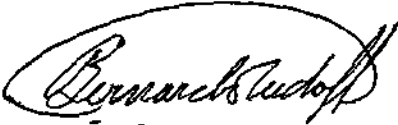
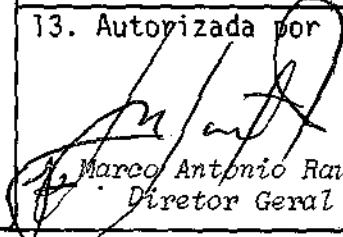


1. Publicação nº <i>INPE-4466-RPE/560</i>	2. Versão	3. Data <i>Fev., 1988</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DPA</i>	Programa		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>INDICES VEGETATIVOS DADOS LANDSAT</i> <i>MODELO AGROMETEOROLÓGICO ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE</i>			
7. C.D.U.: <i>528.711.7</i>			
8. Título <i>INPE-4466-RPE/560</i> <u>RELATÓRIO DA FASE I DO PROJETO ESTIMA</u> <u>DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARA ESTIMATIVA DA</u> <u>PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA DA CANA-DE-AÇÚCAR BASEADO</u> <u>EM DADOS LANDSAT E AGROMETEOROLÓGICOS</u>		10. Páginas: <i>136</i>	
9. Autoria <i>Bernardo Friedrich Theodor Rudorff</i> <i>Getúlio Teixeira Batista</i>   Assinatura responsável		11. Última página: <i>B.13</i>	
		12. Revisada por  <i>Tardin</i> <i>Antonio Tebaldi Tardin</i>	
		13. Autorizada por   <i>Marco Antonio Raupp</i> Diretor Geral	
14. Resumo/Notas <i>O objetivo deste trabalho, foi o desenvolvimento de um modelo para a estimativa da produtividade agrícola da cana-de-açúcar (Saccharum officinarum), ao nível de uma usina, baseado em dados do satélite LANDSAT e dados agrometeorológicos. Foram utilizadas informações sobre a produção agrícola da Usina Barra Grande, situada em Lençóis Paulista (SP), referentes aos anos safra 83/84, 84/85 e 85/86. Analisou-se o comportamento espectral das principais variedades e estágios de corte com base nos dados MSS do LANDSAT. Também foram feitas análises de correlação dos dados do MSS com a produtividade de observada na usina para as principais variedades e estágios de corte da cultura. Após esta análise selecionou-se em cada ano safra uma amostra representativa do sistema de produção. Os níveis de cinza das imagens LANDSAT, obtidos sobre as áreas canavieiras foram extraídos através de um sistema de processamento de imagens implementado no INPE, transformados em índices vegetativos e correlacionados com a produtividade real observada. A variação da produtividade explicada, apenas pelo índice vegetativo, foi de 41%. Os valores de produtividade estimada por um modelo baseado somente em dados agrometeorológicos foram também correlacionados com a produtividade observada, obtendo-se uma variação explicada de 57%. Quando os índices vegetativos e os dados do modelo agrometeorológico foram correlacionados, de forma conjunta, com a produtividade de real observada obteve-se uma variação explicada de 72%. Os dados LANDSAT e agrometeorológicos fornecem uma estimativa objetiva da produtividade agrícola da cana-de-açúcar e, os resultados são tão precisos quanto os da Usina.</i>			
15. Observações <i>Projeto realizado em convênio com o Banco do Brasil S.A e financiado pelo seu Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica - FIPEC.</i>			

### AGRADECIMENTOS

À programadora Eliana Miglioranza pela sua constante disposição para o tratamento estatístico dos dados analisados.

À Usina Barra Grande pelo fornecimento das informações sobre o sistema de produção agrícola da Usina, em especial ao Engenheiro Agrônomo Erseni Nelli.

Aos Engenheiros Agrônomos Bernardo Yosuhiko Ide e Luiz Salviati pelo incentivo, sugestões e envio de informações relevantes.

À estagiária Cláudia Zucari pela colaboração nos trabalhos realizados no analisador de imagens multiespectrais I-100.



## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um modelo para a estimativa da produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) ao nível da área de abrangência de uma unidade de produção industrial (usina) baseado em dados do satélite LANDSAT e dados agrometeorológicos. Foram utilizadas diversas informações sobre o sistema de produção agrícola da Usina Barra Grande, situada no município de Lençóis Paulista (SP), referentes aos anos safra 1983, 1984 e 1985. Analisou-se o comportamento espectral das principais variedades nos diferentes estágios de corte com base nos dados MSS do LANDSAT. Também foram feitas análises de correlação dos dados do MSS com a produtividade observada na usina para as principais variedades e estágios de corte da cultura. Após a análise selecionou-se para cada ano safra uma amostra representativa do sistema de produção em termos das variedades plantadas e do estágio de corte. Os níveis de cinza das imagens LANDSAT, obtidos sobre a amostra de áreas canavieiras foram extraídos através de um sistema de processamento de imagens implementado no INPE, transformados em índices vegetativos e correlacionados com a produtividade real observada na usina. A variação da produtividade explicada, apenas pelo índice vegetativo, foi de 41%. Os valores de produtividade estimada por um modelo baseado somente em dados agrometeorológicos foram também correlacionados com a produtividade real observada, obtendo-se uma explicação de 57% da variação da produtividade. Quando os índices vegetativos e os dados do modelo agrometeorológico foram correlacionados, de forma conjunta, com a produtividade real observada obteve-se uma explicação de 72% da variação na produtividade observada. Os dados LANDSAT e agrometeorológicos fornecem uma estimativa objetiva da produtividade agrícola da cana-de-açúcar e, os resultados obtidos são tão precisos quanto as estimativas de produtividade obtidas, na usina, ao nível de campo.



### ABSTRACT

The objective of this work was the development of a model for sugarcane (*Saccharum officinarum*) yield estimation in a test site corresponding to the sugarcane crop production area of an industrial Plant, based on LANDSAT and agromet data. Information on agricultural production system of the Barra Grande Plant located at the municipal area of Lençóis Paulista, São Paulo State, for the crop year of 1983/84, 1984/85, and 1985/86 was obtained. Initially, the spectral response of the main varieties at different stages (number of harvesting cuts) was analyzed based on LANDSAT MSS data. The correlation between LANDSAT MSS data and actual yield, estimated at the Plant was investigated for the main planted varieties and development stages. Afterwards, a representative sample of the production system taking into account the different varieties and growth stages was selected for each crop year. Digital counts of the LANDSAT imagery analyzed were extracted using an image processing laboratory implemented at INPE. Vegetation indices based on the digital counts of the sugar cane selected fields were computed and correlated to the "actual" observed at the Plant. The yield variation explained by the vegetation index was 41 percent. Estimated yield based on an agromet model were correlated to the actual yield as well, and 57 percent of yield variation was explained by this model. When the vegetation index and the agromet data were jointly correlated to the actual yield, 72 percent of the yield variation explanation resulted. This result is as accurate as the yield estimation done at the field level for the Plant operation management purposes.

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS .....	<i>vii</i>
LISTA DE TABELAS .....	<i>ix</i>
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u> .....	1
<u>CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA</u> .....	3
2.1 - A energia refletida pelas plantas .....	3
2.2 - Sensoriamento remoto e modelos de produtividade .....	6
2.3 - Transformação dos dados LANDSAT em índices vegetativos .....	8
2.4 - Aplicações dos índices vegetativos .....	10
<u>CAPÍTULO 3 - MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	13
3.1 - Área de estudo .....	13
3.2 - Cana-de-açúcar .....	14
3.3 - Estimativa da safra na usina .....	17
3.4 - Dados e informações disponíveis na usina referente à cana-de-açúcar .....	18
3.5 - Dados LANDSAT .....	25
3.6 - Seleção das áreas canavieiras .....	27
3.7 - Image-100 .....	28
3.8 - Procedimento para aquisição dos dados espectrais no I-100 ...	29
3.9 - Normalização dos dados digitais do LANDSAT .....	32
3.10 - Índice vegetativo .....	35
3.11 - Estudo do comportamento espectral da cana-de-açúcar .....	36
3.12 - Modelo agrometeorológico .....	37
3.13 - Modelo de produtividade .....	51
<u>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> .....	53
4.1 - Análise do comportamento espectral da cana-de-açúcar e sua relação com a produtividade agrícola .....	53
4.2 - Modelo agrometeorológico .....	72
4.3 - Modelo de produtividade .....	78

