



PALAVRAS CHAVES/KEY WORDS
ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE
ÍNDICE VEGETATIVO
MODELO AGROMETEOROLÓGICO

AUTORIZADA POR/AUTHORIZED BY
Roberto Pereira da Cunha
Dir. de Sens. Rem.

AUTOR RESPONSÁVEL
RESPONSIBLE AUTHOR
Bernardo F.T. Rudorff

DISTRIBUIÇÃO/DISTRIBUTION
 INTERNA / INTERNAL
 EXTERNA / EXTERNAL
 RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY
José Carlos N. Eiphanian

CDU/UDC
528.711.7:633.11(815.6)

DATA / DATE
Maio, 1989

PUBLICAÇÃO Nº
PUBLICATION NO
INPE-4782-RPE/582

TÍTULO/TITLE
RELATÓRIO DA FASE II DO PROJETO ESTIMA - DADOS
LANDSAT-TM E AGROMETEOROLÓGICOS NA ESTIMATIVA
DA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO TRIGO AO NÍVEL
DE PROPRIEDADES RURAIS

AUTORES/AUTHORSHIP
Bernardo Friedrich Theodor Rudorff
Getulio Teixeira Batista

ORIGEM
ORIGIN
DPA

PROJETO
PROJECT
ESTIMA FASE II

Nº DE PAG.
NO OF PAGES
50

ULTIMA PAG.
LAST PAGE
A.13

VERSÃO
VERSION

Nº DE MAPAS
NO OF MAPS

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

Visto que a cultura do trigo vem se situando entre as principais culturas agrícolas da economia brasileira, é de grande importância que sejam desenvolvidos métodos objetivos e confiáveis para estimar a produtividade desta cultura. O presente trabalho visou a utilização dos dados digitais do sensor TM do satélite LANDSAT em conjunto com dados de um modelo agrometeorológico, a fim de obter um modelo de estimativa de produtividade do trigo ao nível de propriedades rurais na região sudoeste do Estado de São Paulo. Foram obtidos dados orbitais do satélite nos anos safras de 1986 (3 imagens) e de 1987 (2 imagens), além de informações agronômicas e dados meteorológicos, os quais foram relacionados com as informações de produtividade observada em kg/ha para as diversas propriedades rurais analisadas. Os resultados mostraram que os dados LANDSAT, transformados em índices vegetativos, explicam 64% e 46% da variação da produtividade do trigo respectivamente para os anos safras de 86 e 87. A incorporação destes índices vegetativos a um modelo agrometeorológico fez com que a variação explicada do modelo proposto fosse para 71% e 53%, respectivamente para os anos safras de 86 e 87. A incorporação dos dados espectrais a um modelo agrometeorológico é altamente desejável, uma vez que os dados agrometeorológicos explicam apenas 33% e 18% da variação da produtividade estimada ao nível de propriedades rurais nos dois anos safras analisados.

OBSERVAÇÕES / REMARKS
Pesquisa financiada pelo Banco do Brasil S/A através de seu Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica.

ABSTRACT

Wheat plays an important role in the Brazilian commodity production. Therefore, objective and reliable methods for yield estimation are needed, especially at the farm level where several management actions have to be taken. LANDSAT TM and agrometeorological data were integrated in order to obtain a model for wheat yield estimation at the farm level for a test site in the southwest of São Paulo State. LANDSAT data for the crop years of 1986 (three acquisitions) and 1987 (two acquisitions), agronomic and meteorological data were related to yield estimates at the field level (250 fields, approximately). Results have shown that vegetation index derived from LANDSAT TM explained 64% and 46% of wheat yield variability for the two crop year analyzed. The joint use of both vegetation index and agrometeorological data in a single model improved the results to 71% and 53%, respectively, for the crop year of 86 and 87. The proposed model is to be validated for future crop seasons, nevertheless it provided objective and accurate results for wheat estimation on the two crop seasons analyzed.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u>	1
<u>CAPÍTULO 2 - MATERIAL E MÉTODOS</u>	3
<u>CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES</u>	7
3.1 - Índice vegetativo para a safra de 1986	7
3.2 - Índice vegetativo para a safra de 1987	11
3.3 - Índice vegetativo para as safras de 1986 e 1987 em conjunto.	13
3.4 - Modelo agrometeorológico	14
3.5 - Modelo proposto	20
<u>CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES</u>	23
<u>CAPÍTULO 5 - RECOMENDAÇÕES</u>	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
APÊNDICE A - LISTAGEM DO PROGRAMA DO MODELO AGROMETEOROLÓGICO E ARQUIVO DE DADOS.	

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Localização da área de estudo	3
2.2 - Data da passagem das imagens adquiridas nos anos safra 86 e 87 mostrando de forma aproximada o estágio da cultura	6
3.1 - Regressão dos valores de produtividade observada (kg/ha) e os índices vegetativos (RVI) das três imagens TM analisadas na safra de 86	9
3.2 - Variação da produtividade média observada (kg/ha) e do índice vegetativo médio em função do período de plantio (dia/mês) para as áreas agrícolas analisadas nos anos safra 86 (a) e 87 (b)	10
3.3 - Regressão dos valores de produtividade observada (kg/ha) com os índices vegetativos (RVI) das duas imagens TM analisadas na safra de 87	12
3.4 - Regressão dos valores de produtividade observada (kg/ha) e os índices vegetativos (RVI) para os anos safra de 86 e de 87	14
3.5 - Regressão da produtividade observada (kg/ha) com a produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico (PA) em kg/ha, para os anos safra de 86, de 87, e de 86 e 87 em conjunto .	21

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
3.1 - Valores do coeficiente de cultura (Kc), fator de produtividade (Ky) e profundidade do sistema radicular (D) por de cêndio	16
3.2 - Valores da produtividade máxima (PM) em kg/ha, do índice de penalização (IP), da produtividade estimada (PA) em kg/ha pelo modelo agrometeorológico, por período de plantio (dia/mês), por variedade e por município para o ano safra 86	17
3.3 - Valores da produtividade máxima (PM) em kg/ha; e do índice de penalização (IP), da produtividade estimada (PA) em kg/ha pelo modelo agrometeorológico, por período de plantio (dia/mês) e por variedade para o ano safra 87	18
3.4 - Resultados da regressão da produtividade observada (P) em kg/ha com o índice vegetativo (RVI) e com a produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico (Agromet) para os dados obtidos nas safras de 1986 e de 1987 para a cultura do trigo	19

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de informações confiáveis sobre a produção agrícola é fundamental para os mais diversos setores envolvidos com a agricultura. A tomada de decisões corretas nos diferentes níveis administrativos depende da qualidade e da época em que a informação está disponível. Os modelos para estimativa da produtividade de culturas agrícolas visam representar de forma simplificada a relação existente entre as culturas e seu meio ambiente (Baier, 1979). Os modelos até hoje desenvolvidos não são capazes de simular com perfeição o efeito conjunto de diversos elementos meteorológicos e culturais que influenciam a produtividade. Por outro lado é muito difícil obter informações precisas e de forma rápida, ao nível de campo, para grandes áreas, a fim de utilizá-las na estimativa da produtividade (Colwell, 1979).

Nos últimos anos foram realizadas diversas pesquisas que envolvem o uso de dados digitais do LANDSAT com o intuito de estimar a produtividade de culturas agrícolas. A correlação significativa observada entre os dados espectrais de reflectância das plantas e os parâmetros agrônômicos, incentivou o uso destes dados em modelos de produtividade (Tucker et al. 1980, 1981; Richardson e Wiegand 1977; Richardson et al. 1982; Wiegand et al. 1979; Hatfield, 1981, 1983, entre outros). Embora grande parte destes trabalhos tenham sido realizados em campos experimentais utilizando radiômetros portáteis, Wiegand et al. (1979) apontam o sensoriamento remoto orbital como uma ferramenta viável para relacionar os dados espectrais com a produtividade. Entretanto, necessitam de estudos que tornem a relação numérica LANDSAT/produtividade menos dependente das variações da camada atmosférica e dos dados de calibração do sensor. Os diversos elementos meteorológicos e os fatores culturais que afetam a produtividade da cultura são observados de forma indireta no índice vegetativo que é uma transformação de bandas multiespectrais (visível e infravermelho próximo) e expressa as condições de crescimento e desenvolvimento da cultura e, em última análise, refletem a produtividade da cultura. Os trabalhos desenvolvidos por Richardson et al. (1982),

Barnett e Thompson (1982), Rudorff (1985) entre outros, mostram que a utilização de dados espectrais em conjunto com os dados agrometeorológicos fornecem melhores estimativas de produtividade quando comparadas com as estimativas obtidas a partir destes dados isolados.

Os dados espectrais obtidos pelo sensor TM apresentam uma alta resolução espacial, o que permite observar a variabilidade da energia refletida em pequenas áreas agrícolas. O índice vegetativo visa exprimir de forma simplificada o balanço do fluxo de energia incidente, absorvido, refletido e transmitido pela cultura, a qual é variável de acordo com os estádios fenológicos.

O índice vegetativo RVI, obtido pela razão entre as bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) do TM, será tanto maior quanto maior for a quantidade de energia refletida pela cultura na banda 4 e quanto menor for a quantidade de energia refletida no comprimento de onda da banda 3. Na banda 4 a estrutura celular das folhas é a grande responsável pela quantidade de energia refletida, e na banda 3 os pigmentos da folha são os responsáveis pela absorção da energia incidente sendo que as folhas refletem apenas uma pequena quantidade de energia. Assim sendo, espera-se que quanto maior for o índice vegetativo, maior será a atividade fotossintética da planta e, conseqüentemente, maior deverá ser a produção de grãos, podendo-se desta forma estabelecer uma relação entre o índice vegetativo e a produtividade.

Com base na linha de pesquisa destes trabalhos, o objetivo deste estudo é verificar a melhora da estimativa da produtividade do trigo, ao nível de propriedades rurais, quando se incorpora aos dados de um modelo agrometeorológico os índices vegetativos obtidos do satélite LANDSAT-TM.

CAPÍTULO 2

MATERIAL E MÉTODO

A área de estudo está localizada na principal região produtora de trigo do Estado de São Paulo abrangendo os municípios de Maracáí, Assis e Paraguaçu Paulista. As coordenadas geográficas centrais da área de estudo são $22^{\circ} 30'S$ e $50^{\circ} 30'W$. Conforme mostra a Figura 2.1 o clima é úmido, quente e sem estação seca, e a precipitação total média nos meses de abril a setembro é de 350mm. A temperatura média do mês mais quente (janeiro) é superior a $24^{\circ}C$ e a do mês mais frio (julho) é inferior a $17^{\circ}C$ (Setzer, 1966).

No Brasil o trigo é plantado como cultura de inverno, logo após a colheita das culturas de verão. Os principais Estados produtores são: Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo, que perfazem em torno de 95% da produção brasileira. Apenas recentemente o Brasil começou a experimentar uma certa auto-suficiência na produção de trigo em função da demanda interna. O Brasil esteve até bem pouco tempo entre os maiores importadores mundiais deste cereal conforme mostra Fernandes (1983).

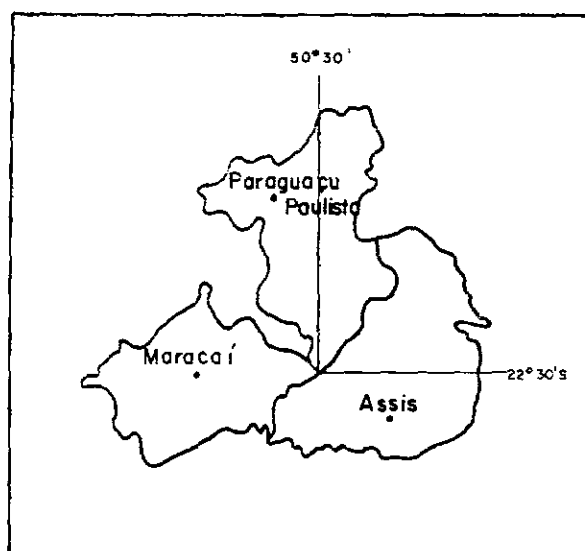


Fig. 2.1 - Localização da área de estudo.

O plantio do trigo na região de estudo normalmente é realizado após a colheita da soja e ocorre principalmente entre o final do mês de abril e começo do mês de maio. As variedades mais plantadas são Anahuac, BH1146 e IAC-9. A primeira é mais produtiva, porém mais exigente em termos de disponibilidade de água e fertilidade de solo, e a duração do ciclo está em torno de 120 dias. As outras duas são menos produtivas mas apresentam certa resistência à seca e se desenvolvem bem em solos de baixa fertilidade natural, e seu ciclo está em torno de 100 dias.

Na área de estudo foram selecionados 125 e 127 imóveis rurais, respectivamente, nos anos safras de 1986 e de 1987. O tamanho das áreas cultivadas nestes imóveis varia essencialmente entre 10 e 50ha, e foram obtidas as seguintes informações: data de plantio e de colheita, variedade plantada e produtividade observada em kg/ha, além do limite físico de cada área agrícola sobre a imagem. Os limites destes imóveis foram obtidos inicialmente sobre fotografias aéreas de arquivo, por ocasião do pedido de financiamento pelo mutuário, na agência bancária do Banco do Brasil em cada município da área de estudo. Para o ano safra de 1986 foram obtidas as imagens digitais do sensor TM nas bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) correspondentes às passagens de 08/06/86, 24/06/86 e 10/07/86, e para o ano safra de 1987 obtiveram-se as imagens de 27/06/87 e 13/07/87.

A Figura 2.2 mostra as datas das imagens adquiridas nos dois anos safra sobre a escala de Feeks-Large mostrando de forma aproximada o estágio fenológico em que se encontravam a maioria das lavouras analisadas.

As imagens TM foram tratadas no analisador de imagens multiespectrais IMAGE-100 na escala de 1:50.000, a fim de que cada ponto do analisador correspondesse a aproximadamente 1 "pixel" da imagem. Dentro do limite de cada área agrícola localizada na imagem foi posicionado o cursor, a fim de se obter a média e a variância do nível de cinza das imagens nas bandas 3 e 4 do sensor TM. As médias dos níveis de cinza em cada banda foram transformadas em valores de reflectância uti

lizando o procedimento apresentado em Brian e Barker (1987). Por sua vez, estes valores foram transformados no índice vegetativo RVI, que é a razão dos valores da banda 4 (infravermelho próximo) pelos valores da banda 3 (vermelho). O emprego deste índice é recomendado por Tucker (1979) para culturas que cobrem mais de 50% do solo.

Estes índices vegetativos foram correlacionados com a produtividade observada nos imóveis rurais selecionados, considerando todas as áreas e também as diferentes variedades e datas de plantio.

Os índices vegetativos por si só fornecem uma estimativa da produtividade, entretanto, o uso destes índices em conjunto com variáveis agrometeorológicas podem melhorar os resultados. Para tal, utilizou-se neste trabalho um modelo agrometeorológico que foi adaptado para a cultura do trigo e desenvolvido a partir do método proposto por Doorembos e Kassam (1979). A descrição deste modelo se encontra em Rudorff e Batista (1988) e o programa utilizado para cálculo desta produtividade está no Apêndice A. Basicamente o modelo calcula a produtividade máxima (PM) esperada em função da disponibilidade climática, durante o ciclo da cultura, em termos de temperatura e radiação, considerando que fatores tais como fertilidade, sementes e manejo sejam tecnicamente adequados. Esta produtividade máxima é então penalizada em função da disponibilidade de água no solo para a cultura, obtendo-se assim a produtividade estimada (PA) pelo modelo agrometeorológico. Visto que neste cálculo não é levado em conta o potencial de produção das diferentes variedades, foi utilizado um fator para ajustar esta estimativa ao potencial de produção das principais variedades encontradas neste estudo.

Finalmente chegamos ao modelo de produtividade proposto, que foi obtido a partir da regressão dos dados de produtividade estimados pelo modelo agrometeorológico e dos índices vegetativos obtidos a partir das imagens TM, com os dados de produtividade observados nas áreas agrícolas amostradas.

