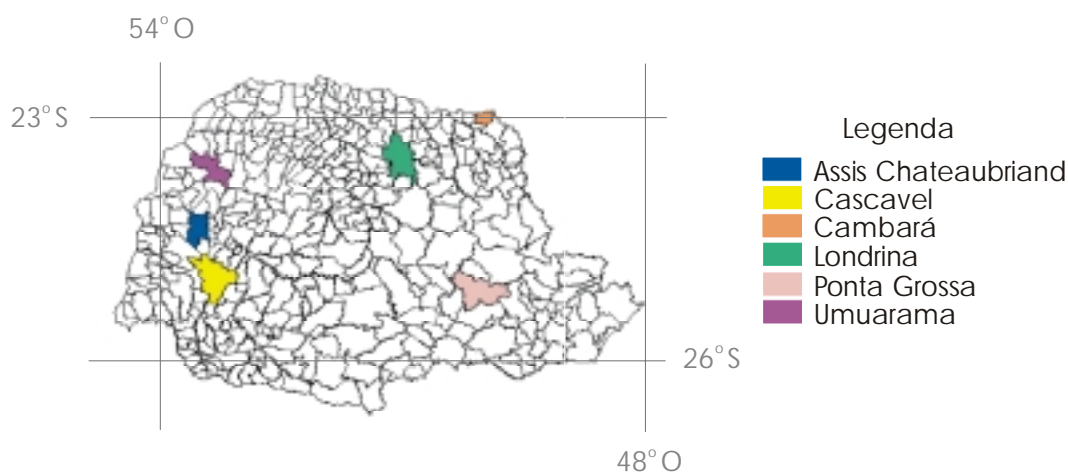


Fig. 3.5 - Localização geográfica dos municípios paranaenses onde a trajetória do índice de área foliar foi avaliada.

### 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/cm<sup>2</sup>/dia) (Tabela 3.3) e *Rocr* é a radiação de onda curta real (cal/cm<sup>2</sup>/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 <sup>2</sup> /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<br>(°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<sub>r</sub>), 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 <sub>m</sub> (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<sub>r</sub>) (mm/dia) EM FUNÇÃO DO ÍNDICE DE ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO (IADS), EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA (ET<sub>m</sub>) E ÁGUA REMANESCENTE NO SOLO (ARS)**

| ARS<br>(mm) | IADS=0,83                |     |     |     |      | IADS=0,67                |     |     |     |      |
|-------------|--------------------------|-----|-----|-----|------|--------------------------|-----|-----|-----|------|
|             | ET <sub>m</sub> (mm/dia) |     |     |     |      | ET <sub>m</sub> (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<br>(mm) | IADS=0,50                |     |     |     |      | IADS=0,33                |     |     |     |      |
|-------------|--------------------------|-----|-----|-----|------|--------------------------|-----|-----|-----|------|
|             | ET <sub>m</sub> (mm/dia) |     |     |     |      | ET <sub>m</sub> (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<br>(mm) | IADS=0,20                |     |     |     |      | IADS=0                   |     |     |     |      |
|-------------|--------------------------|-----|-----|-----|------|--------------------------|-----|-----|-----|------|
|             | ET <sub>m</sub> (mm/dia) |     |     |     |      | ET <sub>m</sub> (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).