	<u>Pág.</u>
<u>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u> .....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
APÊNDICE A - Dados de produtividade em ton/ha, dados espectrais do sensor MSS e Índice vegetativo (RVI) por variedade / estágio para as áreas analisadas no estudo do comportamento espectral (Tabelas A.1 a A.3) e para as áreas utilizadas na obtenção do modelo de produtividade (Tabelas A.4 e A.5).	
APÊNDICE B - Listagem do programa do modelo agrometeorológico e arquivos de dados.	



## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Resposta espectral característica de vegetação verde .....	4
2.2 - Reflectância da combinação de folhas de algodão superpostas até um total de seis camadas .....	5
3.1 - Localização da área de estudo .....	14
3.2 - Dinâmica do cultivo da cana-de-açúcar .....	15
3.3 - Curva espectral típica de uma vegetação e resposta espectral das bandas dos sensores MSS e TM .....	26
3.4 - Esquema da Órbita 221 Pontos 75 e 76 e situação da área de estudo para o pedido das imagens MSS .....	27
3.5 - Disposição espacial dos módulos utilizados no I-100, sobre a área de estudo .....	31
4.1 - Média e desvio padrão de reflectância nas bandas 2 e 4 (a), de índice vegetativo (b) e de produtividade observada (c) por variedade/estágio nos anos safra 83/84 (+), 84/85 (□) e 85/86 (●) .....	58
4.2 - Regressão dos valores médios da produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para as principais variedades/estágios nos anos safra 83/84 (a), 84/85 (b), 85/86 (c) e em conjunto (d) .....	59
4.3 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para o ano safra 83/84 .....	62
4.4 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para o ano safra 84/85 .....	63
4.5 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para o ano safra 85/86 .....	64
4.6 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para os três anos safra em conjunto .....	65
4.7 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para áreas de cana planta e cana soca da variedade NA 56-79 nos anos safra 83/84, 84/85 e 85/86 .....	66
4.8 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para as áreas de cana soca da variedade CB 45-155 nos anos safra 83/84 e 84/85 .....	67
4.9 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para as áreas de cana soca da variedade IAC 51/205 nos anos safra 83/84, 84/85 e 85/86 .....	68

4.10 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para as áreas de cana planta da variedade SP 70-1143 na safra 83/84 .....	69
4.11 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para as áreas de cana soca da variedade SP 70-1143 nos anos safra 84/85 e 85/86 .....	71
4.12 - Regressão dos valores médios de produtividade observada (PO) (ton/ha) por variedade e estágio com os respectivos valores médios de produtividade obtidos pelo modelo agrometeorológico (ton/ha) sem o fator variedade/estágio (PEP) e com o fator variedade/estágio (PEF) nos três anos safra em estudo ..	76
4.13 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para as amostras representativas do sistema de produção da usina, nos três anos safra ...	81
4.14 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com os valores de produtividade obtidos pelo modelo agrometeorológico para as amostras representativas do sistema de produção da usina, nos três anos safra .....	82