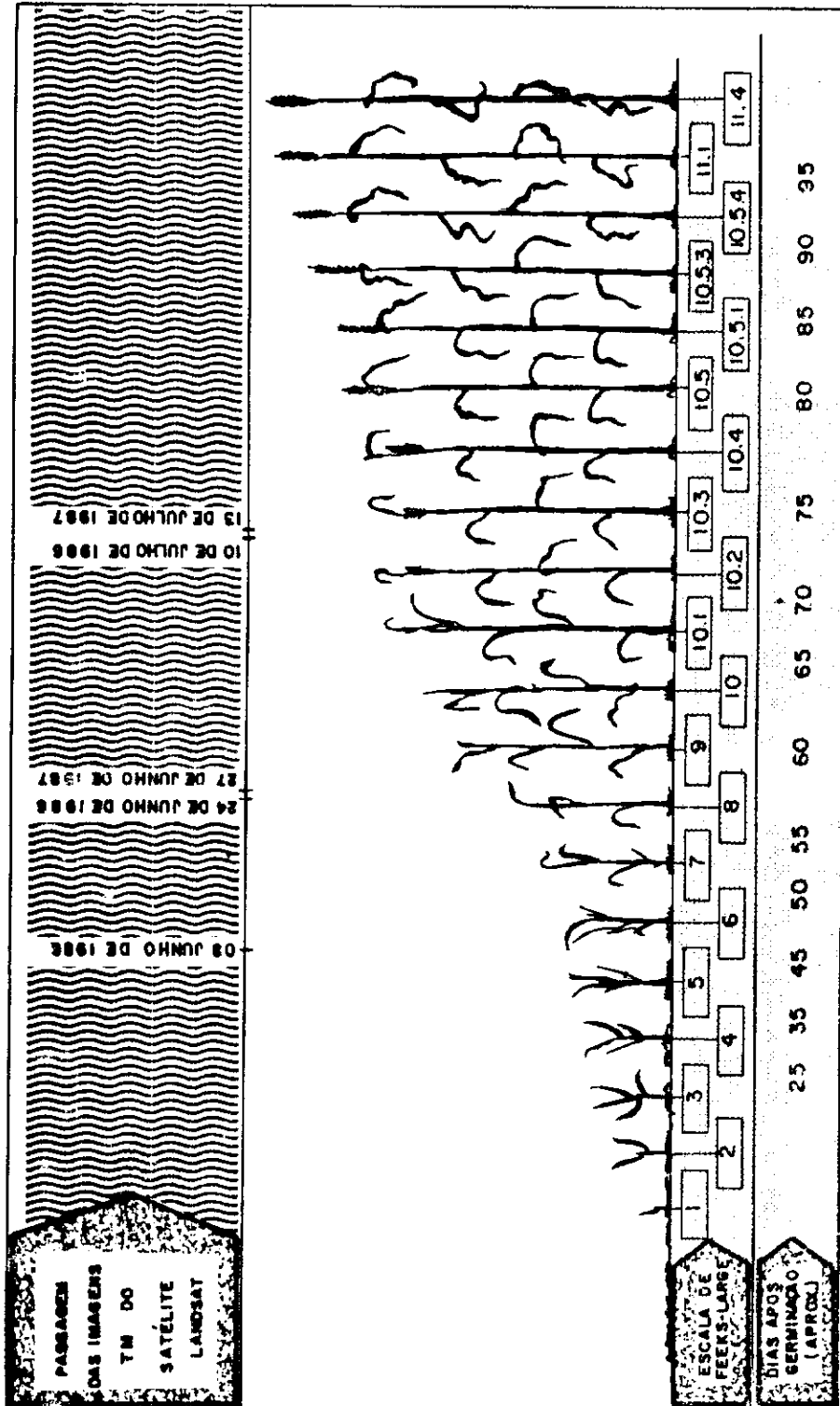


Fig. 2.2 - Data da passagem das imagens adquiridas nos anos safras de 86 e 87 mostrando de forma aproximada o estágio da cultura.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de se entender melhor a relação entre a energia refletida pela cultura nos seus diferentes estádios fenológicos com a produtividade final da cultura do trigo foram analisados os dados espectrais obtidos pelo satélite LANDSAT-TM durante os anos safra 86 e 87. Estas análises foram feitas em separado e em conjunto e visam verificar as variações na produtividade observada através da energia refletida e identificar o período em que a energia refletida melhor se relaciona com a produtividade.

Numa segunda fase da análise foi verificada a potencialidade de modelo agrometeorológico para estimar a produtividade do trigo e finalmente foi verificada a melhora na estimativa da produtividade do trigo incorporando os dados espectrais do LANDSAT-TM aos resultados do modelo agrometeorológico obtendo-se o modelo proposto que é o objetivo principal deste trabalho.

3.1 - ÍNDICE VEGETATIVO PARA A SAFRA DE 1986

Considerando a baixa frequência de passagens do satélite LANDSAT (16 dias) e o ciclo relativamente curto da cultura do trigo (\pm 100 dias), aliado ao problema de cobertura de nuvens, não se espera que se disponha de muitas imagens para análise.

Entretanto o ano safra de 1986 foi um ano extremamente favorável em termos de aquisição de imagens, obtendo-se três passagens durante o ciclo da cultura. Na primeira passagem a maioria das lavouras estavam entre 35 e 45 dias após o plantio, e as duas passagens seguintes eram espaçadas de 16 dias, conforme as passagens do satélite LANDSAT. Para cada uma destas imagens foram obtidos os índices vegetativos sobre as áreas agrícolas selecionadas e feita a regressão com as produtividades observadas, cujos resultados são mostrados na Figura 3.1 e na Tabela 3.4. Observa-se que a passagem de 24/06/86 apresenta os melhores resultados, os quais explicam 64% da variação da produtividade (125 amostras).

tras) com um erro padrão da estimativa de 365 kg/ha. Nesta data a maioria das lavouras estavam entre 50 e 60 dias após o plantio. Visto que o principal período de plantio se deu entre 21 e 25 de abril de 1986 e as variedades mais plantadas foram a Anahuac e BH-1146, fez-se também a análise estatística para as duas variedades plantadas neste período a fim de homogeneizar as amostras, ou seja, mesma variedade e mesmo período de plantio. Esta análise foi feita somente com a imagem de 24/06/86 e observou-se uma sensível melhora no resultado. Para as variedades Anahuac (30 amostras) e BH-1146 (17 amostras), o índice vegetativo explicou respectivamente 74 e 79% da variação da produtividade. Todavia esta homogeneização para outros períodos de plantio acarretou uma sensível piora nos resultados que inclusive não são significativos ao nível de 5% de probabilidade. Desta forma sugere-se que análises mais aprofundadas, levando em consideração a variedade e o período de plantio, sejam realizadas em condições controladas, uma vez que não se pode concluir através da análise dos resultados deste trabalho que a homogeneização das amostras em termos de variedade e período de plantio melhoram a correlação entre os dados espectrais e a produtividade observada. Na Figura 3.2(a) podemos observar que a data de plantio exerceu uma importante influência sobre a variação da produtividade observada. Tal fato se deve a um período muito seco que ocorreu nos meses de junho e julho e portanto as lavouras plantadas nos primeiros períodos tiveram maior disponibilidade de água nos estádios críticos de demanda de água. Na mesma figura podemos observar também que os valores médios dos índices vegetativos, para os respectivos períodos de plantio considerados decrescem com o avanço do período de plantio respondendo bem à queda da produtividade média observada, para as áreas agrícolas analisadas neste trabalho.

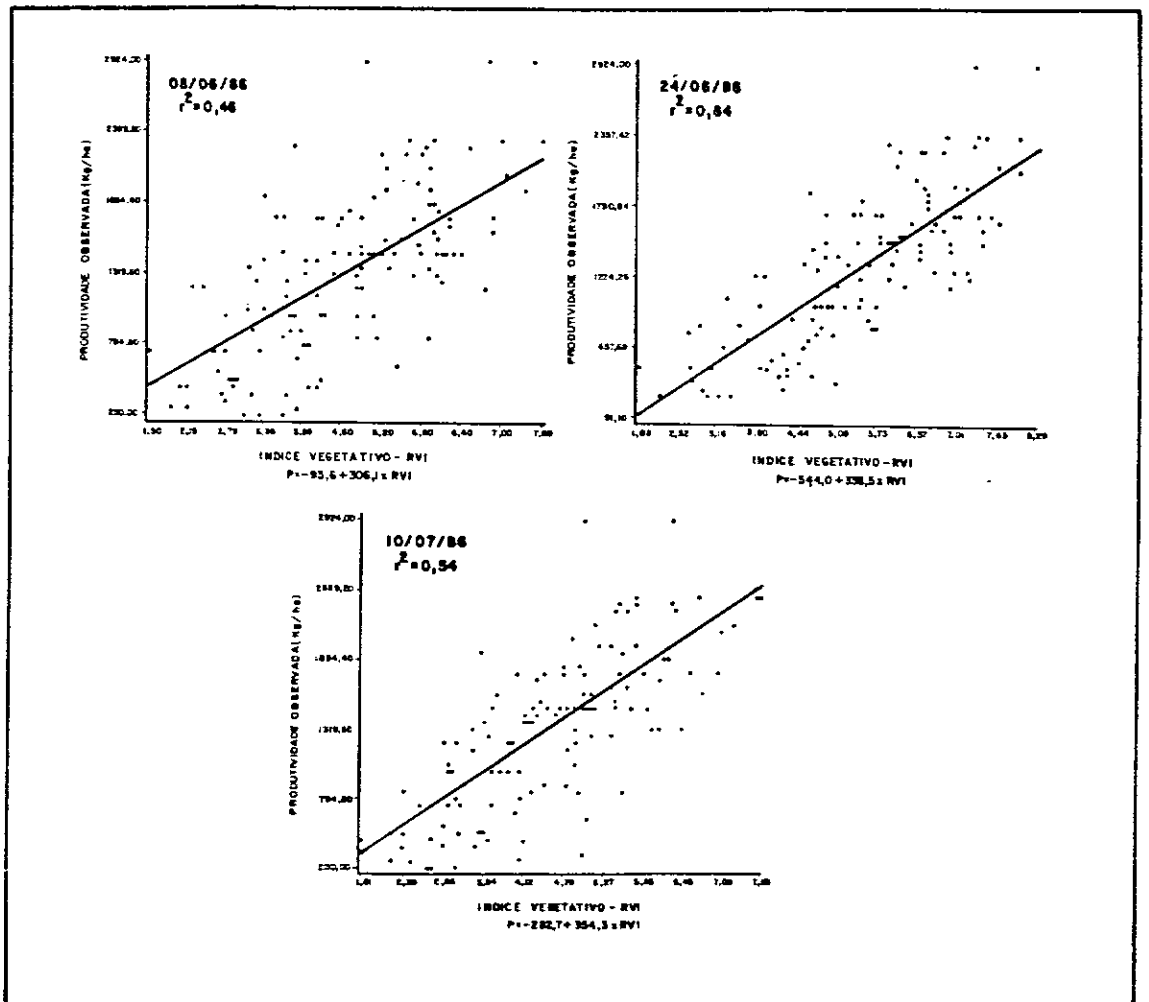


Fig. 3.1 - Regressão dos valores de produtividade observada (kg/ha) e os índices vegetativos (RVI) das três imagens TM analisadas na safra de 86.

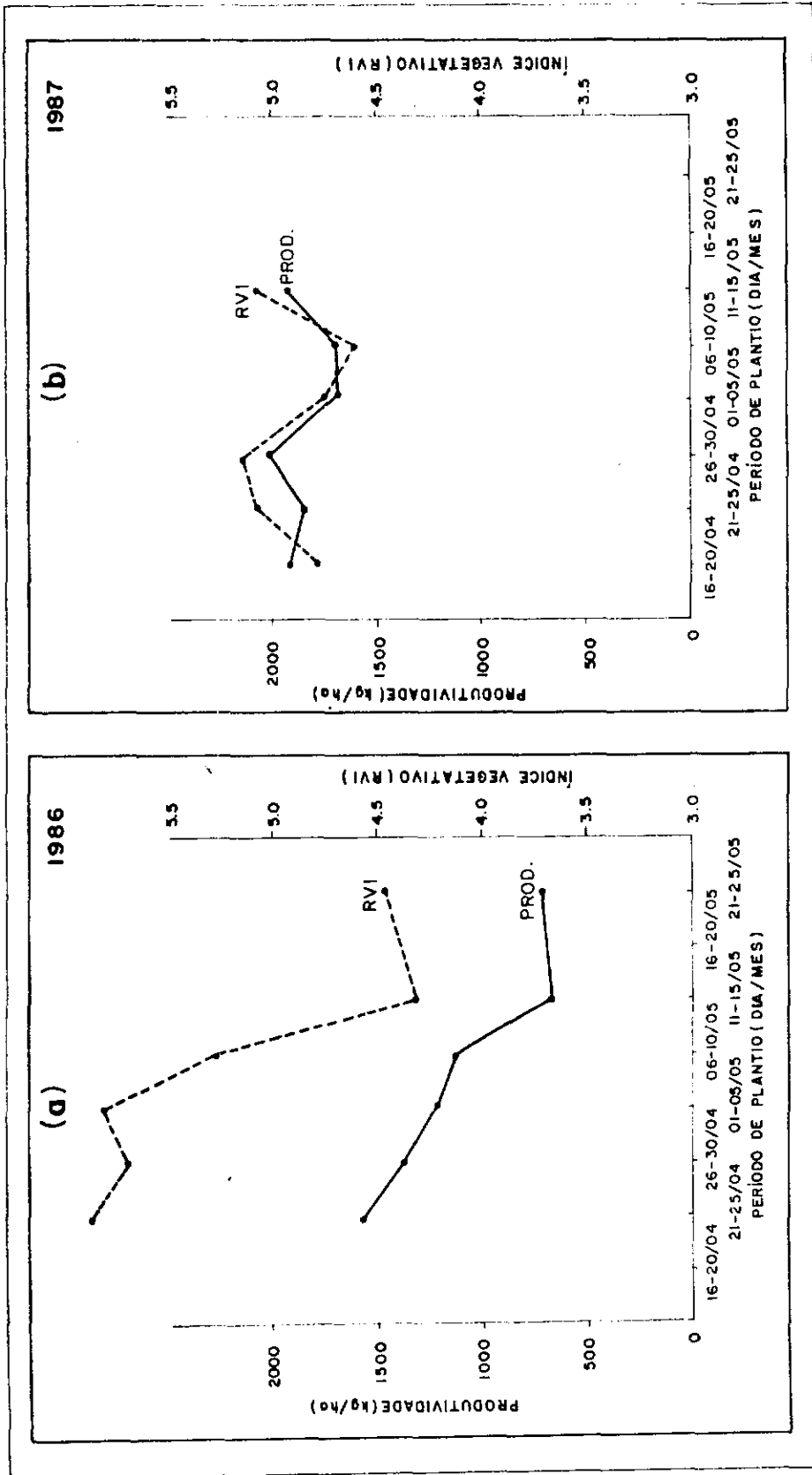


Fig. 3.2 - Variações da produtividade média observada (kg/ha) e do índice vegetativo médio em função do período de plantio (dia/mês) para as áreas agrícolas analisadas nos anos safra 86 (a) e 87 (b).

3.2 - ÍNDICE VEGETATIVO PARA SAFRA DE 1987

Este ano safra também foi muito favorável em termos de obtenção de imagens livres de nuvens. Aproveitando a experiência acumulada na análise dos dados do ano safra anterior, foram adquiridas somente as passagens de 27/06/87 e 13/07/87, que são praticamente coincidentes com o período de segunda e terceira passagens do satélite no ano anterior.

Os resultados das regressões dos índices vegetativos com as produtividades observadas no ano safra de 1987 são mostrados na Figura 3.3 e na Tabela 3.4, onde se verificou que a passagem de 27/06/87 apresentou os melhores resultados explicando 46% da variação da produtividade observada com um erro padrão da estimativa de 289 kg/ha. Além da regressão geral que considera todas as áreas amostradas, foi feita a estratificação em termos da variedade Anahuac plantada nos períodos de 16 a 21 de abril e 11 a 15 de maio, os quais foram os mais frequentes neste ano safra. Esta análise foi feita somente com os índices vegetativos da passagem de 27/06/87 e observou-se que o índice vegetativo explicou 57% da variação da produtividade para o período de plantio de 16 a 21 de abril (18 amostras). Entretanto para as amostras do período de plantio de 11 a 15 de maio (13 amostras) a relação entre o índice vegetativo e a produtividade foi não significativa ao nível de 5% de probabilidade. Portanto, tal como no item anterior sugere-se que estas relações sejam melhor estudadas.

Visto que neste ano safra houve uma boa distribuição de chuvas desde o plantio até a maturação da cultura, seguido por um período seco durante toda a colheita, as condições climáticas foram favoráveis para as diferentes datas de plantio. Na Figura 3.2(b) observa-se que houve uma certa variação na produtividade das amostras plantadas em diferentes períodos e que o índice vegetativo médio para estas mesmas amostras correspondem bem às suas variações na produtividade média observada.

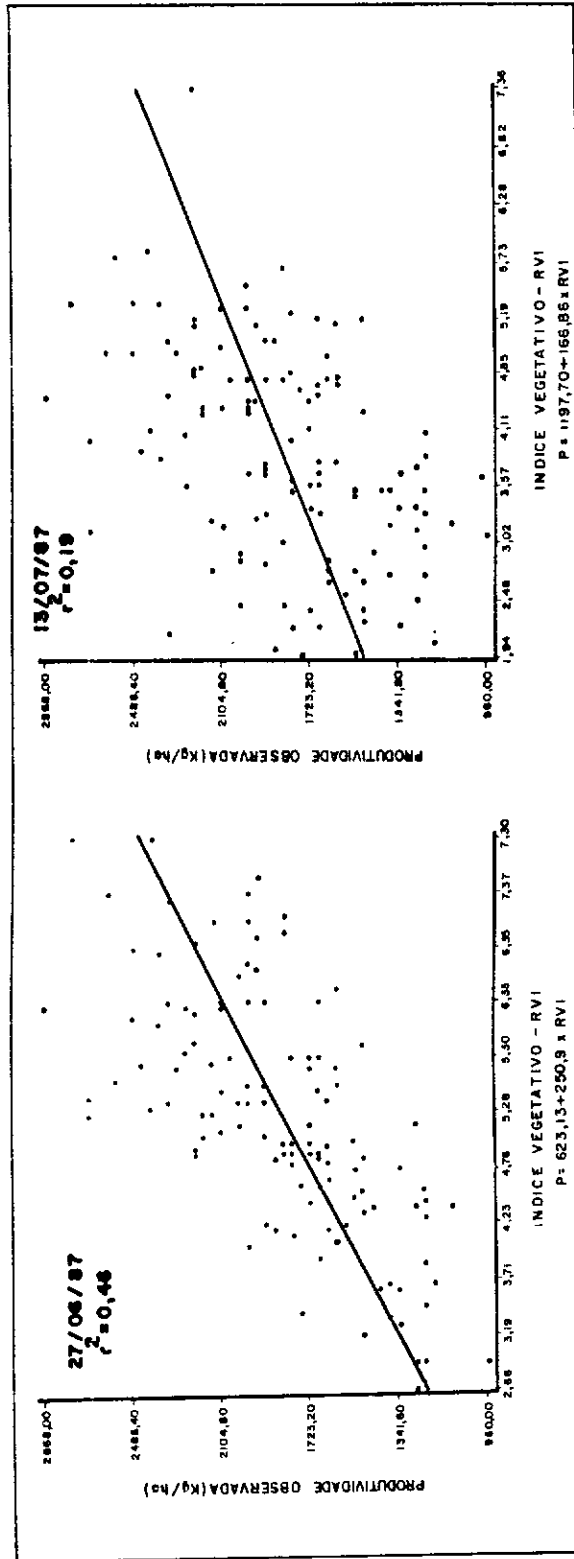


Fig. 3.3 - Regressão dos valores de produtividade observada (kg/ha) com os Índices vegetativos (RVI) das duas imagens TM analisadas na safra de 87.