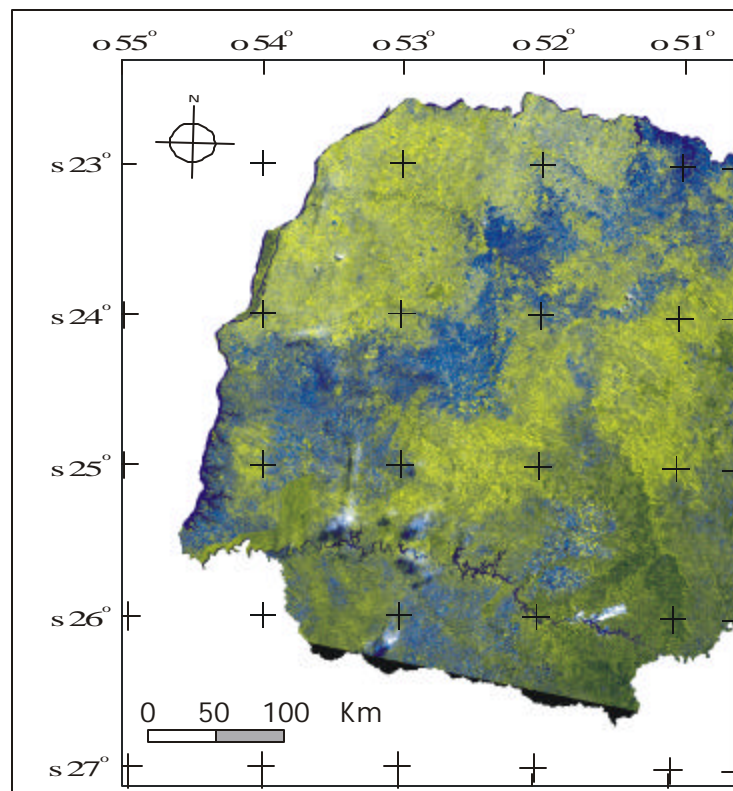


Fig. 4.1 - Imagem CBERS-WFI órbita/ponto 160/124 de 09/04/2000 abrangendo as principais regiões produtoras de soja do Paraná (tons azulados).

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.

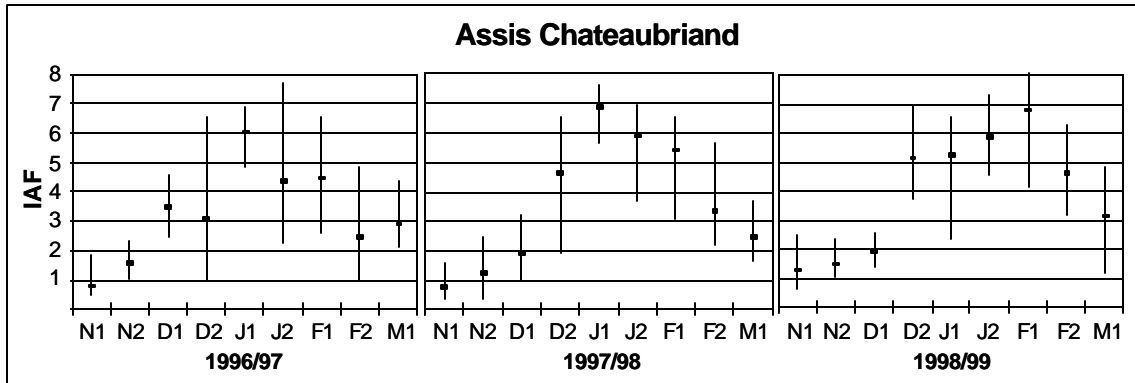


Fig. 4.2 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Assis Chateaubriand, Paraná.

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.