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
3.1 - Dados de produção (ton), área plantada (ha) e produtividade (ton/ha) para as principais variedades/estágios colhidas na safra 83/84 na usina Barra Grande .....	19
3.2 - Dados de produção (ton), área plantada (ha) e produtividade (ton/ha) para as principais variedades/estágios colhidas na safra 84/85 na usina Barra Grande .....	20
3.3 - Dados de produção (ton), área plantada (ha) e produtividade (ton/ha) para as principais variedades/estágios colhidas na safra 85/86 na usina Barra Grande .....	21
3.4 - Dados de produção (%) e produtividade (ton/ha) para as principais variedades plantadas nas safras 83/84, 84/85 e 85/86 ...	22
3.5 - Percentagem de áreas canavieiras colhidas em cada mês por variedade durante a safra 83/84 .....	23
3.6 - Percentagem de áreas canavieiras colhidas em cada mês por variedade durante a safra 84/85 .....	23
3.7 - Percentagem de áreas canavieiras colhidas em cada mês por variedade durante a safra 85/86 .....	24
3.8 - Percentagem de áreas canavieiras de soca e de ressoca com um período de crescimento de 7 a 18 meses para as safras 83/84, 84/85 e 85/86 .....	24
3.9 - Data das imagens LANDSAT selecionadas para cada ano safra e bandas espectrais adquiridas .....	26
3.10 - Número de amostras de áreas canavieiras adquiridas por ano safra para estudo do comportamento espectral e para o modelo de produtividade .....	28
3.11 - Coordenadas X e Y dos módulos das imagens do satélite .....	29
3.12 - Radiância espectral máxima (Rmax) e mínima (Rmin) para calibração, irradiância no topo da atmosfera (E) e ângulo de elevação solar para as imagens MSS .....	34
3.13 - Valores da radiação de onda curta que penetra na atmosfera (Roc) em cal/cm <sup>2</sup> /dia, da taxa de produção de matéria seca da cultura padrão em dias claros (TC) e em dias nublados (TN) em Kg/ha/dia, do número de horas de insolação (N) e da radiação extraterrestre (Ret) em cal/cm <sup>2</sup> /dia, para a latitude mais próxima da área de estudo .....	41
3.14 - Valores da taxa de produção de matéria seca em Kg/ha/hora para o grupo de culturas relativo à cana-de-açúcar e para temperatura média durante o período de crescimento .....	42

3.15 - Valores mensais do fator da cultura ( $K_c$ ), do fator de produtividade ( $K_p$ ) e da profundidade do sistema radicular em metros ( $D$ ) .....	46
3.16 - Fração de água disponível no solo para a planta ( $f$ ) sem que $ETR < ETM$ em função do valor da evapotranspiração máxima ( $ETM$ ) em mm/dia .....	47
3.17 - Evapotranspiração real ( $ETR$ ) em função do IADS, de $(1 - f) \times CRAS \times D$ e de $ETM$ .....	47
3.18 - Número de áreas colhidas ou plantadas por mês no ano safra anterior ao ano safra em questão .....	50
4.1 - Média e desvio padrão para: reflectância (%) nas bandas 2 e 4 do MSS; índice vegetativo (RVI); e produtividade observada (ton/ha) para as principais variedades/estágios no ano safra 83/84 .....	54
4.2 - Média e desvio padrão para: reflectância (%) nas bandas 2 e 4 do MSS; índice vegetativo (RVI); e produtividade observada (ton/ha) para as principais variedades/estágios no ano safra 84/85 .....	55
4.3 - Média e desvio padrão para: reflectância (%) nas bandas 2 e 4 do MSS; índice vegetativo (RVI); e produtividade observada (ton/ha) para as principais variedades/estágios no ano safra 85/86 .....	56
4.4 - Resultados do modelo agrometeorológico para os três anos safra .....	73
4.5 - Valores de produtividade observada ( $PO$ ) em ton/ha e estimada pelo modelo agrometeorológico ( $PEP$ ) em ton/ha e fator variedade/estágio por safra ( $VE$ ) e geral ( $VEM$ ) .....	74
4.6 - Percentagem de área plantada e produtividade estimada final pelo modelo agrometeorológico por variedade/estágio .....	75
4.7 - Erro relativo da estimativa da produtividade pelo modelo agrometeorológico com e sem fator variedade/estágio em relação à produtividade geral observada na usina .....	77
4.8 - Resultados da regressão da produtividade observada ( $PO$ ) com o índice vegetativo (RVI) e com a produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico (PEF) de forma separada ( $PO \times RVI$ e $PO \times PEF$ ) e conjunta ( $PO \times PEF$ e RVI) .....	85