3.3 - ÍNDICE VEGETATIVO PARA AS SAFRAS DE 1986 E 1987 EM CONJUNTO

A comparação dos índices vegetativos nos dois anos safras em estudo foi bastante favorecido pelo fato de se dispor de imagens em períodos praticamente coincidentes nos dois anos safra, e os melhores resultados foram alcançados com as imagens de 24 de junho de 1986 e de 27 de junho de 1987. Isto mostra que a melhor data da imagem para a safra de 86 é considerada também a melhor para a safra de 87. Entretanto, os valores dos índices vegetativos foram bastante diferentes quando comparados entre si nos dois anos safra, conforme pode ser visto nas Figuras 3.2(a) e 3.2(b), onde o índice vegetativo médio da safra 86 é 11% superior ao da safra de 87, enquanto a produtividade média da safra 86 é 28% inferior à de 87. Analisando os dados pluviométricos, observou-se que durante o mês anterior à tomada da imagem de 24 de junho de 86 não foi registrada qualquer precipitação na área de estudo. Já para o ano de 87 foram observadas intensas chuvas em torno de 15 de junho (230mm) e 23 de junho (36mm). Certamente esta diferença no regime de precipitação entre os dois anos é a grande responsável pela instabilidade da relação índice vegetativo/produtividade. A tentativa de minimizar estas variações não poderia ir muito além de correções nas variações causadas pela camada atmosférica ou pelo sensor, enquanto se observou que a principal diferença entre as imagens é devida à variação na tonalidade do solo, em função dos diferentes teores de umidade, e que, apesar do avançado estágio fenológico da cultura, o solo apresentou uma boa componente de energia refletida captada pelo sensor. Na imagem de 86 o solo apresentou tonalidade clara por estar muito seco, e na imagem de 87 o solo apresentou tonalidade escura por estar muito úmido.

Apesar da diferença existente entre os índices vegetativos destes dois anos safra, por razões outras que não as da cultura, fez-se a regressão com a produtividade observada, e os resultados são mostrados na Figura 3.4 e na Tabela 3.4, obtendo-se uma variação explicada de 48% com um erro padrão da estimativa de 414 kg/ha.

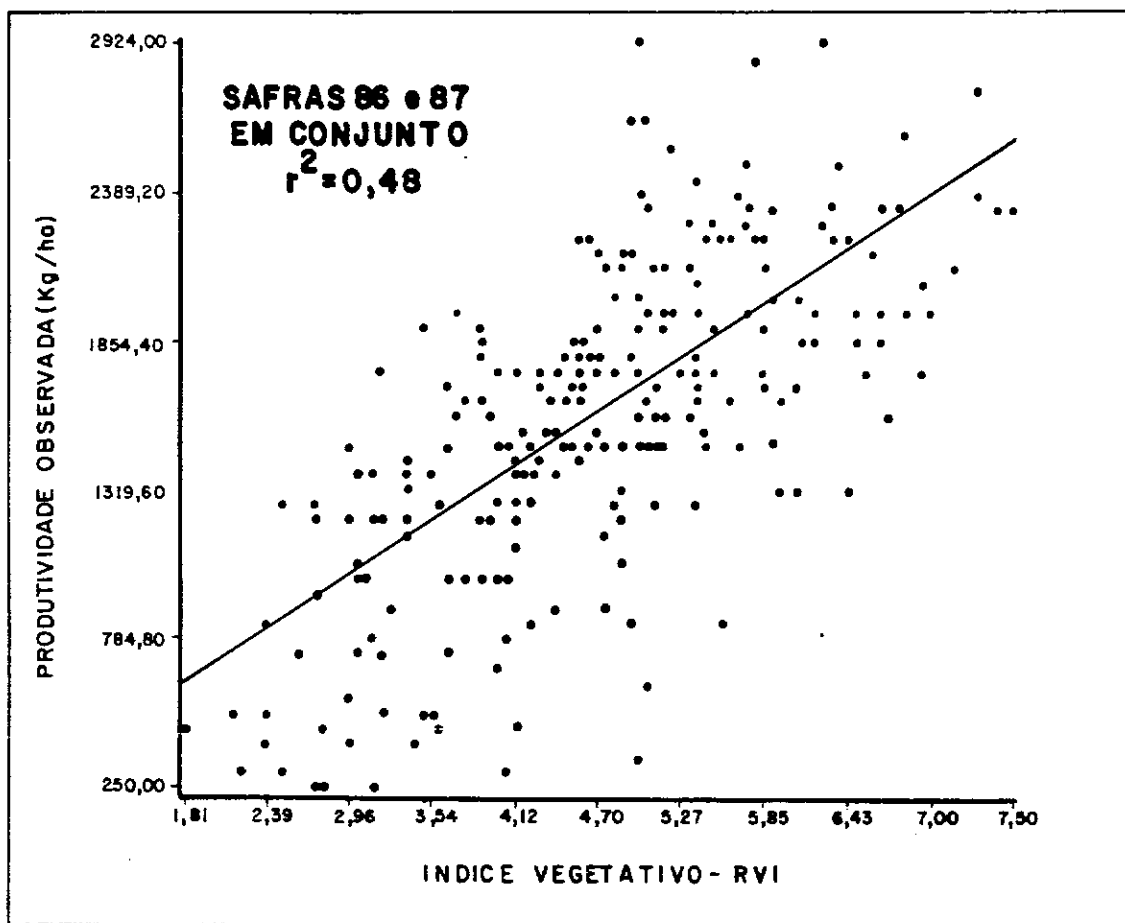


Fig. 3.4 - Regressão dos valores de produtividade observada (kg/ha) e os índices vegetativos (RVI) para os anos safra de 86 e de 87.

3.4 - MODELO AGROMETEOROLÓGICO

Através do modelo agrometeorológico, foi calculada a produtividade máxima da cultura do trigo em função da radiação e temperatura disponível para esta cultura desde o plantio até a colheita. Esta produtividade máxima foi então penalizada em função da quantidade de água disponível para a cultura durante o seu período de crescimento e desenvolvimento, obtendo-se a produtividade estimada para uma variedade genérica de trigo. A fim de ajustar esta produtividade aos diferentes potenciais de produção das variedades plantadas na área de estudo, foi utilizado um fator multiplicativo para cada variedade obtido através de informações no campo cujos valores são os seguintes: Anahuac = 1,30, BH1146 = 0,90, IAC-5 = 1,00, IAC-18 = 1,00 e PAR281 = 0,65. Desta forma o modelo agrometeorológico forneceu diferentes valores de produtividade em função da data de plantio, variedade, radiação, temperatura e água

no solo. Cabe ressaltar também que foi utilizado um fator regional de 0,6 o qual foi multiplicado pela produtividade máxima calculada no modelo a fim de ajustar esta produtividade à produtividade da região. Este ajuste se faz necessário principalmente pelo fato que na região de estudo o número de plantas/ha é menor (em torno de 400.000 planta/ha) do que o considerado no modelo (em torno de 700.000 plantas/ha).

Os dados meteorológicos se encontram na Tabela A.1, e o modelo utiliza estes dados em termos de médias decendiais. A capacidade de retenção de água pelo solo foi considerada como sendo de 100mm/m, exceto para as áreas plantadas com a variedade Anahuac que como regra geral é plantada em solos de melhor qualidade considerando-se assim uma capacidade de retenção de água de 150mm/m.

Os valores do coeficiente de cultura (K_c) que relacionam a evapotranspiração máxima (ETM) à evapotranspiração real (ETR), por decêndio estão na Tabela 3.1. Nesta mesma tabela estão também a profundidade do sistema radicular (D) e o fator de produtividade (K_y) que relaciona o déficit de evapotranspiração relativa ($1 - \frac{ETA}{ETM}$) ao decréscimo da produtividade relativa ($1 - \frac{PA}{PM}$), por decêndio.

Nas Tabelas 3.2 e 3.3 se encontram os valores de produtividade máxima (PM), o índice de penalização e a produtividade estimada (PA) pelo modelo agrometeorológico por período de plantio e por variedade plantada, respectivamente para os anos safra de 86 e de 87. Para o ano safra de 86 estes cálculos foram feitos por município, sendo que o único dado meteorológico disponível por município foi a precipitação, os demais dados são para toda a área de estudo. No ano safra 87 foi utilizado o valor da precipitação dos três municípios e por isso a Tabela 3.3 não fornece os dados por município mas sim da área de estudo como um todo.

TABELA 3.1

VALORES DO COEFICIENTE DE CULTURA (K_c), FATOR DE PRODUTIVIDADE (K_y)
E PROFUNDIDADE DO SISTEMA RADICULAR (D) POR DECÊNIO

DECÊNIO	K_c	K_y	D
1	0,30	0,10	0,05
2	0,50	0,20	0,10
3	0,70	0,30	0,15
4	0,80	0,40	0,20
5	1,10	0,65	0,25
6	1,20	0,60	0,30
7	1,10	0,55	0,30
8	0,70	0,45	0,30
9	0,60	0,25	0,30
10	0,25	0,10	0,30
11	0,20	0,00	0,30
12	0,20	0,00	0,30

TABELA 3.2

VALORES DA PRODUTIVIDADE MÁXIMA (PM) EM Kg/HA, DO ÍNDICE DE PENALIZAÇÃO (IP), DA PRODUTIVIDADE ESTIMADA (PA) EM Kg/HA PELO MODELO AGROMETEOROLÓGICO, POR PERÍODO DE PLANTIO (DIA/MÊS), POR VARIEDADE E POR MUNICÍPIO
PARA O ANO SAFRA 86

PERÍODO DE PLANTIO	VARIEDADE	PRODUTIVIDADE MÁXIMA (Kg/ha)	PARAGUACU PAULISTA		MARACÁI		ASSIS	
			IP	PA	IP	PA	IP	PA
16 A 20/04	ANAHUAC	2612	0,9020	2357	0,9248	2417	0,9388	2452
21 A 30/04		2664	0,8177	2179	0,8093	2157	0,8209	2187
01 A 10/05		2659	0,7374	1951	0,7750	2060	0,7818	2077
11 A 20/05		2718	0,7052	1917	0,7264	1975	0,7335	1994
21 A 25/05		2794	0,6857	1915	0,7568	2114	0,6333	1769
16 A 20/04	BH-1146	1808	0,9020	1632	0,9248	1673	0,9388	1697
21 A 30/04		1844	0,8177	1508	0,8093	1493	0,8209	1514
01 A 10/05		1840	0,7374	1351	0,7750	1426	0,7818	1438
11 A 20/05		1882	0,7052	1328	0,7264	1195	0,7335	1381
21 A 25/05		1934	0,6857	1326	0,7568	1193	0,6333	1225
16 A 20/04	IAC 24	2009	0,9020	1813	0,9248	1859	0,9388	1886
21 A 30/04		2049	0,8177	1676	0,8093	1659	0,8209	1682
01 A 10/05		2045	0,7374	1501	0,7750	1585	0,7818	1598
11 A 20/05		2091	0,7052	1475	0,7264	1519	0,7335	1534
21 A 25/05		2049	0,6857	1473	0,7568	1626	0,6333	1361
16 A 20/04	PAR-281	1306	0,9020	1178	0,9248	1208	0,9388	1226
21 A 30/04		1332	0,8177	1089	0,8093	1078	0,8209	1093
01 A 10/05		1329	0,7374	976	0,7750	1030	0,7818	1039
11 A 20/05		1359	0,7052	959	0,7264	987	0,7335	997
21 A 25/05		1397	0,6857	957	0,7568	1057	0,6333	885

TABELA 3.3

VALORES DA PRODUTIVIDADE MÁXIMA (PM) EM Kg/HA; E DO ÍNDICE DE PENALIZAÇÃO (IP), DA PRODUTIVIDADE ESTIMADA (PA) EM Kg/HA PELO MODELO AGROMETEOROLÓGICO, POR PERÍODO DE PLANTIO (DIA/MÊS) E POR VARIEDADE PARA O ANO SAFRA 87

PERÍODO DE PLANTIO	VARIEDADE	PRODUTIVIDADE MÁXIMA (Kg/ha)	ÍNDICE DE PENALIZAÇÃO (IP)	PRODUTIVIDADE ESTIMADA (PA)
16 A 20/04	ANAHUAC	3535	0,9638	2657
21 A 30/04		3609	0,9737	2740
01 A 10/05		3636	0,9455	2674
11 A 20/05		3743	0,8182	2389
16 A 20/04	BH-1146	3535	0,9638	1840
21 A 30/04		3609	0,9737	1897
01 A 10/05		3636	0,9455	1851
11 A 20/05		3743	0,8182	1654
16 A 20/04	IAC-18 E IAC-24	3535	0,9638	2044
21 A 30/04		3609	0,9737	2108
01 A 10/05		3636	0,9455	2057
11 A 20/05		3743	0,8182	1838

TABELA 3.4

RESULTADOS DA REGRESSÃO DA PRODUTIVIDADE OBSERVADA (P) EM KG/HA COM O ÍNDICE VEGETATIVO (RVI) E COM A PRODUTIVIDADE ESTIMADA PELO MODELO AGROMETEOROLÓGICO (AGROMET) PARA OS DADOS OBTIDOS NAS SAFRAS DE 1986 E DE 1987 PARA A CULTURA DO TRIGO

ANO SAFRA	DATA PASSAGEM SATELITE	VARIÁVEL DEPENDENTE	VARIÁVEL INDEPENDENTE	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO R ²	ERRO PADRÃO DE ESTIMATIVA KG/HA	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	Nº DE AMOSTRAS
86	08/06/86		RVI	0,46**	443,4	P=-95,6+306,1xRVI	127
86	24/06/86		RVI	0,64**	365,5	P=-544,0+338,5xRVI	127
86	10/07/86		RVI	0,54**	411,2	P=-282,7+354,3xRVI	127
87	27/06/87		RVI	0,45**	289,6	P= 623,1+250,9xRVI	125
87	13/07/87		RVI	0,19**	352,8	P=1197,7+166,9xRVI	125
86/87	24/06/86 E 27/06/87	P	RVI	0,48**	414,2	P= -13,8+339,6xRVI	252
86	-		AGROMET	0,34**	491,5	P=-133,6+0,771xAGROMET	127
87	-		AGROMET	0,18**	354,7	P= 662,6+0,495xAGROMET	125
86/87	-		AGROMET	0,42**	434,6	P= 41,38+0,747xAGROMET	252
86	24/06/86		RVI E AGROMET	0,71**	324,4	P=-993,81+283,8xRVI+0,389 AGROMET	127
87	27/06/87		RVI E AGROMET	0,53**	269,6	P= -42,2+225,9xRVI+0,329 AGROMET	125
86/87	24/06/86		RVI E AGROMET	0,65**	338,9	P=-676,0+253,5xRVI+0,52 AGROMET	252

P = Produtividade observada em kg/ha
 RVI = Índice vegetativo obtido pela razão entre as bandas TM4 e TM3
 AGROMET = Produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico em kg/ha
 ** = Significativo ao nível de 1% de probabilidade

O modelo agrometeorológico pode ser utilizado tanto numa escala regional quanto local. Os dados meteorológicos utilizados neste trabalho provêm de um único posto meteorológico disponível na região, exceto para os dados de precipitação que vieram de três postos (um por município). Assim sendo, o modelo não pode ser sensível às variações que ocorrem entre as áreas agrícolas de um mesmo município, devido às variações causadas por fatores meteorológicos, tal como precipitação que pode ser bastante significativa.

A regressão dos valores de produtividade estimados pelo modelo agrometeorológico com a produtividade observada mostra que o modelo explica 33% e 18% da variação da produtividade com um erro padrão de estimativa da produtividade de 496 kg/ha e 355 kg/ha, respectivamente para os anos safra de 86 e de 87 (Figura 3.5 e Tabela 3.4). Para a regressão feita com os dois anos safra em conjunto este modelo explicou 43% da variação da produtividade com um erro padrão da estimativa de 434 kg/ha (Figura 3.5 e Tabela 3.4).

3.5 - MODELO PROPOSTO

O modelo agrometeorológico não pode explicar as variações na produtividade causada por variações meteorológicas ocorridas entre as áreas agrícolas, em especial a precipitação, devido à baixa resolução espacial destes dados. Por outro lado, o índice vegetativo não pode explicar as variações na produtividade que ocorrem ao longo de todo o ciclo da cultura, uma vez que ele é sensível ao efeito indireto de diversos fatores meteorológicos e tecnológicos sobre a energia refletida pela cultura em apenas uma ou em poucas observações durante o ciclo. Desta forma podemos considerar que a alta resolução temporal dos dados meteorológicos e a alta resolução espacial dos dados LANDSAT se complementam.