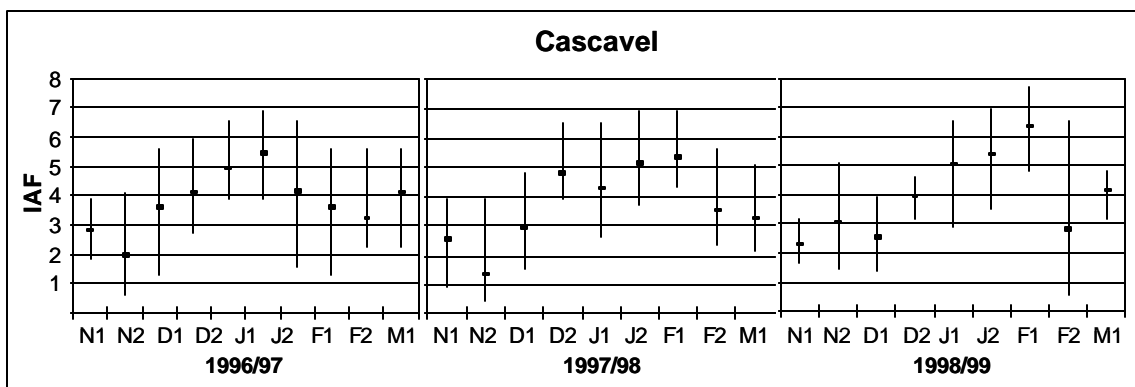


Fig. 4.3 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Cascavel, Paraná.

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.

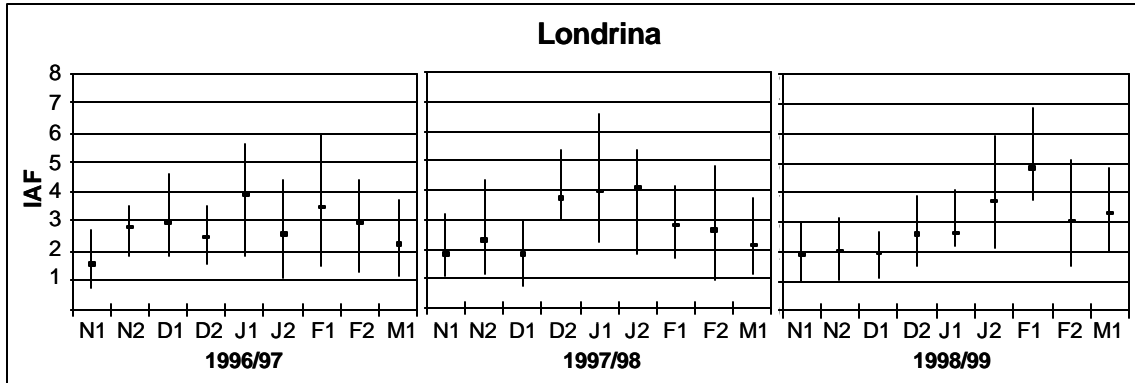


Fig. 4.4 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Londrina, Paraná.

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.

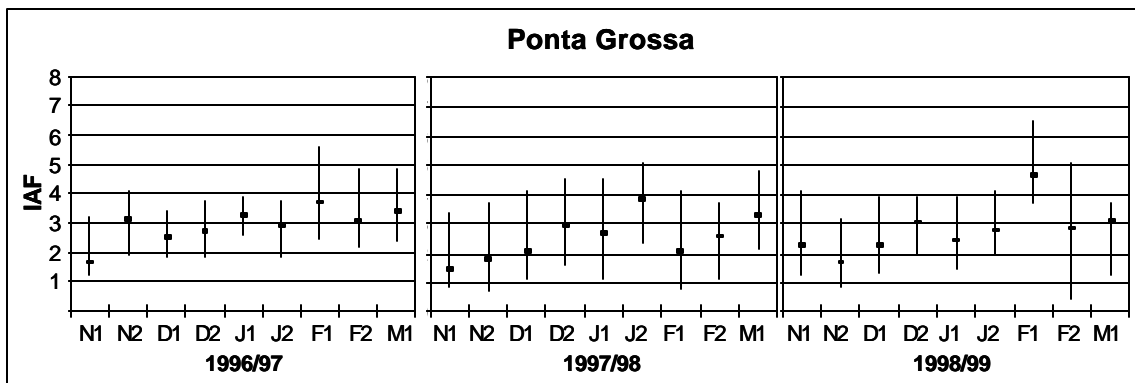


Fig. 4.5 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Ponta Grossa, Paraná.

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.