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

A disponibilidade de informações confiáveis sobre a produção agrícola é fundamental para os mais diversos setores envolvidos com a agricultura, que vão desde a colheita até a comercialização do produto. A tomada de decisões corretas, em todos os níveis, depende da qualidade e da época em que a informação está disponível.

Vários fatores afetam a produção agrícola a qual é obtida através do produto da área plantada pela produtividade.

Os dados de sensoriamento remoto, em particular aqueles obtidos pelo sistema LANDSAT, tem um grande potencial para fornecer informações tanto sobre a área plantada quanto sobre a produtividade agrícola.

O desenvolvimento de metodologias para avaliação de áreas plantadas com culturas agrícolas, utilizando dados LANDSAT, tem sido constante alvo de interesse do INPE. Todavia, estes dados também tem se mostrado úteis para estimar parâmetros agrícolas que se relacionam com a produtividade.

A previsão de safra para grandes áreas, através de métodos convencionais, apresenta limitações principalmente no que se refere à coleta de dados. As flutuações na produtividade, que se observam de ano para ano, são causadas em grande parte pelas condições meteorológicas, muito embora outros fatores ambientais, além de fatores agronômicos e econômicos, também exerçam importante influência sobre estas flutuações.

A quantificação do efeito de alguns fatores relevantes sobre a produtividade pode ser feita através de modelos que estabeleçam uma relação entre a produtividade e estes fatores em função de suas oscilações.

O emprego de modelos que utilizam variáveis meteorológicas para explicar variações na produtividade agrícola tem sido empregado em diversas situações. No entanto outros fatores relevantes que exerçam influência sobre a produtividade não são levados em conta nestes modelos e conseqüentemente as estimativas se tornam fracas dependendo da maior ou menor influência destes fatores.

Os dados obtidos pelo satélite LANDSAT, quando transformados em índices vegetativos expressam o efeito coletivo de diversos fatores sobre a produtividade. Rudorff (1985) em seu trabalho sobre estimativa de produtividade agrícola da cultura da cana-de-açúcar utilizando dados LANDSAT chegou a resultados encorajadores. Todavia recomendou que seu trabalho necessitaria de um maior aprofundamento além de uma repetitividade em vários anos safra.

Procurando dar continuidade a este trabalho e considerando a importância da cultura da cana-de-açúcar na economia nacional e o potencial dos dados LANDSAT na estimativa da produtividade têm-se como objetivo deste trabalho o desenvolvimento de um modelo para estimativa da produtividade agrícola da cana-de-açúcar baseado em dados LANDSAT e agrometeorológicos. Como área de estudo foram escolhidos os canaviais da Usina Barra Grande situada no município de Lençóis Paulista. Esta usina figura entre as mais bem organizadas do país e portanto dispõe uma série de informações fundamentais para a construção de um modelo de produtividade.

Para alcançar o objetivo proposto foram definidos os seguintes objetivos específicos: estudar o comportamento espectral das principais variedades plantadas, considerando os diferentes estágios de corte, utilizando dados espectrais do MSS/LANDSAT disponíveis para os anos safra 83/84, 84/85 e 85/86; obter uma amostra representativa do sistema de produção da usina para a elaboração do modelo de produtividade; transformar os dados espectrais do MSS em índices vegetativos e incorporá-los ao modelo agrometeorológico a fim de obter um modelo agrometeorológico-espectral que estime a produtividade da cana-de-açúcar.

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO DE LITERATURA

#### 2.1 - A ENERGIA REFLETIDA PELAS PLANTAS

Hoffer e Johansen (1969) afirmaram que é fundamental o conhecimento sobre a interação da radiação solar com a vegetação a fim de esclarecer as variações quantitativas gravadas pelo sensor e, desta forma, prever melhor as condições sob as quais se observam as mudanças nas características espectrais dos materiais.