O modelo proposto foi obtido através da utilização de técnicas estatísticas de regressão visando estabelecer a melhor relação existente entre os dados de produtividade estimados pelo modelo agrometeorológico (Agromet) e os índices vegetativos (RVI), das imagens que melhor se relacionaram nos dois anos safras analisados, com a produtividade observada nos imóveis rurais em estudo.

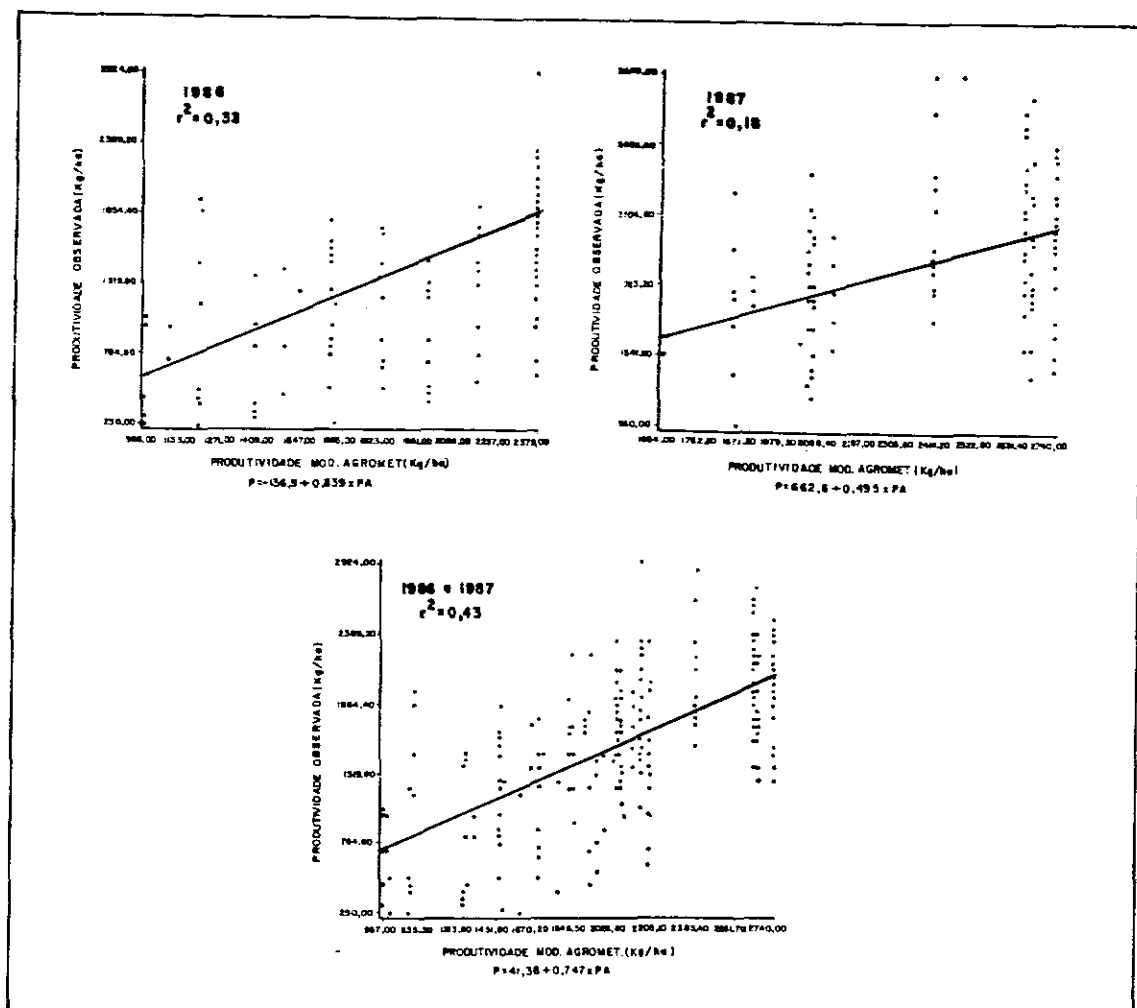


Fig. 3.5 - Regressão da produtividade observada (kg/ha) com a produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico (PA) em kg/ha, para os anos safra de 86, de 87, e de 86 e 87 em conjunto.

Conforme observamos na Tabela 3.4 o Índice vegetativo (RVI) da imagem de 24/06/88 explica 64% da variação na produtividade observada enquanto que a produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico para o ano safra 86 explica 34% desta mesma variação. A regressão destas duas variáveis (RVI e Agromet) com a produtividade observada para a safra 86 elevou a variação explicada para 71% (Tabela 3.4) e cuja melhora pode ser considerada bastante significativa. Da mesma forma verificamos na Tabela 3.5 que para o ano safra 87 o índice vegetativo (RVI) para a imagem de 27/06/88 explica 45% da variação na produtividade observada e que o modelo agrometeorológico explica 18% desta variação. A regressão conjunta destas duas variáveis (RVI e Agromet) com a produtividade observada no ano safra 87 elevou a variação explicada da produtividade para 53% (Tabela 3.4) cuja melhora é também bastante significativa.

Finalmente foi feita a regressão para os dois anos safra em conjunto utilizando como variáveis independentes os valores dos Índices vegetativos (RVI), das passagens que melhor se correlacionaram em cada ano safra, e os valores da produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico (Agromet) a fim de obter o modelo de estimativa de produtividade proposto neste trabalho que explicou 65% da variação da produtividade observada com um erro padrão da estimativa de 339 kg/ha para uma produtividade média de 158 kg/ha (Tabela 3.4). Os dados utilizados para as análises deste trabalho se encontram nas Tabelas A3 e A4.

Através da regressão dos dados (RVI e Agromet) com a produtividade observada nos dois anos safra (86 e 87) foi obtido o modelo proposto que é expresso através da seguinte equação:

$$P = 676,0 + 253,5 \times RVI + 0,52 \times AGROMET \quad (3.1)$$

onde:

P = produtividade estimada pelo modelo;

RVI = Índice vegetativo;

AGROMET = produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES

Com base nos resultados referentes aos dois anos safra (86 e 87) pôde-se concluir o seguinte:

- 1) das três datas analisadas na safra de 1986, a imagem de 24 de junho de 1986 apresentou resultados significativamente superiores às demais datas;
- 2) das duas imagens analisadas na safra 1987, a imagem de 27 de junho de 1987 apresentou os melhores resultados;
- 3) nos dois anos safra analisados, os melhores resultados foram obtidos utilizando apenas uma imagem por ano safra, e o período destas imagens foi coincidente (final de junho, após a floração);
- 4) o modelo agrometeorológico explicou 33% e 18% da variação da produtividade, respectivamente, para os anos safra 86 e 87, e 43% para os dois anos em conjunto;
- 5) o índice vegetativo explicou 64% e 46% da variação da produtividade, respectivamente, para os anos safra 86 e 87, e 48% para os dois anos em conjunto;
- 6) o modelo proposto elevou a variação da produtividade explicada para 71% e 53%, respectivamente nos anos safra 86 e 87, e para 65% nos dois anos em conjunto;
- 7) a incorporação dos índices vegetativos a um modelo agrometeorológico melhorou significativamente a estimativa da produtividade de ao nível de áreas agrícolas.

CAPÍTULO 5

RECOMENDAÇÕES

O desenvolvimento de um modelo de produtividade, conforme proposto neste trabalho, visa estabelecer uma relação entre dados espectrais e agrometeorológicos com a produtividade do trigo, a fim de estimar, a partir destes dados, a produtividade de uma dada área tritícola. Entretanto, inúmeros fatores que afetam a produção de uma safra, variam de ano para ano e a quantificação do efeito destes fatores sobre a produtividade somente pode ser alcançada, com um certo erro pré-estabelecido, através da análise dos dados de diversos anos safra (pelo menos 10 anos).

No presente trabalho foram obtidos resultados bastante encorajadores no sentido de utilizar os dados obtidos por sensoriamento remoto para estimar a produtividade. Todavia se faz necessário que sejam realizados estudos básicos sobre o comportamento espectral do trigo e sua relação com a produtividade. Tais estudos devem ser realizados através da radiometria de campo onde certos fatores podem ser melhor controlados (ex: número de observações/ciclo da cultura e escolha de condições atmosféricas favoráveis para a obtenção das medidas). Recomenda-se que estes estudos sejam realizados em conjunto com órgão de pesquisa dedicados à cultura do trigo.

Finalmente reafirmamos a importância de se dar continuidade a esta linha de pesquisa, que apesar de não produzir resultados operacionais a curto prazo, possui um grande potencial para fornecer informações relevantes sobre a produção agrícola tanto ao nível local quanto regional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIER, W. Note on the terminology of crop-wether models. *Agricultural Methodology*, 20(2): 137-145, Apr., 1979.
- BARNETT, T.L.; THOMPSON, D.R. The use of large-area spectral data in wheat yield estimation. *Remote Sensing of Environment*, 12(6): 509-518, Dec., 1982.
- BRAIN, L.M.; BARKER, J.L. *LANDSAT MSS and TM post - calibration dynamic ranges, extratropical reflectances and at-satellite temperatures*. Greenbelt, MD, NASA/GSFC, 1987.
- COLWELL; J.E. Possible future directions in crop yield forecasting: In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 13, Ann Arbor, MI, 1979. *Proceedings*. An Arbor, MI, ERIM, 1979, p.1781-1788.
- DOOREMBOS, J.; KASSAM, A.H. *Yield response to water*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. (FAO-Plant Production and Protection, Paper nº 33).
- FERNANDES, D.P.L. Aspectos econômicos e estatísticos do trigo no Brasil. *Informe Agropecuário*, ano 9, nº 97: p. 3-9, jan. 1983.
- HATFIELD, J.L. Remote sensing estimators of potential and actual crop yield. *Remote Sensing of Environment*, 13(4): 301-311, 1983.
- Spectral behavior of wheat yield variety trials. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 47(10): 1487-1491. Oct. 1981.
- RICHARDSON, A.J.; WIEGAND, C.L. Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 43(12): 1541-1552, Dec. 1977.
- RICHARDSON, A.J.; WIEGAND, C.L.; ARKIN, G.F.; NIXON, P.R.; GERBERMANN, A.H. Remotely-sensed spectral indicators of sorghum development and their use in growth modelling. *Agricultural Meteorology*, 26(1): 11-23, 1982.
- RUDORFF. B.F.T. *Dados LANDSAT na estimativa da produtividade agrícola da cana-de-açúcar*. São José dos Campos, INPE, dez. 1985 (INPE-3744-TDL/202).

- RUDORFF, B.F.T.; BATISTA, G.T. *Relatório da Fase I do projeto Estima - Desenvolvimento de um modelo para estimativa da produtividade agrícola da cana-de-açúcar baseado em dados LANDSAT e agrometeorológicos*. São José dos Campos, INPE, fev., 1988 (INPE-4466-RPE/560).
- SETZER, J. *Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguaí, 1966, 66p.
- TUCKER, C.J. Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2): 127-150, *Remote Sensing of Environment*, 8(2): 127-150, 1979.
- TUCKER, C.J.; HOLBEM, B.N.; ELGIN, J.H.; McMURTEY, J. Relationship of spectral data to grain variation. *Photogrammetric and Remote Sensing*, 46(5): 657-666, May 1980.
- Remote Sensing of total dry-matter accumulation in winter wheat. *Remote Sensing of Environment*, 11(3): 171-189, 1981.
- WIEGAND, C.L.; RICHARDSON, A.J.; KANEMASU, E.T. Leaf index area estimates for wheat from LANDSAT and their implications for evapotranspiration and crop modelling. *Agronomy Journal*, 71(2): 336-342, Mar/Apr. 1979.

APÊNDICE A

LISTAGEM DO PROGRAMA DO MODELO
AGROMETEOROLÓGICO E ARQUIVO DE DADOS

LISTAGEM DO PROGRAMA PARA CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE ESTIMADA (PA)
DO TRIGO PELO MODELO AGROMETEOROLÓGICO

SAFRAS (03/25/88)

11:06 AM

```

1000 C*****
1010 C*
1020 C* PROGRAMA : SAFRAS (MODELO AGROMETEOROLOGICO) *
1030 C*
1040 C* AUTORES : BERNARD FRIEDRICH THEODOR RUDORFF *
1050 C* MCACIR GODOY JUNIOR *
1060 C*
1070 C* FUNCAO : ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE *
1080 C*
1090 C* ENTRADA : DADOS METEOROLOGICOS E AGRONOMICOS *
1100 C*
1110 C* SAIDA : PRODUTIVIDADE MAXIMA E PRODUTIVIDADE REAL *
1120 C* ESTIMADA *
1130 C*
1140 C*****
1150
1160
1170
1180 FILE 1(KIND=DISK,FILETYPE=7,TITLE="DMETAS")
1190 FILE 2(KIND=DISK,FILETYPE=7,TITLE="TABELAS")
1200 FILE 3(KIND=DISK,FILETYPE=7,TITLE="KCKY")
1210 FILE 4(KIND=PRINTER)
1220 FILE 5(KIND=REMOTE,MYUSE=10)
1230
1240 C* DIMENSIONAMENTO DAS VARIÁVEIS A SEREM UTILIZADAS
1250
1260 DIMENSION KAND(100),MES(100),IDEC(100),ND(100),AH(100),AP(100),
1270 *AU(100),AT(100),AV2(100),ATX(100),ATI(100),HINSOL(100),NDI(100)
1280 *PRECIP(100),UMIREL(100),TEMEDI(100),VMED2M(100),TMAX(100),
1290 *TMIN(100),ILAT(100),IND(100),VALUE(100,100),CIAF(100),CCOL(100),
1300 *ICU(100),AETM(100,100),ITEMP(100),EA(100),DELTA(100),AMDA(12),
1310 *TPMSH(100,100),ETP(100),ARM(100),BRC(1),RMP(100),ACMETM(100)
1320 *PNEST(100),ETMC(100),REGACU(100),TKY(5),RMPFAC(50),ACMETA(100)
1330 DATA TKY/1.7,1.15,1.25,0.85,1.15/
1340 UATA AMDA/31JAN,31FEV,31MAR,31ABR,31MAI,31JUN,31JUL,31AGO,31SET,
1350 *31OUT,31NOV,31DEZ/
1360
1370
1380
1390 C* ARMAZENAMENTO DAS TABELAS
1400
1410
1420 WRITE(5,1)
1430 1 FORMAT(1H1,20X,CS A F R A S O,/,71(C=0),//////,
1440 *20X,DA R P A Z E N A N D O D A D O S)
1450 DO 3 I=1,30
1460 READ(2,2)ILAT(I),IND(I),(VALUE(I,J),J=1,12)
1470 2 FORMAT(2I2,1X,12F6.1)
1480 3 CONTINUE
1490 DO 5 I=1,5
1500 READ(2,4)CIAF(I),CCOL(I)
1510 4 FORMAT(F3.1,1X,F4.2)
1520 5 CONTINUE
1530 DO 7 I=1,2
1540 READ(2,6)ICU(I),(AETM(I,J),J=1,9)
1550 6 FORMAT(I1,2X,9(F4.2,1X))
1560 7 CONTINUE
1570 DO 9 I=1,21
1580 READ(2,8)ITEMP(I),EA(I),DELTA(I),(TPMSH(I,J),J=1,5)
1590 8 FORMAT(12,7(2X,F6.3))
1600 9 CONTINUE
1610
1620
1630 C* IDENTIFICACAO DA AREA
1640
1650
1660 WRITE(4,66)
1670 10 WRITE(5,11)
1680 11 FORMAT(1H1,20X,CS A F R A S O,/,71(C=0),//////,
1690 *0 SUA OPCAO PARA MEDIAS EH :0,/,13X,
1700 *01 - MENSAIS,/,13X,02 - DECENSIOS,//////)
1710 READ(5,/)MEDIA
1720 IF(MEDIA.NE.1.AND.MEDIA.NE.2)GO TO 10
1730 12 WRITE(5,13)
1740 13 FORMAT(1H1,20X,CS A F R A S O,/,71(C=0),//////,
1750 *0 QUAL O TIPO DE CULTURA?0,/,10X,01 - CANAÇ,
1760 */,10X,02 - FEIJOAÇ,/,10X,03 - MILHO,/,10X,04 - SOJA,/,10X,