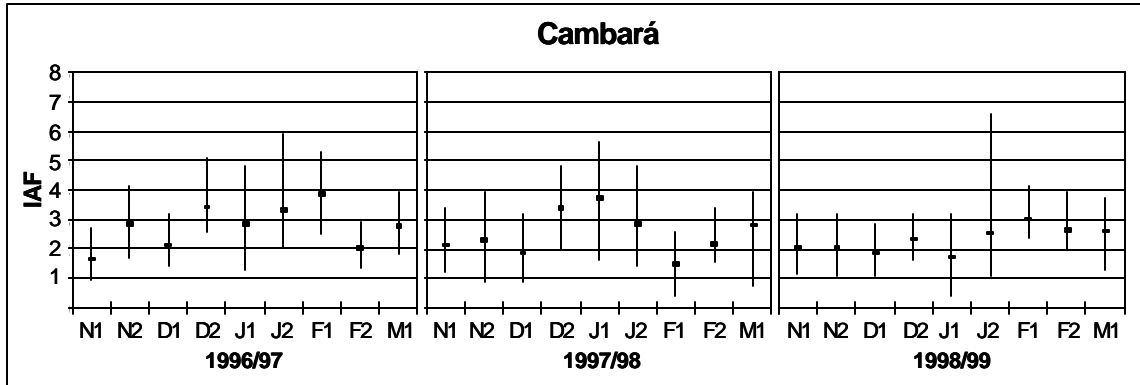


Fig. 4.6 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Cambará, Paraná.

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.

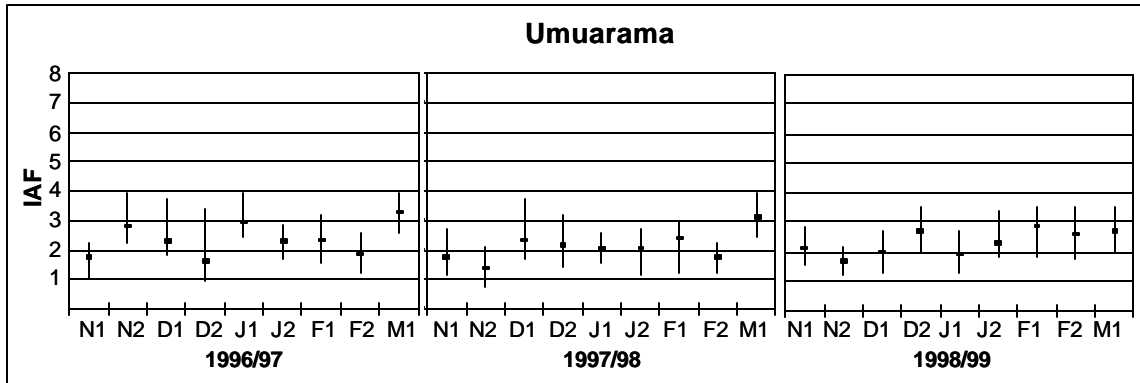


Fig. 4.7 - Variação quinzenal do índice de área foliar (IAF) entre os meses de novembro e março em três anos agrícolas de soja no município de Umuarama, Paraná.

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<br>( $\hat{\alpha} < 0,05$ ) | -58,6                   | -2,2                |
|         | Modelo        | 2567,1        | 76,6                   |                                    |                         |                     |
| 1997/98 | SEAB          | 2573,0        | 320,9                  | 1,46<br>( $\hat{\alpha} > 0,05$ )  | -                       | -                   |
|         | Modelo        | 2612,0        | 187,3                  |                                    |                         |                     |
| 1998/99 | SEAB          | 2784,7        | 278,9                  | 7,59<br>( $\hat{\alpha} < 0,05$ )  | 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.