Gates (1970), Knipling et alii (1970), Hoffer e Johansen (1969) e Hoffer (1978) mostraram que a reflectância de uma vegetação verde é distinta e completamente variável com o comprimento de onda, como ilustra a Figura 2.1.

De acordo com De Carolis e Amoedo (1980) os fatores relevantes na resposta espectral da folha são: pigmentos, estrutura interna das folhas, conteúdo de água, estado nutricional, maturidade e condições fitossanitárias.

As folhas das plantas refletem, transmitem e absorvem a radiação incidente de acordo com a seguinte equação do balanço da energia:

$$\phi_i = \phi_r + \phi_a + \phi_t, \quad (2.1)$$

onde  $\phi_i$ ,  $\phi_r$ ,  $\phi_a$  e  $\phi_t$  são os fluxos da radiação incidente, refletida, absorvida e transmitida, respectivamente num dado comprimento de onda ( $\lambda$ ). Grande parte dos sistemas sensores operam na faixa reflectiva do espectro eletromagnético correspondente ao comprimento de onda de 0,30  $\mu$  a 3,0  $\mu$ , de tal forma que a Equação 2.1 também pode ser escrita como:

$$\phi_r = \phi_i - (\phi_a + \phi_t) \quad (2.2)$$

Observando a Figura 2.1 verifica-se primeiramente que na região visível do espectro eletromagnético ocorre uma baixa reflectância no azul e no vermelho, devido à alta absorção da energia incidente pelos pigmentos na folha, especialmente a clorofila; embora outros pigmentos como as antocianinas e os carotenóides também exerçam efeito sobre a absorção, segundo Knipling et alii (1970).

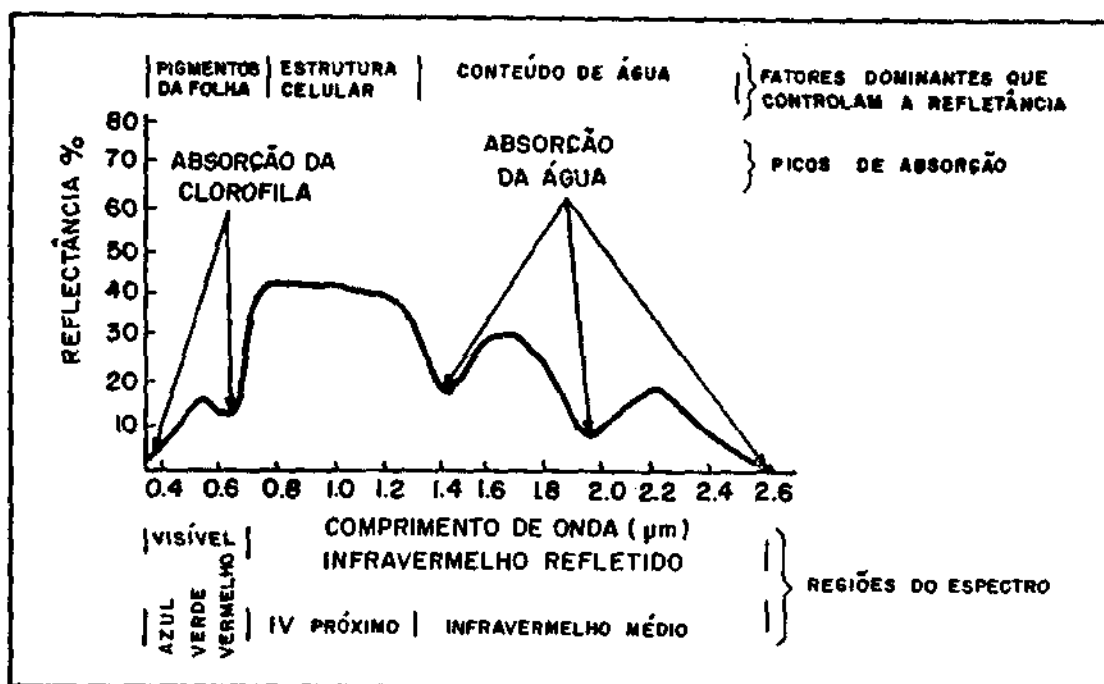


Fig. 2.1 - Resposta espectral característica de vegetação verde.