```

```

1770      *C5 - TRIGGA,////)
1780      READ(5,/)IC
1790      IF(IC.LT.1.AND.IC.GT.5)GO TO 12
1800      IF(MEDIA.EQ.2)GO TO 23
1810      WRITE(5,15)
1820 14  *
1830 15  *S ENIRE COM O MES ANTERIORO,/,O E O ANO DO PLANTIOE,/)
1840      READ(5,/)IMES,IANO
1850      IF(IMES.LT.1.OR.IMES.GT.12.OR.IANO.GT.99)GO TO 14
1860 16  *
1870 17  *O ENIRE COM O CICLO DA CULTURA EM MESES,/)
1880      READ(5,/)ICICLO
1890      DO 20 I=1,3
1900 18  *
1910 19  *AV2(I),ATX(I),ATI(I)
1920      IF(KANO(I).NE.IANO.OR.IMES.NE.MES(I))GO TO 18
1930 19  *
1940      FORMAT(2I3,I2,I3,F6.2,2F6.1,F5.1,F5.1,F6.1)
1950      NDIA=NDIA+NDI(I)
1960      AHINSO=AHINSO+AH(I)
1970      APRECI=APRECI+AF(I)
1980      AUMIRE=AUMIRE+AL(I)
1990      ATEMED=ATEMED+AT(I)
2000      AVMED2=AVMED2+AV2(I)
2010      ATMAX=ATMAX+ATX(I)
2020      ATMIN=ATMIN+ATI(I)
2030 20  *
2040      CONTINUE
2050      ND(I)=NDIA
2060      HINSOL(I)=AHINSO/3.
2070      PRECIP(I)=APRECI
2080      UMIREL(I)=AUMIRE/3.
2090      TEMEDI(I)=ATEMED/3
2100      VMED2M(I)=AVMED2/3
2110      IMAX(I)=ATMAX/3
2120      IMIN(I)=ATMIN/3
2130      NDIA=0
2140      AHINSO=0.0
2150      APRECI=0.0
2160      AUMIRE=0.0
2170      ATEMED=0.0
2180      AVMED2=0.0
2190      ATMAX=0.0
2200      ATMIN=0.0
2210      DO 22 K=2,ICICLO+1
2220      DO 21 I=1,3
2230      *
2240      *AV2(I),ATX(I),ATI(I)
2250      IF(KANO(K).NE.IANO.OR.IMES.NE.MES(I))GO TO 21
2260      NDIA=NDIA+NDI(I)
2270      AHINSO=AHINSO+AH(I)
2280      APRECI=APRECI+AF(I)
2290      AUMIRE=AUMIRE+AL(I)
2300      ATEMED=ATEMED+AT(I)
2310      AVMED2=AVMED2+AV2(I)
2320      ATMAX=ATMAX+ATX(I)
2330      ATMIN=ATMIN+ATI(I)
2340 21  *
2350      CONTINUE
2360      AMDGER=AMDGER+ATEMED
2370      ND(K)=NDIA
2380      HINSOL(K)=AHINSO/3
2390      PRECIP(K)=APRECI
2400      UMIREL(K)=AUMIRE/3
2410      TEMEDI(K)=ATEMED/3
2420      VMED2M(K)=AVMED2/3
2430      IMAX(K)=ATMAX/3
2440      IMIN(K)=ATMIN/3
2450      NDIA=0
2460      AHINSO=0.0
2470      APRECI=0.0
2480      AUMIRE=0.0
2490      ATEMED=0.0
2500      AVMED2=0.0
2510      ATMAX=0.0
2520      ATMIN=0.0
2530 22  *
2540      CONTINUE
2550      AMCIC=AMDGER/(3.*ICICLO)
      GO TO 29
C*      CALCULO POR DEZENIOS

```

```
2560
2570
2580
2590 23 WRITE(5,24)
2600 24 FORMAT(1H1,2CX,2S A F R A S0,/,71(0=0),//////,
2610 *0 ENTRE COM O MES, ANO,/,0 E DECENIO ANTERIOR AO PLANTIO 0,/)
2620 READ(5,/)IMES, IANO, KDEC
2630 IF(IANO.GT.99.OR.IMES.LT.1.OR.IMES.GT.12.OR.KDEC.GT.3.OR.
2640 *KDEC.LT.1)GO TO 23
2650 WRITE(5,25)
2660 25 FORMAT(1H1,2CX,2S A F R A S0,/,71(0=0),//////,
2670 *0 ENTRE COM O NUMERO DE DECENIOS DO CICLO DA CULTURA,/)
2680 READ(5,/)ICICLA
2690 26 READ(1,19)KAND(1),MES(1),IDEC(1),ND(1),HINSOL(1),PRECIP(1),
2700 *UMIREL(1),TEMEDI(1),VMED2M(1),TMAX(1),TMIN(1)
2710 IF(KAND(1).NE.IANO.OR.MES(1).NE.IMES.OR.IDEC(1).NE.KDEC)GO TO 26
2720 DO 27 K=2, ICICLA+1
2730 READ(1,19)KAND(K),MES(K),IDEC(K),ND(K),HINSOL(K),PRECIP(K),
2740 *UMIREL(K),TEMEDI(K),VMED2M(K),TMAX(K),TMIN(K)
2750 SMMEN=SMMEN+TEMEDI(K)
2760 CONTINUE
2770 AMCIC=SMMEN/ICICLA
2780 28 IRODA=ICICLO+1
2790 IF(MEDIA.EG.2)IRODA=ICICLA+1
2800 C* CALCULO DO YH
2810 IF(IC.EQ.5)GO TO 28C
2811 IF(IC.NE.5)GO TO 285
2812 280 CPM5L=0.6
2813 GO TO 290
2814 285 CPM5L=0.5
2820 290 WRITE(5,29)
2830 29 FORMAT(1H1,20X,2S A F R A S0,/,71(0=0),//////,
2840 *0 QUAL A LATITUDE MAIS PROXIMA DE SUA AREA ?0,
2850 *//,1X,C10, 15, 20, 25, 30, 35 GRAUS 0)
2860 READ(5,/)LAT
2870 WRITE(5,30)
2880 30 FORMAT(1H1,20X,2S A F R A S0,/,71(0=0),//////,
2890 *0 QUAL A ALTITUDE DE SUA REGIAO ?0)
2900 READ(5,/)IALI
2910 WRITE(5,31)
2920 31 FORMAT(1H1,20X,2S A F R A S0,/,71(0=0),//////,
2930 *0 QUAL A CAPACIDADE DE RETENCAO DE AGUA DO SOLO?0)
2940 READ(5,/)CHAS
2950 WRITE(5,32)
2960 32 FORMAT(1H1,20X,2S A F R A S0,/,71(0=0),//////,
2970 *0 LOCALIZE SUA REGIAO NO MAPA E ENTRE COM 1,2 OU 30)
2980 READ(5,/)R
2990 IF(R.EQ.1)GO TO 33
3000 IF(R.EQ.2)GO TO 34
3010 IF(R.EQ.3)GO TO 35
3020 33 A=0.18
3030 B=0.55
3040 GO TO 36
3050 34 A=0.25
3060 B=0.45
3070 GO TO 36
3080 35 A=0.29
3090 B=0.42
3100 36 WRITE(5,37)
3110 37 FORMAT(1H1,20X,2S A F R A S0,/,71(0=0),//////,
3120 *0 SEUS PARAMETROS PARA CALCULO DA EVAPOTRANSPIRACAO,/,
3130 *0 JA SE ENCONTRAM EM DISCO ? S/N 0)
3140 READ(5,67)BR(1)
3150 DO 42 I=2, IRODA
3160 DO 38 K=1,30
3170 IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.1)RMOCDC=VALUE(K,MES(I))
3180 IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.2)HMI=VALUE(K,MES(I))
3190 IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.3)RET=VALUE(K,MES(I))
3200 IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.4)TPMSBN=VALUE(K,MES(I))
3210 IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.5)TPMSBL=VALUE(K,MES(I))
3220 38 CONTINUE
3230 RRDCI=(A+B*HINSOL(I)/AMI)*RET*59
3240 FDCN=(RMOCDC*0.5+RRDCI)/(C.B*RMOCDC)
3250 DO 39 L=1,21
3260 IF(IEMP(L).EQ.IFY(TEMEDI(I)))ATPMSH=TPMSH(L,IC)
3270 39 CONTINUE
3280 IF(ATPMSH.LT.20) GO TO 40
3290 AA=0.8
3300
```

```
3310      BB=0.01
3320      CC=0.5
3330      DD=0.025
3340      GO TO 41
3350 40      AA=0.5
3360      BB=0.025
3370      CC=0.0
3380      DD=0.05
3390 41      RMP(I)=CPMSL*CI AF(IC)*CCOL(IC)*ND(I)*((FDCN*(AA+BB*ATPMSH)
3400      *TPMSBN)+(C1-FDCN)*(CC+DD*ATPMSH)*TPMSBL))
3410      RMPT=RMPT+RMP(I)
3420      IF(IC.EQ.1.OR.IC.EQ.5)RMPTAC(I)=RMPT
3430 42      CONTINUE
3440      IF(IC.EQ.1.OR.IC.EQ.5)EO TO 45
3450      WRITE(4,43)IRODA-1,RMPT
3460 43      FORMAT(8 RENDIMENTO MAXIMO ACUMULADO NO MES/DEC 0,I2,0 =0,F10.2)
3470      WRITE(4,44)
3480 44      FORMAT(1H1)
3490 45      DO 60 M=1,IRODA
3500      DO 46 LM=1,21
3510      IF(I TEMP(LM).EQ.IFIX(TFMEDI(M)))ADELTA=DELTA(LM)
3520      IF(I TEMP(LM).EQ.IFIX(TEMEDI(M)))AEA=EAC(LM)
3530 46      CONTINUE
3540      ETROL=1.385E-12*1440*(273.0+TEMEDI(M))*4
3550      DO 47 K=1,30
3560      IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.2)HMI=VALUE(K,MES(M))
3570      IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.3)RET=VALUE(K,MES(M))
3580 47      CONTINUE
3590      EIROL=0.1+0.9*(HINSOL(M)/HMI)
3600      ED=AEA*UMIREL(M)/100.
3610      EEDROL=0.56-(0.79*SORT(ED))
3620      RLQL=ETROL+EIRQL*EFCROL
3630      RRUCIM=(A+(B*HINSOL(M)/HMI))*RET
3640      RLTOC=RRUCIM*0.75-RLQL
3650      GAMMA=0.66
3660      PNMAR=1000
3670      IF(IC.EQ.1.OR.IC.EQ.5)FPNEST=PNMAR/(1+((9.81*IALT)/
3675      *(278.04+(TEMEDI(M)+273))))
3680      IF(IC.EQ.1.OR.IC.EQ.5)TABLEX=(ADELTA*PNMAR)/(GAMA*PPNEST)
3690  C*      IF(IC.NE.1)TABLEX=(ADFLTA*PNMAR)/(GAMA*PNEST(M))
3700      ZDELTA=IMAX(M)-TMIN(M)
3710      IF(ZDELTA.LE.12)ADEL=0.54
3720      IF(ZDELTA.GT.12.AND.ZDELTA.LE.13)ADEL=0.61
3730      IF(ZDELTA.GT.13.AND.ZDELTA.LE.14)ADEL=0.68
3740      IF(ZDELTA.GT.14.AND.ZDELTA.LE.15)ADEL=0.75
3750      IF(ZDELTA.GT.15.AND.ZDELTA.LE.16)ADEL=0.82
3760      IF(ZDELTA.GT.16)ADEL=0.89
3770      BDELTA=ADEL*VMEC2(M)+1.0
3780      ETO=((TABLEX*RLTOC)+(0.26*(AEA-ED))*BDELTA)/(TABLEX+1)
3790      IF(OR(1).EQ.1HS)GO TO 50
3800      IF(MEDIA.EQ.1)WRITE(5,48)ICICLO,M-1
3810 48      FORMAT(1H1,20X,CS A F R A SC,/,71(0=0),////,
3820      *1H1,CSUA OPCAO : MEDIAS MENSAISE,/,
3830      *0 DURACAO DO CICLO :0,12,C MESESC,/,0 ENTRE COM KC,KY E AD,
3840      *0 PROFUNDIDADE DO SISTEMA RADICULAR PARA 00,12,0 MES0,////)
3850      IF(MEDIA.EQ.2)WRITE(5,49)ICICLA,M-1
3860 49      FORMAT(1H1,20X,CS A F R A SC,/,71(0=0),////,
3870      *1H1,CSUA OPCAO : MEDIAS DECENDIAISE,/,
3880      *0 DURACAO DO CICLO :0,12,C DECENSIOS0,/,
3890      *0 ENTRE COM KC,KY E PROFUNDIDADE DO SISTEMA RADICULAR PARA0,/,
3900      *0 00,12,C DECENDI00,////)
3910      READ(5,/)CK,YK,C
3920      GO TO 51
3930 50      READ(3,/)CK,YK,C
3940 51      ETM(M)=CK*ETO
3950      ETM(M)=ETM(M)*ND(M)
3960      PPTETH=PRECIP(M)-ETM(M)
3970      IF(M.NE.1)GO TO 52
3980      ARM(1)=0.5*PRECIP(1)+1
3990      NEGACU(1)=(ALOG(ARM(1))-ALOG(CRAS))*(CRAS-2)
4000      GO TO 60
4010 52      IF(PPTETH.LT.0)GO TO 53
4020      ARM(M)=PPTETH+ARM(M-1)
4030      IF(ARM(M).GT.CRAS)ARM(M)=CRAS
4040      NEGACU(M)=(ALOG(ARM(M))-ALOG(CRAS))*(CRAS-2)
4050      GO TO 54
4060 53      NEGACU(M)=NEGACU(M-1)+PPTETH
4070      ARM(M)=CRAS*(EXP(NEGACU(M))/(CRAS-2))
4080 54      CETM=ETM(M)+0.5
4090      IF(ETM(M).LT.2.C)CETM=2.0
```

```
4100 IF(ETM(M).GT.10.0)ETM=10.0
4110 BETM=AETM(2,(IFIX(ETM-1)))
4120 IF(IC.EQ.2.OR.IC.EQ.5)BETM=AETM(1,(IFIX(ETM-1)))
4130 AGAREM=(1-BETM)*CRAS*0
4140 ARMPRE=ARM(M-1)*0+PRECIP(M)
4150 IF(ARMPRE.GT.CRAS)ARMPRE=CRAS
4160 ASI=(ARMPRE-AGAREM)/ETM(M)
4170 IF(ASI.GE.1.0)GO TO 56
4180 WRITE(5,55)ASI,AGAREM,ETM(M)
4190 55 FORMAT(1H1,2X,ES A F R A S3,/,71(0=0),////)
4200 *0 DADO ASI =0,F7.3,C AGAREM =0,F6.1,0 ETM =0,F5.3,/,
4210 *0 PROCURE NA TABELA 1 O VALOR DE ETA E ENTRE COM O MESMO)
4220 READ(5,/)ETA
4230 GO TO 57
4240 56 ETA=ETM(M)
4250 57 AIPM=1.0-(YK*(1.0-ETA/ETM(M)))
4260 WRITE(4,58)M-1,AIPM
4270 58 FORMAT(0 INDICE DE PENALIZACAO PARA O 0,I2,0 MES/DECENIO = 0,
4280 *F10.2,/)
4290 ACTA=ACTA+ETA
4300 ACMETA(M)=ACTA
4310 ACTM=ACTM+ETM(M)
4320 ACMETH(M)=ACTM
4330 WRITE(4,59)ETO,ETM(M),ETA,ACTM,ACTA,ASI,AGAREM,ARMPRE,ETM(M)
4340 59 FORMAT(0 ETO =0,F8.3,/,0 ETA =0,F8.3,/,
4350 *0 EIM =0,F8.3,/,0 EIA =0,F8.3,/,
4360 *0 EIM ACUMULADO =0,F8.3,/,0 EIA ACUMULADO =0,F8.3,/,
4370 *0 ASI =0,F8.3,/,0 AGAREM =0,F8.3,/,
4375 *0 ARMPRE =0,F8.3,/,0 ETM =0,F8.3,72(0*0),/)
4380 60 CONTINUE
4390 IF(IC.NE.1)GO TO 63
4400 DO 62 I=2,IRDA
4410 RIGP=1-(TKY(I)*(1-ACMETH(I))/ACMETH(I)))
4420 RRG=RIGP*RMPTAC(I)/100.
4430 WRITE(4,61)ANDA(MES(2)),KAND(2),ANDA(MES(I)),KANOC(I),
4440 *RMPTAC(I)/100.,RRG,RIGP,I-1
4450 61 FORMAT(///,0 PARA PLANTIO EM 0,A3,M/190,I2,2X,
4460 *0 COLHEITA EM 0,A3,0/190,I2,/,
4470 *0 RENDIMENTO MAXIMO =0,F12.2,/,
4480 *0 RENDIMENTO REAL =0,F12.2,/,
4490 *0 INDICE DE PENALIZACAO GERAL =0,F6.4,/,
4500 *0 DURACAO DO CICLO = 0,I2,1X,0MESES0,///,71(0=0))
4510 62 CONTINUE
4520 GO TO 65
4530 63 RIGP=1-(TKY(IC)*(1-ACTA/ACTM))
4540 RRG=RIGP*RMPTAC(I)/100.
4550 WRITE(4,64)DEC(2),MES(2),RIGP,RRG
4560 64 FORMAT(///,0 INDICE DE PENALIZACAO GERAL0,/,0 PARA PLANTIO NO 0,
4570 *I2,0 DECENIO DO MES 0,I2,0 >>>>0,F8.4,/,
4580 *0 RENDIMENTO REAL GERAL >>>>>0,F8.1)
4590 65 WRITE(5,66)
4600 66 FORMAT(1H1,////,3X,7(0S0),4X,7(0A0),3X,9(0F3),2X,8(0RC),4X,7(0A0),
4610 *4X,7(0S0),/,2X,9(0S0),2X,9(0AE),2X,9(0FO),2X,9(0RC),2X,9(0AC),2X,
4620 *9(0S0),/,2X,2(0S0),5X,2(0S0),2X,2(0AC),5X,2(0A0),2X,2(0FO),5X,
4630 *2(0FC),2X,2(0RC),5X,2(0R0),2X,2(0A0),5X,2(0A0),2X,2(0S0),5X,
4640 *2(0S0),/,2X,2(0S0),9X,2(0A0),5X,2(0A0),2X,2(0FO),9X,2(0RC),
4650 *5X,2(0RC),2X,2(0A0),5X,2(0A0),2X,2(0S0),/,2X,8(0S0),3X,9(0A0),
4660 *2X,6(0FC),5X,9(0R0),2X,9(0A0),2X,8(0S0),/,3X,8(0S0),2X,
4670 *9(0A0),2X,6(0FC),5X,8(0R0),3X,9(0AC),3X,8(0S0),/,9X,2(0S0),
4680 *2X,2(0AC),5X,2(0AC),2X,2(0FC),9X,2(0RC),2X,2(0R0),5X,2(0A0),
4690 *5X,2(0A0),9X,2(0S0),/,2X,2(0S0),5X,2(0S0),2X,2(0A0),5X,2(0A0),
4700 *2X,2(0FO),9X,2(0R0),3X,2(0R0),4X,2(0A0),5X,2(0AC),2X,2(0S0),
4710 *5X,2(0S0),/,2X,9(0S0),2X,2(0AC),5X,2(0A0),2X,2(0FO),9X,2(0R0),
4720 *4X,2(0R0),3X,2(0AC),5X,2(0A0),2X,9(0S0),/,3X,7(0S0),3X,2(0A0),
4730 *5X,2(0A0),2X,2(0FC),9X,2(0R0),5X,2(0R0),2X,2(0AC),5X,2(0A0),
4740 *3X,7(0S0),////)
4750 REWIND 3
4760 REWIND 1
4770 ARINSO=0.0
4780 APRECI=0.0
4790 AUMTRE=0.0
4800 ATEMED=0.0
4810 AVMED2=0.0
4820 ATMAX=0.0
4830 ATMIN=0.0
4840 RMPT=0.0
4850 ACTA=0.0
4860 ACTM=0.0
4870 NDIA=0
4880 AMDGER=0.0
```

```
4890      WRITE(S,7)C      QUER (C) CONTINUAR OU (P) PARAR ???  
4900      READ(S,67)BR(1)  
4910      67  FORMAT(A1)  
4920      IF(BR(1).EQ.1HC)GO TO 10  
4930      STOP  
4940      END
```