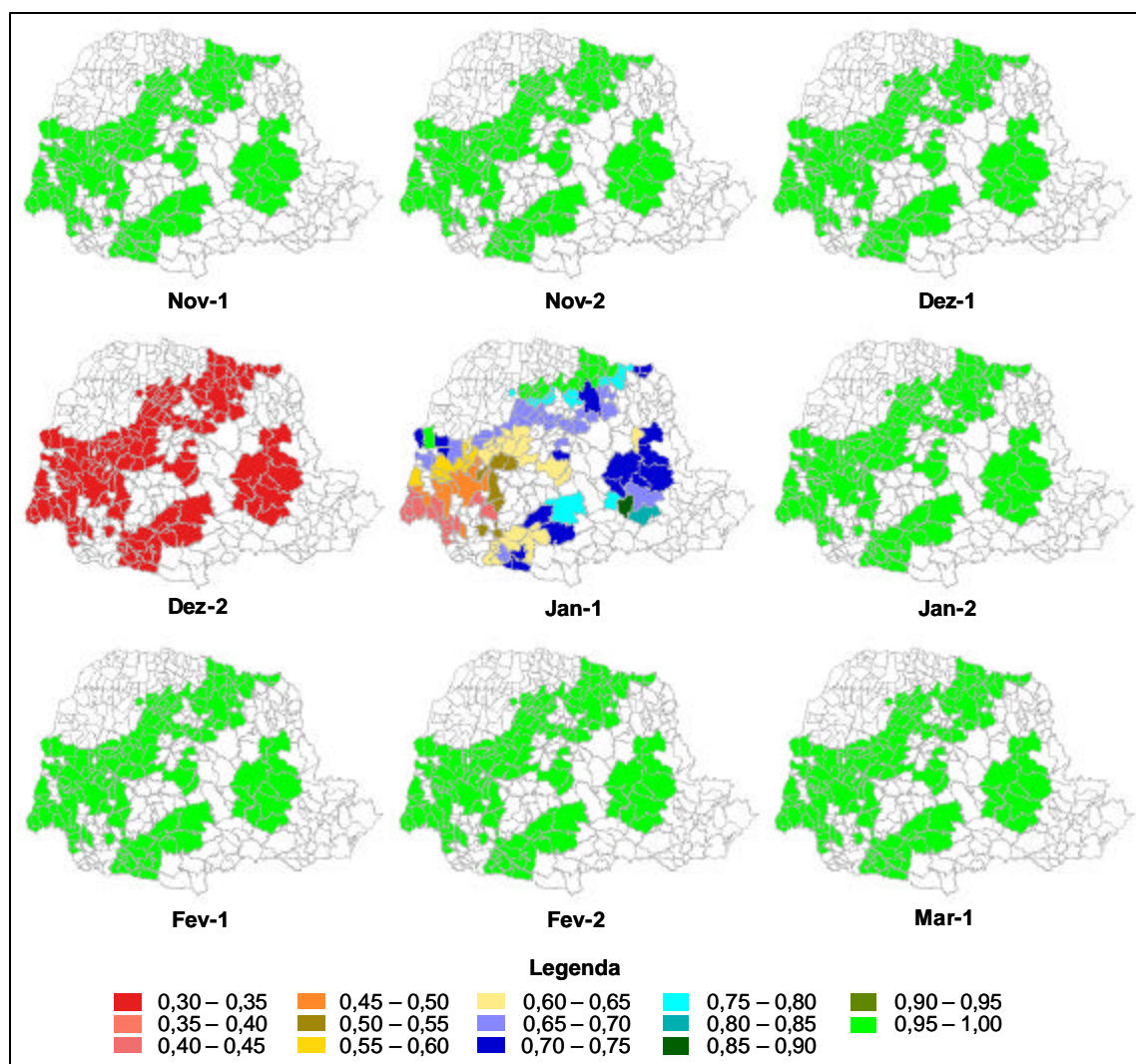


Fig. 4.8 - Índice de penalização quinzenal da cultura da soja na safra 1996/97.



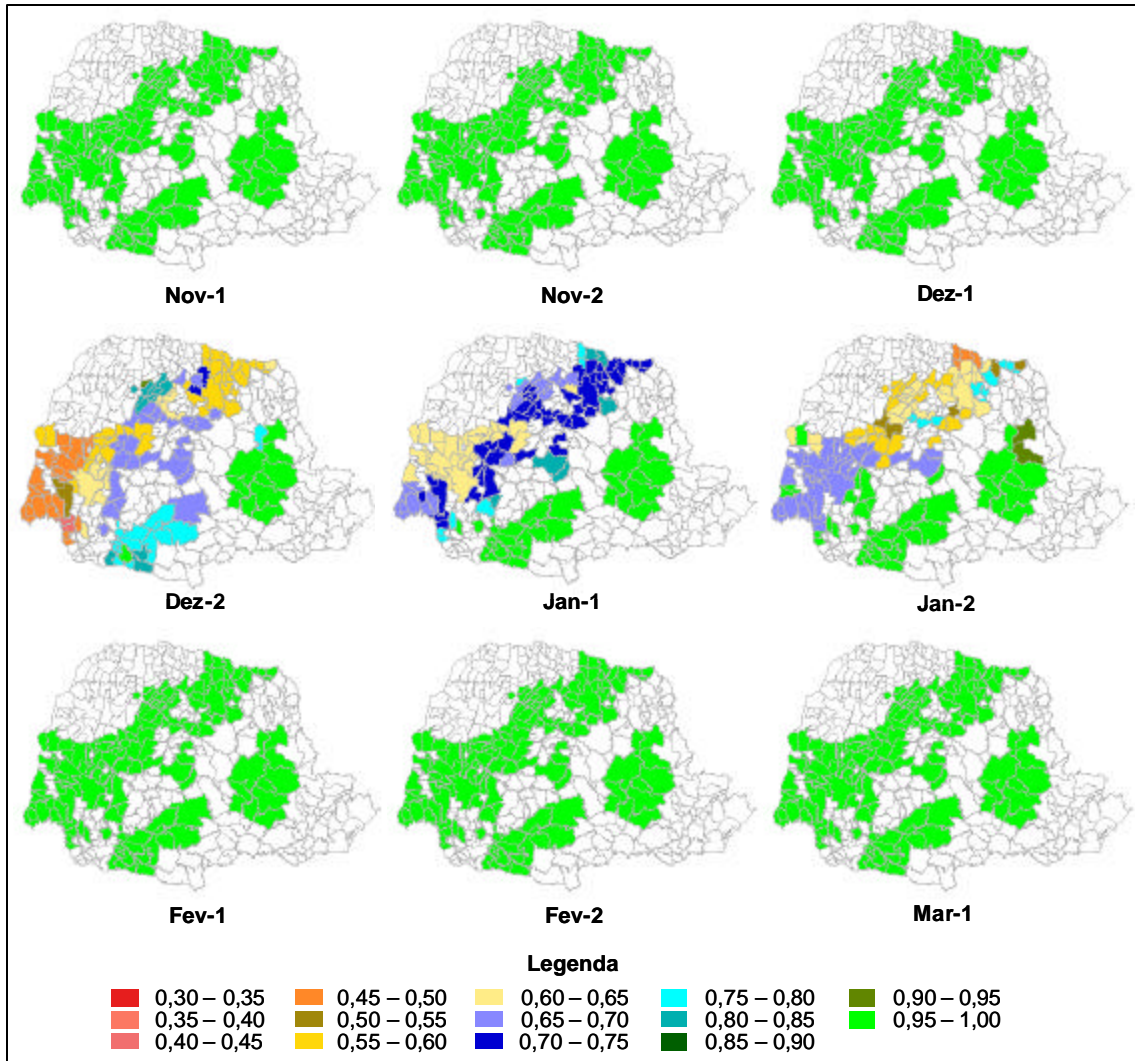


Fig. 4.9 - Índice de penalização quinzenal da cultura da soja na safra 1997/98.

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.