TABELA A.1

LISTAGEM DO ARQUIVO TABELAS

100	10 1	375.0	377.0	369.0	345.0	311.0	291.0	299.0	332.0	359.0	375.0	377.0	374.0
200	10 2	12.6	12.4	12.1	11.9	11.6	11.5	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7
300	10 3	16.4	16.3	15.5	14.2	12.3	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
400	10 4	236.0	235.0	230.0	218.0	203.0	193.0	197.0	212.0	225.0	234.0	236.0	235.0
500	10 5	440.0	439.0	431.0	411.0	395.0	370.0	376.0	401.0	422.0	437.0	440.0	440.0
600	15 1	387.0	381.0	363.0	329.0	287.0	264.0	274.0	312.0	348.0	375.0	384.0	382.0
700	15 2	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0
800	15 3	16.7	16.4	15.4	13.9	12.3	11.4	11.8	13.1	14.6	15.8	16.5	16.6
900	15 4	242.0	238.0	228.0	210.0	190.0	178.0	183.0	202.0	220.0	234.0	241.0	242.0
1000	15 5	452.0	445.0	429.0	399.0	366.0	347.0	355.0	386.0	414.0	438.0	450.0	454.0
1100	20 1	399.0	386.0	357.0	313.0	264.0	238.0	249.0	295.0	337.0	375.0	394.0	400.0
1200	20 2	13.2	12.8	12.3	11.7	11.0	10.9	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3
1300	20 3	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
1400	20 4	249.0	242.0	226.0	203.0	178.0	164.0	170.0	193.0	215.0	235.0	246.0	250.0
1500	20 5	465.0	451.0	425.0	387.0	348.0	325.0	334.0	371.0	407.0	439.0	460.0	468.0
1600	25 1	405.0	385.0	345.0	292.0	237.0	209.0	220.0	259.0	320.0	369.0	397.0	408.0
1700	25 2	13.5	13.0	12.3	11.5	10.9	10.6	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7
1800	25 3	17.6	16.5	14.5	12.2	10.0	8.9	9.5	11.1	13.3	15.6	17.2	17.8
1900	25 4	253.0	242.0	221.0	193.0	163.0	147.0	153.0	180.0	207.0	233.0	248.0	255.0
2000	25 5	474.0	453.0	418.0	371.0	323.0	297.0	307.0	352.0	396.0	438.0	465.0	478.0
2100	30 1	411.0	384.0	333.0	270.0	210.0	179.0	191.0	245.0	303.0	363.0	400.0	417.0
2200	30 2	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0
2300	30 3	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	9.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
2400	30 4	258.0	243.0	216.0	182.0	148.0	130.0	137.0	168.0	200.0	232.0	251.0	251.0
2500	30 5	483.0	456.0	412.0	356.0	299.0	259.0	281.0	333.0	385.0	437.0	471.0	489.0
2600	35 1	412.0	376.0	315.0	245.0	180.0	148.0	161.0	217.0	281.0	351.0	398.0	491.0
2700	35 2	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5
2800	35 3	17.9	16.1	13.4	10.3	7.3	6.6	7.0	9.0	11.9	14.8	17.1	18.2
2900	35 4	260.0	241.0	208.0	168.0	130.0	110.0	113.0	152.0	189.0	232.0	252.0	254.0
3000	35 5	490.0	456.0	401.0	335.0	270.0	236.0	250.0	308.0	369.0	432.0	475.0	497.0
3100	0.5	2.30											
3200	0.5	2.30											
3300	0.5	2.40											
3400	0.5	2.35											
3500	0.5	2.40											
3600	1	0.30	0.70	0.60	0.50	0.45	0.42	0.37	0.35	0.30			
3700	2	0.87	0.80	0.70	0.60	0.55	0.50	0.45	0.42	0.40			
3800	15	17.040	1.096	5.000	20.000	5.000	15.000	20.000	20.000	20.000			
3900	16	19.170	1.162	15.000	23.500	7.000	21.000	20.000	20.000	20.000			
4000	17	19.370	1.228	22.500	27.000	11.000	25.000	20.000	20.000	20.000			
4100	18	20.630	1.300	30.000	30.000	19.000	29.000	20.000	20.000	20.000			
4200	19	21.960	1.373	37.500	32.000	31.000	31.000	20.000	20.000	20.000			
4300	20	23.370	1.445	45.000	33.000	45.000	32.500	20.000	20.000	20.000			
4400	21	24.860	1.531	52.500	34.000	52.500	33.500	19.000	19.000	19.000			
4500	22	26.430	1.610	60.000	34.000	60.000	34.000	18.000	18.000	18.000			
4600	23	28.090	1.703	62.000	33.000	62.000	34.500	17.000	17.000	17.000			
4700	24	29.830	1.795	64.000	31.500	64.000	35.000	16.000	16.000	16.000			
4800	25	31.670	1.883	65.000	30.000	65.000	35.000	15.000	15.000	15.000			
4900	26	33.610	1.987	65.000	27.000	65.000	35.500	13.000	13.000	13.000			
5000	27	35.650	2.092	65.000	25.000	65.000	35.500	11.000	11.000	11.000			
5100	28	37.800	2.204	65.000	22.500	65.000	35.500	09.000	09.000	09.000			
5200	29	40.060	2.317	65.000	19.000	65.000	35.500	07.000	07.000	07.000			
5300	30	42.430	2.435	65.000	15.000	65.000	35.000	05.000	05.000	05.000			
5400	31	44.930	2.561	65.000	9.500	65.000	35.000	04.000	04.000	04.000			
5500	32	47.550	2.686	65.000	5.500	65.000	34.500	03.000	03.000	03.000			
5600	33	50.310	2.813	65.000	2.500	65.000	34.000	02.000	02.000	02.000			
5700	34	53.200	2.957	65.000	0.500	65.000	33.500	01.000	01.000	01.000			
5800	35	56.240	3.109	65.000	0.000	65.000	32.500	01.000	01.000	01.000			

TABELA A.2

LISTAGEM DO ARQUIVO CONTENDO OS DADOS METEOROLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO

NL	A	M	D	ND	NH	PPT	UR	TM	VV	TX	TI
100	86	02	1	10	6.60	55.8	82.1	25.5	4.5	30.1	20.8
200	86	02	2	10	7.80	152.1	81.8	25.2	5.5	28.2	22.3
300	86	02	3	10	7.13	11.9	82.7	26.2	4.5	30.9	21.5
400	86	03	1	10	4.42	75.4	83.5	25.6	3.3	30.0	21.2
500	86	03	2	10	7.40	72.6	82.8	27.1	2.4	32.3	21.8
600	86	03	3	11	8.30	54.3	82.7	24.8	3.5	30.0	19.6
700	86	04	1	10	6.01	0.0	77.7	27.5	3.7	33.0	21.9
800	86	04	2	10	7.99	25.2	78.5	25.2	4.8	31.2	19.3
900	86	04	3	10	5.62	94.7	82.7	25.0	4.2	30.2	19.7
1000	86	05	1	10	6.01	27.7	82.2	23.3	3.7	27.1	19.5
1100	86	05	2	10	7.99	59.9	83.0	25.0	4.8	28.4	21.6
1200	86	05	3	11	5.62	62.6	83.7	24.5	4.2	26.1	23.0
1300	86	06	1	10	8.48	0.0	83.7	18.9	3.7	22.6	15.1
1400	86	06	2	10	8.94	0.0	83.8	23.4	3.1	27.7	19.1
1500	86	06	3	10	8.40	1.1	83.5	19.7	3.4	24.9	14.6
1600	86	07	1	10	7.50	6.5	98.0	16.0	6.3	21.9	10.2
1700	86	07	2	10	9.26	1.0	87.8	18.7	2.9	26.6	10.9
1800	86	07	3	11	6.54	19.9	95.1	16.8	3.8	22.9	10.7
1900	86	08	1	10	9.28	0.0	89.7	21.8	3.0	29.4	14.1
2000	86	08	2	10	1.77	82.2	97.3	17.8	3.0	22.6	13.0
2100	86	08	3	11	5.45	125.5	94.1	19.2	5.0	24.4	14.0
2200	86	09	1	10	6.10	2.5	93.8	19.9	6.0	26.1	13.6
2300	86	09	2	10	6.53	21.4	84.5	23.3	4.3	30.0	16.6
2400	86	09	3	10	5.71	58.8	91.1	20.1	6.3	26.1	14.2
2500	86	10	1	10	8.52	28.6	85.9	24.2	4.4	32.5	15.9
2600	86	10	2	10	7.12	38.7	88.5	20.6	4.8	27.3	14.0
2700	86	10	3	11	8.64	30.2	86.3	22.3	4.5	30.2	14.4
2800	86	11	1	10	7.11	94.3	89.2	24.4	4.7	31.6	17.1
2900	86	11	2	10	7.31	24.8	86.9	24.3	5.4	31.6	17.1
3000	86	11	3	10	5.98	82.4	83.1	26.3	4.0	32.9	19.8
3100	86	12	1	10	8.69	148.1	94.3	23.7	4.9	28.1	19.2
3200	86	12	2	10	4.23	103.7	95.0	25.5	4.2	30.3	20.7
3300	86	12	3	11	7.38	12.1	89.7	24.6	7.4	30.0	19.1
3400	87	01	1	10	8.32	42.1	74.7	26.2	3.0	31.8	20.7
3500	87	01	2	10	8.12	24.2	77.0	26.6	3.6	32.5	20.6
3600	87	01	3	11	3.28	116.2	85.4	24.2	3.4	29.2	19.3
3700	87	02	1	10	4.17	70.5	81.3	23.5	3.5	29.3	17.7
3800	87	02	2	10	4.46	146.5	81.1	21.6	4.4	27.6	15.7
3900	87	02	3	02	4.98	15.5	76.7	24.2	3.6	31.2	17.2
4000	87	03	1	10	7.53	40.0	74.9	24.7	2.9	31.5	17.9
4100	87	03	2	10	10.63	2.0	71.5	20.4	4.0	28.6	12.1
4200	87	03	3	11	7.06	60.2	75.3	24.6	3.6	31.5	17.7
4300	87	04	1	10	5.96	20.2	79.3	23.1	4.3	30.2	16.0
4400	87	04	2	10	7.26	6.6	75.3	25.5	2.6	32.4	18.6
4500	87	04	3	10	6.36	3.4	75.3	22.0	4.0	28.9	15.2
4600	87	05	1	10	5.24	60.5	82.5	20.4	3.1	27.0	13.9
4700	87	05	2	10	3.60	147.5	86.8	18.9	3.5	24.0	13.8
4800	87	05	3	11	7.03	12.4	85.2	16.4	3.1	23.2	9.5
4900	87	06	1	10	7.50	1.5	81.3	17.9	3.8	24.3	11.6
5000	87	06	2	10	6.25	150.0	82.6	15.8	2.4	23.1	8.5
5100	87	06	3	10	8.38	29.5	78.3	14.2	3.9	21.4	7.1
5200	87	07	1	10	6.94	16.3	76.8	18.7	3.3	25.7	11.7
5300	87	07	2	10	9.06	3.9	72.3	20.8	2.7	28.3	13.3
5400	87	07	3	11	9.57	2.0	68.8	19.3	4.2	27.0	11.7
5500	87	08	1	10	8.15	5.0	67.5	13.6	4.4	21.6	5.7
5600	87	08	2	10	7.36	1.0	64.0	20.2	3.4	28.0	12.4
5700	87	08	3	11	8.77	0.0	61.0	20.1	5.3	30.3	9.9
5800	87	09	1	10	5.68	5.7	68.7	19.7	4.7	28.0	11.4
5900	87	09	2	10	5.78	35.5	75.5	22.6	5.7	30.8	14.5
6000	87	09	3	10	6.82	26.1	72.9	19.9	4.4	28.1	11.6

NL = Número da linha do arquivo;
 ND = Número de dias do decênio;
 PPT = Precipitação pluviométrica em mm;
 TM = Temperatura média
 TX = Temperatura máxima

A = Ano; M = Mês; D = Dia
 NH = Número de horas de insolação
 UR = Umidade relativa %;
 VV = Velocidade do vento a 2m;
 TI = Temperatura mínima.

TABELA A.3

DADOS DE PRODUTIVIDADE OBSERVADA EM KG/HA, DADOS ESPECTRAIS DO SENSOR TM (REFLECTÂNCIA E ÍNDICE VEGETATIVO) E PRODUTIVIDADE ESTIMADA PELO MO DELO AGROMETEOROLÓGICO EM KG/HA PARA OS IMÓVEIS RURAIS ANALISADOS NA SAFRA 86 DO TRIGO