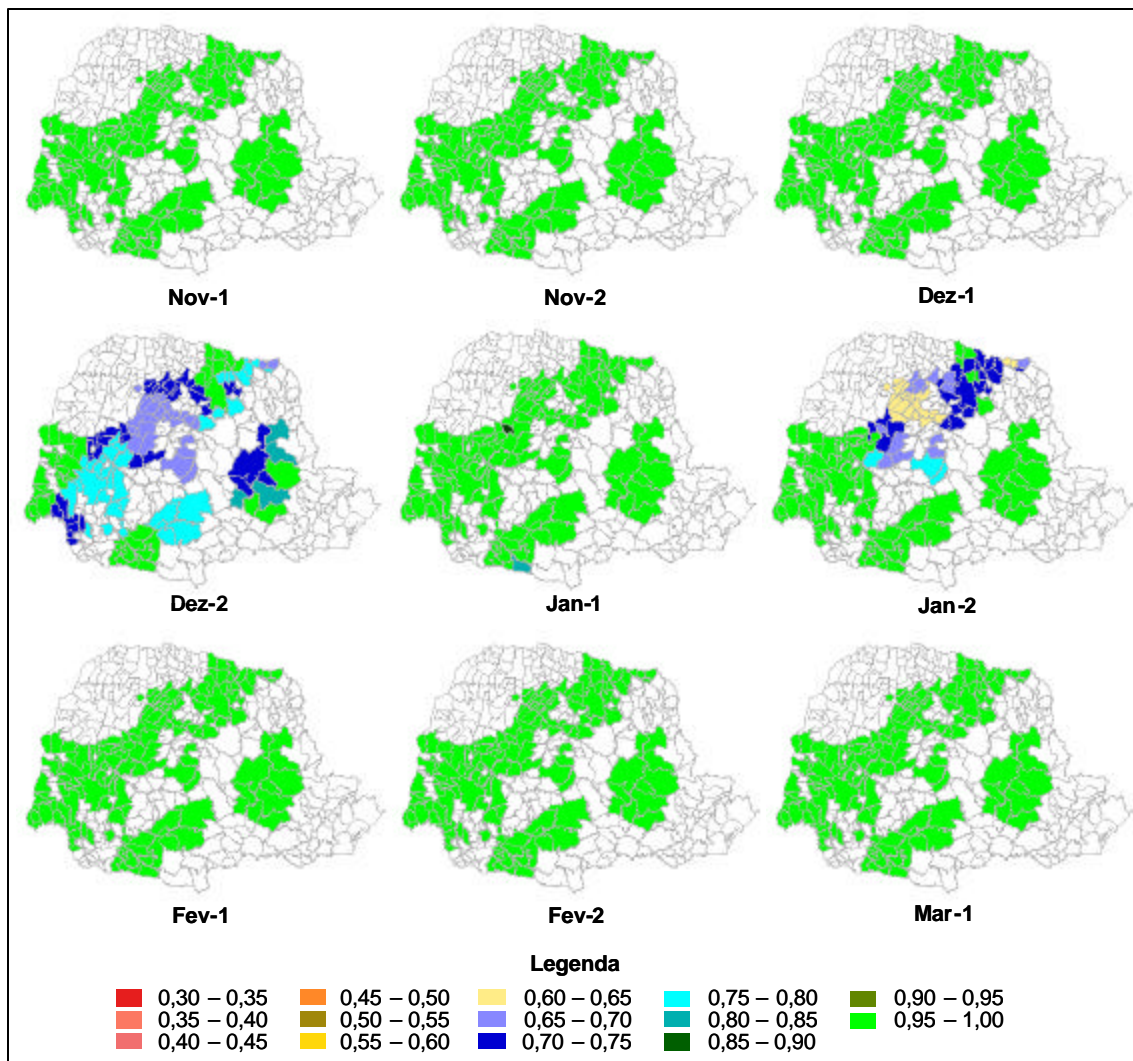


Fig. 4.10 - Índice de penalização quinzenal da cultura da soja na safra 1998/99.