M	I	APL	PROD	V	PP	PC	REF3-1	REF4 1	RVI-1	REF3-2	REF4 2	RVI-2	REF3-3	REF4 3	RVI-3	AGRO
2	82	114	1462	1	13	36	4.90	30.07	6.130	4.07	28.34	6.970	4.14	24.59	5.930	2163
2	7	22	1764	1	11	36	5.13	29.00	5.650	4.34	28.35	6.530	4.34	28.35	6.530	2375
2	30	37	1591	1	12	36	5.23	27.57	5.260	4.37	26.60	6.080	4.66	23.30	4.990	2375
2	5	36	1747	1	11	36	5.78	20.61	3.560	5.10	27.66	5.460	5.15	25.78	5.000	2375
2	125	17	2924	1	11	36	6.41	31.94	4.980	4.05	29.58	7.310	4.02	25.27	6.280	2375
2	213	103	2909	1	11	36	5.19	35.29	6.810	4.14	34.35	8.290	4.75	23.60	4.960	2375
2	50	38	1739	1	12	36	5.29	32.74	6.190	4.50	31.64	7.070	5.13	28.28	5.510	2375
2	96	48	1820	1	11	36	5.71	27.07	4.730	4.84	27.02	5.470	5.15	24.23	4.710	2375
2	91	10	1322	1	13	36	5.02	22.40	4.460	4.15	24.80	5.970	4.04	24.23	5.990	2163
2	142	138	1306	1	12	36	5.20	31.48	6.050	4.12	28.99	7.030	4.58	22.28	4.860	2375
2	32	38	2231	1	11	36	5.43	28.29	5.210	4.76	29.13	6.130	4.96	26.92	5.420	2375
2	105	20	2292	1	12	36	5.76	22.18	3.840	4.56	26.92	5.900	4.49	24.62	5.480	2375
2	40	15	2292	1	11	36	5.40	35.19	6.520	4.53	33.32	7.350	4.64	28.96	6.240	2375
2	53	17	2109	1	11	36	5.90	30.93	5.230	5.15	31.12	6.040	5.07	26.09	5.140	2375
2	27	48	1694	2	11	36	5.10	31.76	6.220	4.23	26.64	6.290	4.82	20.79	4.310	1827
2	16	36	1734	1	13	36	5.59	23.94	4.280	4.46	32.80	7.360	4.26	29.58	6.940	2163
2	1	29	2121	1	11	36	5.56	32.83	5.900	4.42	34.01	7.690	4.39	31.57	7.180	2375
2	41	19	2271	1	11	36	5.00	29.31	5.860	4.62	29.68	6.430	4.64	26.65	5.740	2375
2	20	46	1553	1	11	36	5.51	31.58	5.720	4.69	28.94	6.170	4.74	25.82	5.440	2375
2	81	22	1712	1	14	39	5.37	24.37	4.530	4.44	31.06	7.000	4.37	26.54	6.060	2163
2	189	46	2052	1	12	37	4.75	33.59	7.060	4.03	32.38	8.040	4.05	28.22	6.970	2375
2	3	193	1894	1	14	38	6.47	22.10	3.410	5.31	24.73	4.650	6.17	21.69	3.510	2163
2	108	25	1730	1	12	36	6.25	26.50	4.240	5.39	26.35	4.890	5.74	23.15	4.030	2375
2	109	31	1761	1	13	38	5.29	25.88	4.890	4.94	26.34	5.320	5.44	21.72	3.990	2163
2	134	146	1068	1	11	36	6.81	23.24	3.410	6.77	22.66	3.340	6.65	20.06	3.010	2375
2	21	85	1300	1	12	37	5.40	30.76	5.700	4.41	31.86	7.220	4.41	28.34	6.420	2375
2	19	48	2253	1	11	36	4.99	28.98	5.810	4.12	32.69	7.970	4.13	26.09	6.310	2375
2	162	48	2350	1	11	36	5.22	29.48	5.640	4.33	32.55	7.510	3.97	29.63	7.470	2375
2	62	65	2349	1	11	36	4.80	33.71	7.020	4.17	30.79	7.380	4.10	27.29	6.660	2375
2	178	56	1402	1	11	36	5.91	24.88	4.200	4.99	25.29	5.060	5.31	22.77	4.280	2375
2	103	31	1487	1	12	36	6.08	31.35	5.150	5.28	31.19	5.900	5.64	29.01	5.140	2375
2	49	12	1893	1	11	36	5.56	28.14	5.060	4.61	30.38	6.580	5.02	27.78	5.530	2375
2	61	92	2347	1	12	37	4.82	36.65	7.600	4.14	33.17	8.010	4.02	30.48	7.580	2375
1	112	12	289	3	16	39	11.63	25.13	2.160	10.84	24.56	2.260	10.33	23.13	2.240	1378
1	40	17	750	1	11	39	9.46	15.03	1.580	7.24	19.63	2.710	6.97	18.08	2.590	2375
1	13	63	843	3	11	37	5.43	31.97	5.890	7.14	20.61	2.880	4.28	23.85	5.570	1644
1	72	11	466	1	15	39	6.78	19.55	2.880	6.24	24.97	4.000	5.51	22.56	4.090	1990
1	42	19	1610	3	12	36	5.29	32.09	6.060	4.12	28.22	6.840	4.26	21.71	5.090	1644
1	94	12	480	6	17	41	6.28	16.94	2.040	8.41	15.79	1.870	8.89	16.12	1.810	995
1	66	24	744	1	15	39	6.82	17.93	2.620	5.62	26.77	4.760	5.40	19.62	3.630	1990
1	61	29	370	3	15	39	8.08	22.77	2.810	5.45	27.66	5.070	4.75	23.78	5.010	1378
1	67	24	977	6	15	38	7.97	22.36	2.800	5.75	27.38	4.760	5.65	21.46	3.790	995
1	77	24	1302	1	14	37	5.59	27.17	4.850	4.93	32.96	6.690	4.73	28.71	6.070	2163
1	2	89	1488	1	11	36	5.99	29.49	4.920	5.24	31.08	5.920	5.42	26.91	4.970	2375
1	3	24	1235	3	11	36	5.79	28.13	4.850	5.13	28.04	5.470	5.73	22.16	3.860	1644
1	16	17	470	6	12	36	6.48	27.45	4.230	5.79	25.01	4.310	6.02	21.54	3.570	1188
1	5	14	1446	3	14	37	5.83	23.70	4.060	4.80	29.12	6.060	5.13	23.58	4.600	1480
1	47	24	1014	6	13	37	6.12	23.47	3.830	5.16	28.31	5.480	5.40	21.93	4.050	1082
1	31	73	1199	1	16	40	7.26	17.70	2.440	6.26	24.58	3.920	6.37	19.95	3.130	1990
1	83	14	739	6	14	38	9.99	27.72	2.770	6.49	30.02	4.620	7.44	23.76	3.190	1082
1	69	121	798	1	13	38	6.24	25.70	4.120	5.88	29.44	5.000	6.48	26.39	4.070	2163
1	91	39	407	3	15	37	8.03	21.85	2.720	6.56	27.37	4.170	6.26	21.55	3.440	1378
1	8	39	1395	3	16	37	7.20	22.53	3.120	5.67	27.85	4.910	5.51	23.35	4.240	1378
1	85	36	451	3	13	37	6.53	27.05	4.140	5.83	27.56	4.720	5.39	22.29	4.130	1460
1	9	14	1433	1	14	37	6.10	20.88	3.420	5.24	24.71	4.710	5.30	21.93	4.130	2163
1	57	24	1194	1	11	37	5.57	27.19	4.880	5.28	26.90	5.090	5.89	23.34	3.960	2375
1	89	17	491	3	12	39	8.43	25.25	2.990	6.51	25.29	3.880	6.51	22.56	3.460	1644
1	99	19	1054	6	15	37	6.29	19.67	3.120	4.86	26.68	5.490	4.77	23.13	4.840	995
1	10	36	466	6	15	37	9.34	20.25	2.160	7.54	21.13	2.800	6.99	19.56	2.790	995
1	11	12	301	6	15	37	8.13	15.87	1.950	6.74	19.90	2.950	7.37	18.60	2.520	995
1	15	14	301	6	15	37	5.59	22.10	3.950	5.00	21.30	4.260	4.66	18.91	4.050	995
1	106	14	276	6	12	34	8.56	26.33	3.070	7.96	23.98	3.010	7.97	21.93	2.750	1188

(Continua)

(Continuação)

M	I	APL	PROD	V	PP	PC	REF3-1	REF4-1	RVI-1	REF3-2	REF4-2	RVI-2	REF3-3	REF4-3	RVI-3	AGO
1	25	18	590	1	14	37	6.78	18.08	2.660	5.67	24.11	4.250	6.18	18.49	2.990	2169
1	51	48	539	6	12	31	6.69	28.59	4.270	6.02	27.24	4.520	6.34	22.34	3.520	1188
1	52	53	400	6	12	37	8.56	27.69	3.230	9.48	26.12	2.750	9.79	23.62	2.410	1188
1	14	24	636	1	11	36	5.50	29.92	5.440	6.43	21.13	3.280	4.71	23.72	5.030	2375
1	95	19	820	3	14	37	5.51	26.65	4.840	5.13	29.40	5.720	4.86	23.97	4.910	1480
1	78	14	1500	6	12	36	4.86	29.73	6.120	4.07	26.27	6.450	4.15	20.93	5.040	1188
1	29	25	1199	1	15	40	7.76	17.65	2.270	6.41	24.15	3.760	6.48	19.13	2.950	1990
1	79	29	1816	3	11	36	5.62	34.02	6.050	4.60	31.78	6.900	4.83	23.87	4.940	1644
1	20	14	1860	1	11	37	5.07	29.98	5.910	4.42	31.16	7.040	4.45	27.45	6.170	2375
1	22	63	1335	1	07	36	5.93	24.05	4.050	5.55	25.44	4.580	6.01	20.42	3.390	1990
1	32	23	2231	1	12	37	5.42	30.11	5.550	4.75	30.73	6.460	4.77	26.81	5.620	2375
1	33	7	1488	3	12	36	5.15	27.86	5.400	4.42	26.07	5.890	4.64	21.42	4.610	1644
3	99	17	990	3	11	36	6.67	28.53	4.270	5.79	28.82	4.970	7.29	22.37	3.060	1644
3	88	24	990	3	11	36	5.56	26.72	4.800	5.26	26.51	5.030	6.89	21.22	3.080	1644
3	38	12	530	6	15	37	6.31	18.82	2.980	5.83	23.74	4.070	5.47	17.55	3.210	1995
3	39	57	840	3	15	33	5.33	27.52	5.150	4.09	23.21	5.670	4.17	17.73	4.240	1378
3	87	17	1730	1	11	36	5.29	36.33	6.870	4.69	35.55	7.570	5.07	29.77	5.870	2375
3	119	24	1980	1	11	36	5.34	31.64	5.920	4.07	29.24	7.180	4.12	23.75	5.750	2375
3	80	41	1459	3	11	36	5.32	30.94	5.810	4.43	28.43	6.420	5.00	22.27	4.450	1644
3	81	41	1240	1	17	36	5.35	32.53	6.080	4.50	32.65	7.250	4.96	26.70	5.370	1990
3	61	121	250	6	15	38	6.22	20.55	3.300	5.55	17.90	3.220	5.34	16.65	3.110	995
3	59	19	1490	3	11	36	4.98	31.92	6.410	4.09	28.33	6.930	4.05	22.15	5.460	1644
3	58	68	1560	3	11	36	5.26	25.83	4.910	4.30	24.93	5.800	4.47	19.56	4.370	1644
3	9	24	820	3	11	37	7.91	29.39	3.710	7.66	27.03	3.530	9.70	23.07	2.370	1644
3	16	19	495	3	12	36	8.89	25.81	2.900	8.30	25.41	3.060	9.04	21.71	2.400	1644
3	36	35	990	3	16	34	5.59	28.43	5.080	4.91	28.16	5.740	6.37	23.13	3.630	1378
3	90	56	1980	1	12	35	5.73	30.06	5.240	5.12	33.16	6.470	5.43	28.19	5.190	2375
3	141	24	1735	1	12	38	5.56	25.43	4.570	5.17	29.89	5.780	5.38	25.24	4.690	2375
3	89	73	420	1	17	40	7.15	26.67	3.730	6.39	27.49	4.300	7.66	22.53	2.940	1990
3	78	15	1140	6	11	36	6.57	24.52	3.730	4.98	25.25	5.070	5.83	19.63	3.370	1188
3	93	19	867	3	11	36	5.94	23.62	3.970	5.37	25.09	4.670	6.26	20.57	3.200	1644
3	29	55	1661	3	11	36	4.63	31.95	6.890	4.01	30.94	7.710	3.97	21.50	5.410	1644
3	39	41	1488	3	12	37	4.83	30.37	6.280	4.09	30.47	7.440	4.00	22.78	5.690	1644
3	95	12	1972	6	11	36	4.56	33.54	7.350	3.74	26.30	7.030	4.15	22.27	5.360	1188
3	96	11	1483	6	11	36	5.10	26.43	5.180	4.01	24.11	6.000	4.42	18.65	4.220	1188
3	120	50	1488	1	15	37	5.70	25.42	4.460	4.66	25.24	5.410	4.78	22.29	4.660	1990
3	51	12	1289	3	12	36	7.35	27.75	3.770	6.07	29.04	4.780	6.11	22.10	3.610	1644
3	2	60	2355	1	11	35	5.15	30.65	5.950	4.38	30.06	6.860	4.46	25.60	5.740	2375
3	3	31	1681	3	11	36	5.21	31.12	5.970	4.42	29.61	6.690	4.15	23.26	5.600	1644
3	63	30	1487	3	10	36	5.27	31.92	6.050	4.17	25.30	6.070	4.25	21.66	5.090	1644
3	64	97	1487	3	11	36	5.45	27.48	5.040	4.27	25.23	5.900	4.26	20.72	4.860	1644
3	65	24	1487	3	11	37	5.42	25.50	4.700	4.05	23.56	5.810	4.12	19.09	4.630	1644
3	1021	17	1610	3	11	33	5.19	31.44	6.060	4.15	27.57	6.640	5.04	18.86	3.730	1644
3	1023	29	1360	1	11	36	5.43	28.99	5.340	4.68	26.23	5.600	6.00	21.20	3.530	2375
3	128	24	1165	2	14	38	6.83	29.00	4.240	5.87	36.26	6.180	5.72	27.15	4.740	1664
3	11	15	1008	1	11	35	6.56	28.43	4.330	5.80	30.10	5.180	6.64	25.78	3.880	2375
3	12	19	808	3	11	35	6.97	28.09	4.030	5.73	27.66	4.820	6.71	21.11	3.140	1644
3	1161	20	1363	1	11	36	5.86	28.77	4.910	5.40	28.62	5.300	5.84	23.93	4.090	2375
3	1162	15	990	3	11	36	7.55	26.67	3.530	6.70	25.91	3.860	7.03	21.22	3.010	1644
3	101	36	1610	1	12	37	5.89	32.41	5.490	4.71	35.11	7.460	4.79	32.11	6.700	2375
3	102	10	740	2	11	37	8.49	28.31	3.330	7.67	27.94	3.640	8.43	25.41	3.010	1827
3	142	58	495	2	11	37	9.27	26.47	2.850	9.14	25.50	2.780	10.09	22.07	2.180	1827
3	141	7	900	1	15	39	7.35	23.59	3.200	6.29	27.66	4.390	5.83	27.69	4.740	1990
3	108	48	1490	4	12	39	7.17	26.61	3.710	6.16	29.93	4.860	6.66	24.51	3.680	1827
3	137	48	1735	4	11	37	6.33	23.46	3.700	5.15	29.52	5.730	5.70	25.06	4.390	1827
3	111	22	1390	2	11	36	5.10	30.08	5.890	4.49	28.76	6.400	5.72	23.89	4.170	1827
3	912	22	1480	1	11	36	5.72	29.20	5.100	5.51	29.89	5.420	5.43	25.86	4.760	2375
3	1401	48	270	8	14	39	7.65	28.43	3.710	8.04	27.45	3.410	8.88	25.01	2.810	1664
3	31	31	991	1	14	39	6.00	23.42	3.900	5.41	26.29	4.850	5.59	22.59	4.030	2163
3	34	10	867	2	11	36	5.54	21.18	3.820	4.86	27.08	5.570	4.82	21.37	4.430	1827
3	45	17	2025	1	11	36	4.82	27.66	5.730	4.22	26.84	6.350	4.41	21.29	4.820	2375
3	37	55	1190	2	11	33	4.69	31.77	6.760	3.77	26.07	6.910	3.93	19.10	4.850	1827
3	60	101	1860	6	11	33	5.05	30.19	5.970	3.96	26.04	6.570	3.93	24.11	6.130	1188
3	102	48	1670	2	12	37	6.13	24.09	3.930	6.51	29.81	4.570	6.40	25.52	3.960	1827
3	27	53	1240	4	16	37	4.97	16.25	3.260	4.12	24.32	5.890	4.17	21.27	5.090	1531

OBS.:

- M = Município (1 = Paraguaçu Paulista, 2 = Maracá, 3 = Assis)
I = Nº de imóvel rural para efeito de identificação na imagem
APL = Área plantada com trigo em ha
PROD = Produtividade Observada em kg/ha
V = Variedade (1 = Anahuac, 2 = IAC-5, 3 = IAC-18, 4 = IAC-27, 5 = IAC-24, 6 = BH1146, 7 = PAR-281, 8 = IAC-23)
PP = Período de Plantio (10 = 16 a 20/4, 11 = 21 a 25/4, 12 = 26 a 30/4, 13 = 1 a 5/5, 14 = 6 a 10/5, 15 = 11 a 15/5, 16 = 16 a 20/5)
PC = Período de Colheita (Cada período corresponde a 5 dias, p.ex. período 31 = 1 a 5/8, 32 = 6 e 10/8, etc.)
REF3-1 e REF4-1 = Reflectância nas bandas 3 e 4 da imagem de 8/06/86
REF3-2 e REF4-2 = Reflectância nas bandas 3 e 4 da imagem de 24/06/86
REF3-3 e REF4-3 = Reflectância nas bandas 3 e 4 da imagem de 10/07/86
RVI-1, RVI-2 e RVI-3 = Índices Vegetativos para as passagens de 08/06/86 (1), 24/06/86 (2) e 10/07/86 (3)
AGRO = Produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico em kg/ha

TABELA A.4

DADOS DE PRODUTIVIDADE OBSERVADA EM KG/HA, DADOS ESPECTRAIS DO SENSOR TM (NÍVEIS DE CINZA, REFLECTÂNCIA E ÍNDICE VEGETATIVO) E PRODUTIVIDA DE ESTIMADA PELO MODELO AGROMETEOROLÓGICO EM KG/HA PARA OS IMÓVEIS RU RAIS ANALISADOS NA SAFRA 87 DO TRIGO

MI	M	I	PP	V	PROD	NC3-1	NC4-1	R3-1	R4-1	RVI-1	AGRO	NC3-2	NC4-2	R3-2	R4-2	RVI-2
1	1	138	13	1	1600	16.67	55.53	2.914	15.491	5.316	2674	18.82	54.50	3.25	14.86	4.57
2	1	40	15	1	1700	17.58	50.30	3.089	13.982	4.526	2389	17.57	49.25	3.02	13.38	4.44
2	1	66	15	4	1658	18.31	52.06	3.229	14.450	4.487	1838	18.31	55.77	3.16	15.22	4.82
2	1	2	14	1	1240	18.10	48.31	3.189	13.406	4.205	2674	19.21	47.10	3.33	12.77	3.84
2	1	3	14	5	1255	18.48	49.22	3.262	13.382	4.103	2057	19.50	46.43	3.38	12.58	3.73
2	1	67	14	2	1638	19.57	57.27	3.471	15.593	4.603	2057	18.95	55.12	3.28	15.04	4.59
2	1	997	13	2	1250	27.93	45.35	5.076	12.565	2.475	2657	23.19	37.28	4.07	10.00	2.46
2	1	23	14	1	1615	19.42	44.37	3.250	12.271	3.775	2674	18.75	45.29	3.24	12.26	3.79
2	1	24	14	1	1358	20.30	44.20	3.611	12.222	3.395	2674	18.85	42.20	3.26	11.39	3.50
2	1	33	12	3	1765	18.79	51.18	3.321	14.230	4.235	1897	17.08	48.58	2.93	13.19	4.51
2	2	131	12	1	2465	17.04	57.35	2.985	16.027	5.369	2740	18.71	46.36	3.23	12.56	3.89
2	2	28	13	1	1985	15.12	63.87	2.617	17.397	6.840	2674	17.44	57.92	3.00	15.80	5.28
2	2	101	11	1	2235	17.30	62.50	3.035	17.502	5.766	2740	18.70	55.15	3.23	15.04	4.66
2	2	160	14	5	1115	16.71	43.30	2.922	11.962	4.094	2057	18.95	39.71	3.23	10.40	3.18
2	2	15	12	1	2065	16.05	54.15	2.795	15.093	5.399	2740	17.94	51.86	3.09	14.12	4.57
2	2	140	15	1	2080	16.02	49.51	2.789	13.754	4.931	2389	17.55	35.12	3.02	9.39	3.11
2	2	133	16	1	1725	16.67	56.47	2.914	15.762	5.409	2389	19.15	41.55	3.13	11.21	3.59
2	2	146	15	1	1925	15.95	47.11	2.778	13.061	4.702	2389	18.15	38.21	3.14	10.26	3.28
2	2	155	11	1	1515	18.22	50.94	3.212	14.166	4.411	2740	21.36	46.11	3.73	13.06	3.50
2	2	29	11	1	2123	14.67	53.15	2.530	14.804	5.851	2740	16.79	51.79	2.87	14.10	4.91
2	2	213	15	1	2066	14.91	53.75	2.576	14.977	5.813	2389	16.90	47.45	2.89	12.87	4.45
2	2	20	15	1	1515	15.41	45.24	2.672	12.522	4.686	2389	15.00	33.64	3.29	8.97	2.73
2	2	189	15	1	2245	14.76	53.43	2.548	13.685	5.843	2389	16.36	42.16	2.79	11.32	4.08
2	2	90	15	1	1500	15.59	43.61	2.707	13.484	4.985	2389	18.23	43.15	3.14	11.66	3.71
2	2	931	12	1	1925	18.11	45.10	3.191	12.481	3.912	2740	18.39	43.12	3.17	11.65	3.68
2	2	93	12	1	1915	18.19	43.20	3.204	11.933	3.724	2740	18.58	43.66	3.21	11.00	3.68
2	2	209	15	1	1750	15.30	51.42	2.691	14.305	5.396	2389	18.17	40.51	3.13	10.51	3.49
2	2	83	15	1	2127	14.93	45.58	2.580	12.620	4.891	2389	18.54	38.41	3.20	10.32	3.23
2	2	55	15	1	1825	15.10	44.05	2.613	12.178	4.661	2389	15.48	35.95	3.19	9.83	3.02
2	2	13	15	1	1666	17.30	42.90	3.035	11.847	3.903	2369	14.83	46.11	2.50	12.49	4.99
2	2	16	15	4	1680	14.47	48.51	2.482	13.465	5.404	1838	17.26	36.10	2.96	5.67	3.27
2	2	14	15	2	1500	15.22	51.80	2.636	14.415	5.469	1838	16.44	53.46	2.81	14.57	5.19
2	2	40	11	1	2480	16.86	60.33	2.951	16.876	5.715	2740	17.65	54.53	3.07	14.87	4.84
2	2	3	10	1	1940	15.84	51.19	2.755	14.235	5.168	2657	16.42	44.65	2.80	12.08	4.31
2	2	21	12	1	1580	15.76	49.54	2.740	13.762	5.024	2740	17.47	47.38	3.00	12.85	4.29
2	2	162	12	1	1650	14.42	57.79	2.482	16.143	6.503	2740	16.36	57.85	2.79	15.81	5.67
2	2	10	13	1	1943	14.90	59.08	2.555	16.515	6.463	2674	16.97	54.94	2.91	14.99	5.16
2	2	182	11	1	2110	16.80	50.29	2.639	13.579	4.756	2740	18.35	54.44	2.79	14.84	5.32
2	2	134	13	1	1242	17.23	43.71	3.031	12.080	3.989	2674	18.32	47.42	3.16	12.66	4.68
2	2	85	12	1	2182	16.69	49.28	2.918	13.687	4.691	2740	17.58	47.85	3.02	12.98	4.30
2	2	54	14	2	1814	16.07	51.78	2.799	14.409	5.148	2057	15.79	54.26	2.67	14.79	5.15
2	2	95	14	9	2100	16.24	48.56	2.932	13.480	4.760	2057	17.18	47.17	2.95	12.79	4.35
2	2	135	14	9	1450	16.85	44.86	2.949	12.412	4.209	2057	18.65	50.77	3.22	13.81	4.29
2	2	39	13	1	1700	15.68	57.13	2.724	15.952	5.856	2674	16.74	54.29	2.86	14.80	5.17
2	2	97	13	1	2740	16.47	61.13	2.333	17.113	7.339	2674	17.28	58.23	2.96	15.91	5.37
2	2	77	14	1	1705	16.16	53.61	3.200	14.937	4.667	2674	17.74	58.75	3.05	16.06	5.27
2	2	80	14	1	2180	17.47	54.22	3.069	15.113	4.926	2674	17.85	53.07	3.07	14.46	4.71
2	2	29	14	1	1791	17.09	41.90	2.995	11.558	3.859	2674	22.39	32.58	3.92	6.67	2.22
2	2	170	14	1	2395	17.52	54.72	3.677	15.257	4.558	2674	18.41	48.00	3.18	13.03	4.11
2	2	171	14	1	2200	17.33	53.50	3.051	14.905	4.886	2674	18.48	49.90	3.19	13.56	4.26
2	2	504	15	1	2325	15.14	63.59	2.621	17.816	6.799	2389	18.47	51.80	3.19	14.10	4.43
2	2	163	15	1	1750	17.29	49.77	3.033	13.629	4.559	2389	18.31	46.58	3.16	12.63	4.00
2	2	6	11	1	2427	14.71	57.88	2.539	16.159	6.371	2740	16.49	55.31	2.82	15.09	5.36
2	2	216	11	1	1995	14.96	54.71	2.566	15.254	5.899	2740	16.49	47.71	2.82	12.94	4.60
2	2	215	13	1	2216	17.33	50.08	3.041	13.918	4.577	2674	16.44	48.49	2.81	13.16	4.69
2	2	84	10	1	2305	17.17	57.29	3.010	15.999	5.315	2657	17.47	53.63	3.00	14.62	4.88
2	2	167	12	1	2110	16.36	52.29	2.855	14.556	5.059	2740	18.87	51.53	3.26	14.02	4.30

(Continua)

MI	M	I	PP	V	PROD	NC3-1	NC4-1	R3-1	R4-1	RVI-1	AGRO	NC3-2	NC4-2	R3-2	R4-2	RVI-2
F	2	152	10	3	1090	14.51	41.33	2.500	11.354	4.558	1840	16.47	39.46	2.81	10.62	3.78
F	2	177	12	1	2355	13.57	60.80	2.319	17.011	7.335	2740	15.49	56.03	2.63	15.29	5.42
F	2	199	14	2	1355	18.47	39.62	3.260	10.900	3.344	2657	17.06	35.73	2.93	10.69	3.66
F	2	204	15	2	2230	17.46	63.54	3.066	17.802	5.806	1838	16.89	55.10	2.89	15.03	5.20
F	2	115	10	1	1370	16.45	35.49	2.872	9.709	3.380	2657	20.09	35.02	3.49	5.36	2.49
F	2	137	11	1	1357	19.54	38.40	3.465	10.548	3.044	2740	21.58	31.15	3.77	8.27	2.20
F	2	70	11	2	1365	21.11	47.50	3.767	11.731	3.115	2108	20.21	41.29	3.52	11.13	3.17
F	2	155	10	3	1500	16.19	41.11	2.822	11.330	4.015	1840	19.58	33.39	3.40	8.90	2.63
F	2	194	10	1	2660	16.62	52.75	2.905	14.689	5.057	2657	18.43	47.07	3.18	12.76	4.02
F	2	113	14	1	1315	16.48	46.45	2.878	12.871	4.473	2674	17.45	51.30	3.00	13.96	4.66
F	2	14	14	2	1500	15.22	51.80	2.636	14.415	5.469	2057	16.44	53.46	2.81	14.57	5.19
F	2	100	13	2	1407	19.25	41.57	3.410	11.463	3.362	2027	18.45	41.15	3.18	11.09	3.49
F	2	67	10	4	1450	19.38	36.96	3.434	10.133	2.950	2044	21.57	31.88	3.77	8.48	2.25
F	3	2	10	1	2245	14.40	48.48	2.478	13.457	5.429	2657	18.16	41.60	3.13	11.22	3.59
F	3	107	10	1	1753	14.77	29.52	2.550	8.101	3.178	2657	20.92	26.92	3.65	7.08	1.54
F	3	101	10	2	1660	15.84	43.15	2.755	11.519	4.326	2044	18.85	34.64	3.26	9.26	2.84
F	3	3	10	2	1645	15.55	39.02	2.776	10.727	3.864	2044	19.28	34.22	3.34	9.14	2.74
F	3	59	10	1	2150	14.77	60.17	2.550	16.830	6.601	2657	21.60	38.65	3.78	10.33	2.74
F	3	30	12	2	1983	13.02	49.55	2.214	13.705	6.219	2100	16.14	44.64	2.75	12.08	4.40
F	3	20	10	1	1502	14.69	43.23	2.534	11.942	4.712	2657	18.12	32.69	3.12	8.71	2.79
F	3	37	10	2	1500	13.78	38.74	2.359	10.646	4.512	2044	18.98	29.18	3.28	7.72	2.35
F	3	81	10	5	2130	13.36	43.93	2.279	12.144	5.329	2044	17.77	36.82	3.06	9.87	3.23
F	3	20	10	4	2345	13.79	42.96	2.361	11.854	5.024	2044	18.22	25.86	3.14	6.78	2.16
F	3	27	15	2	1910	14.91	47.95	2.576	13.304	5.164	1838	17.05	45.16	2.92	13.35	4.58
F	3	127	10	1	2380	14.44	50.95	2.486	14.169	5.699	2657	19.57	47.74	3.39	12.95	3.82
F	3	28	14	2	1502	15.14	55.08	2.621	15.361	5.862	2047	17.66	55.23	3.04	15.07	4.97
F	3	50	10	2	1830	15.09	43.35	2.611	11.976	4.587	2044	20.44	32.20	3.56	6.57	2.41
F	3	29	11	2	1834	13.57	55.40	2.319	15.453	6.663	2108	18.37	47.48	2.79	12.88	4.61
F	3	43	10	1	1645	14.38	38.67	2.475	10.626	4.234	2657	20.51	29.82	3.57	7.90	2.22
F	3	44	10	1	1660	14.65	41.28	2.526	11.379	4.504	2657	19.76	32.76	3.43	8.73	2.55
F	3	55	10	1	1900	16.20	40.35	2.824	11.111	3.934	2657	19.76	32.76	3.43	8.73	2.55
F	3	67	10	1	2030	16.70	50.61	2.920	14.071	4.819	2657	20.10	37.51	3.49	10.17	2.89
F	3	125	13	2	1723	18.58	48.86	3.281	13.966	4.135	2057	19.89	45.72	3.46	12.38	3.59
F	3	72	12	1	1735	16.81	49.61	2.941	13.783	4.886	2740	17.58	48.67	3.02	13.22	4.38
F	3	141	10	4	1725	15.11	49.73	2.615	13.817	5.284	2044	18.44	48.39	3.18	13.14	4.13
F	3	75	10	4	2010	13.85	52.00	2.373	14.472	6.099	2044	24.40	36.70	4.30	10.40	2.42
F	3	72	10	4	1735	16.17	49.05	2.818	13.821	4.833	2044	19.62	42.08	3.40	11.36	3.34
F	3	71	12	1	2230	16.59	57.45	2.899	16.045	5.535	2740	19.42	57.90	3.37	15.82	4.70
F	3	67	13	2	1270	26.16	46.46	4.736	12.674	2.718	2057	22.90	46.13	4.02	12.50	3.11
F	3	88	13	1	1240	19.36	44.83	3.431	12.403	3.816	2674	19.91	42.38	3.46	11.44	3.31
F	3	46	10	1	2555	16.22	52.73	2.828	14.683	5.192	2657	15.46	55.56	2.62	15.16	5.78
F	3	99	10	3	1237	22.26	47.58	4.122	13.157	3.202	1840	20.75	46.75	3.62	12.67	3.51
F	3	31	12	2	1680	19.25	44.86	3.410	12.412	3.840	2108	19.18	45.14	3.32	12.22	3.68
F	3	45	16	3	1355	16.00	44.32	2.786	12.256	4.400	1654	15.90	33.13	2.63	8.83	3.36
F	3	116	11	3	1683	17.04	54.75	2.985	15.266	5.114	1897	15.37	44.52	3.36	12.04	3.59
F	3	118	11	1	1930	15.89	50.87	2.765	14.175	5.128	2740	17.39	41.78	2.99	11.27	3.73
F	3	18	14	2	1225	26.18	45.50	4.740	12.885	2.719	2057	23.20	44.93	4.08	12.16	2.99
F	3	41	12	1	2235	18.36	53.70	3.239	14.963	4.820	2740	12.25	54.51	2.02	14.86	7.36
F	3	82	11	4	1530	16.58	43.67	2.897	12.069	4.166	2108	18.32	40.79	3.16	10.99	3.48
F	3	19	14	3	960	23.25	41.08	4.177	11.322	2.710	1891	20.83	41.17	3.63	11.10	3.06
F	3	83	11	1	1268	15.71	47.16	2.730	13.076	4.790	2740	18.52	39.95	3.20	10.75	3.37
F	3	129	10	1	2583	14.77	62.40	2.550	17.473	6.853	2657	17.36	52.99	2.98	14.43	4.95
F	3	108	10	1	2100	13.11	47.25	2.231	13.102	5.873	2657	18.00	36.72	3.10	9.84	3.18
F	3	120	11	1	1945	14.17	53.60	2.434	15.020	6.170	2740	22.77	47.42	4.00	12.86	3.22
F	3	113	10	1	2355	15.04	58.95	2.601	16.478	6.334	2657	17.51	58.76	3.01	16.05	5.34
F	3	126	14	4	1983	15.00	61.45	2.594	17.199	6.631	2057	17.53	60.63	3.01	16.59	5.51
F	3	114	10	1	2033	13.93	43.25	2.388	11.948	5.003	2657	18.87	35.10	3.25	9.39	2.88
F	3	63	15	2	1236	19.95	41.50	2.776	11.443	4.122	1838	20.58	35.84	3.58	9.59	2.68
F	3	112	14	1	1735	16.50	47.42	2.882	13.151	4.564	2674	26.33	40.62	4.66	10.94	2.35
F	3	48	14	2	1944	14.35	61.73	2.469	17.280	6.999	2057	21.19	59.08	3.70	16.15	4.37
F	3	42	14	1	2231	14.75	58.61	2.546	16.379	6.434	2674	18.30	55.02	3.16	16.14	5.12
F	3	8	10	2	1890	20.39	58.15	3.628	16.247	4.478	2044	22.59	52.83	3.96	14.39	3.64
F	3	79	12	3	1615	14.05	51.73	2.411	14.354	5.970	1897	17.28	49.74	2.96	13.52	4.56
F	3	123	11	1	1463	15.00	38.33	2.594	10.528	4.059	2740	19.62	36.95	3.40	9.51	2.92
F	3	65	10	2	1190	16.35	35.26	2.853	9.842	3.380	2044	20.56	27.96	3.58	7.37	2.06
F	1	79	12	3	1700	18.29	52.13	3.225	14.510	4.499	1897	17.28	49.74	2.96	13.52	4.56
F	1	18	13	1	1628	17.07	53.89	2.991	15.018	5.021	2674	23.03	39.78	4.04	10.71	2.65
F	2	101	12	1	2341	15.02	54.82	2.567	15.288	5.685	2740	16.63	51.96	2.84	14.14	4.98

OBS.: MI = Módulo da imagem do satélite em que se encontra o imóvel
M = Município (1 = Paraguaçu Paulista, 2 = Maracá, 3 = Assis)
I = Nº de imóvel rural para efeito de identificação na imagem
PP = Período de Plano (10 = 16 a 20/4, 11 = 21 a 25/4, 12 = 26 a 30/4, 13 = 1 a 5/5
14 = 6 a 10/5, 15 = 11 a 15/5, 16 = 16 a 20/5)
V = Variedade (1 = Anahuac, 2 = IAC-5, 3 = IAC-18, 4 = IAC-27, 5 = IAC-24,
6 = BH1146, 7 = PAR-281, 8 = IAC-23)
PROD = Produtividade Observada em kg/ha
NC3-1 e NC4-1 = Nível de cinza nas bandas 3 e 4 da imagem de 27/06/86
NC3-2 e NC4-2 = Nível de cinza nas bandas 3 e 4 da imagem de 13/07/86
R3-1 e R4-1 = Reflectância nas bandas 3 e 4 da imagem de 27/06/86
R3-2 e R4-2 = Reflectância nas bandas 3 e 4 da imagem de 13/07/86
RVI-1 e RVI-2 = Índice Vegetativo da imagem de 27/06/86(1) e 13/07/86(2)
AGRO = Produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico em kg/ha