#### 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.

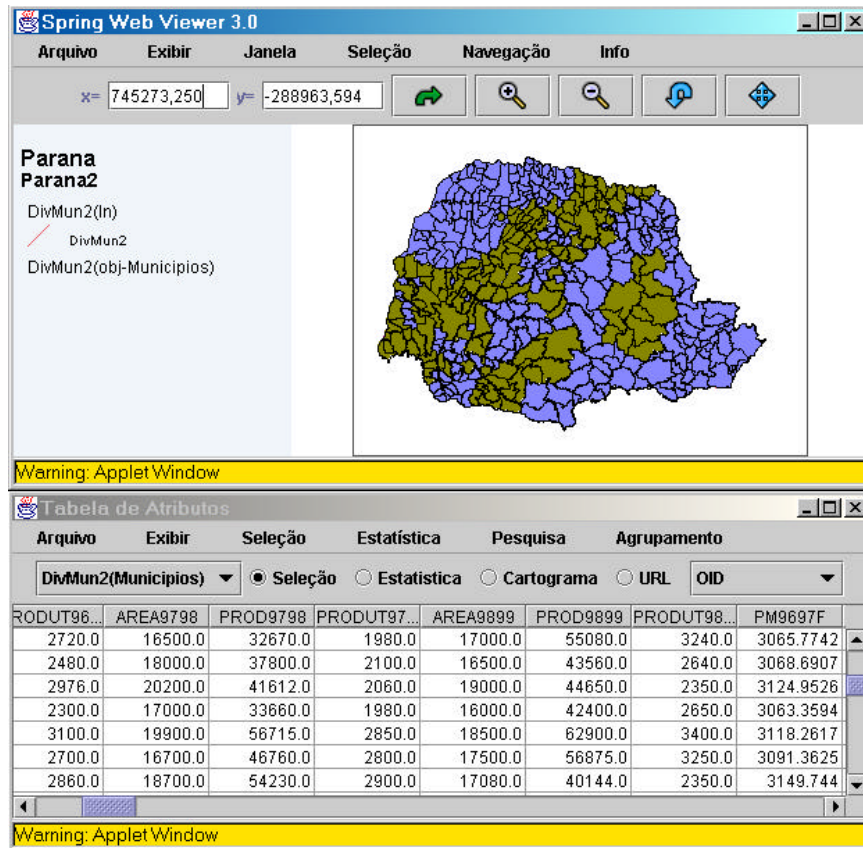


Fig. 4.11 - Ambiente SPRING WEB 3.0.

## 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](mailto:jrenato@cnpso.embrapa.br). **Zoneamento**. Sugawara, L. M. [Imiura@ltd.inpe.br](mailto: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](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      | Pirai 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= Recuperar (Nome= "V2m9611_1" );
V1= Recuperar (Nome= "V2m9611_2" );
V2= Recuperar (Nome= "V2m9612_1" );
V3= Recuperar (Nome= "V2m9612_2" );
V4= Recuperar (Nome= "V2m9701_1" );
V5= Recuperar (Nome= "V2m9701_2" );
V6= Recuperar (Nome= "V2m9702_1" );
V7= Recuperar (Nome= "V2m9702_2" );
V8= Recuperar (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= Recuperar (Nome= "W9611_1" );
W1= Recuperar (Nome= "W9611_2" );
W2= Recuperar (Nome= "W9612_1" );
W3= Recuperar (Nome= "W9612_2" );
W4= Recuperar (Nome= "W9701_1" );
W5= Recuperar (Nome= "W9701_2" );
W6= Recuperar (Nome= "W9702_1" );
W7= Recuperar (Nome= "W9702_2" );
W8= Recuperar (Nome= "W9703_1" );

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

}

```

## Balanço 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)) ;
}
```