FONTE: Hoffer (1978), p. 232

No espectro eletromagnético há uma região denominada infravermelho próximo (0,7 µm a 1,4 µm), na qual a vegetação verde e sadia se caracteriza pela alta reflectância (45-50%), alta transmitância (45-50%) e baixa absorção (menos que 5%) (Hoffer, 1978). Gates et alii (1965) e Sinclair et alii (1971) afirmam que nesta região do espectro a reflectância é em grande parte controlada pela estrutura interna das folhas de uma planta. Myers (1970) mostrou que a comparação entre a reflectância de uma única folha e a reflectância de múltiplas camadas de folhas pode ser aumentada até 85%, na região do infravermelho próximo, como mostra a Figura 2.2.



Observa-se que apenas nesta região se detectam variações na resposta espectral da vegetação em função do aumento do número de camadas de folhas, especialmente nas proximidades de 1 micrometro de comprimento de onda.

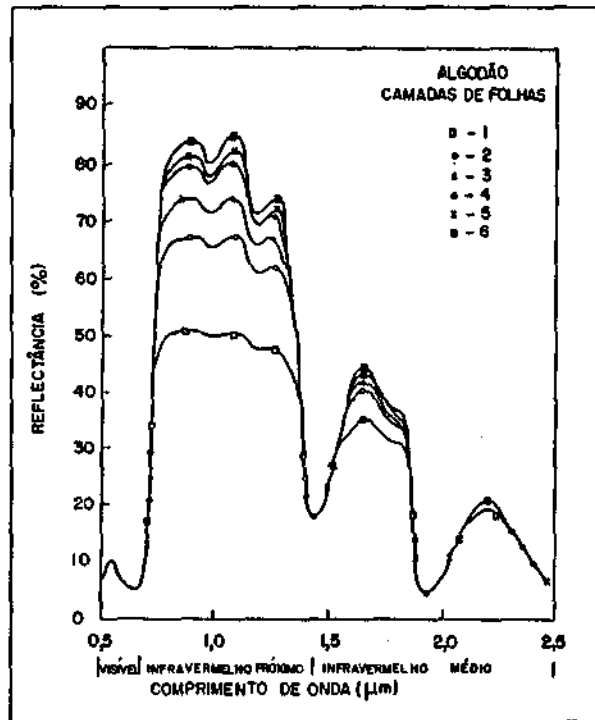


Fig. 2.2 - Reflectância da combinação de folhas de algodão superpostas até um total de seis camadas.

FONTE: Myers (1970), p. 255.

Os estudos de Al Abbas et alii (1974) sobre a reflectância das plantas com deficiência nutricional mostraram que houve um aumento da reflectância das folhas na região do visível do espectro eletromagnético e atribuíram o fato à menor concentração de pigmentos responsáveis pela absorção da energia.

Knipling et alli (1970) afirmam que na região do infravermelho próximo ocorrem variações na quantidade de energia refletida pela planta quando esta está sujeita ao ataque de pragas e doenças, ao estresse por falta de água ou à senescência, e que os fatores predominantes destas variações são: diminuição do índice de área foliar e alteração da estrutura interna e morfologia das folhas.

## 2.2 - SENSORIAMENTO REMOTO E MODELOS DE PRODUTIVIDADE

Um modelo para estimativa de produtividade de uma cultura visa representar de forma simplificada a relação existente entre a cultura e o seu ambiente. De acordo com Newman (1974), segundo Baier (1979), os modelos desta natureza podem ser determinísticos ou estocásticos. Os modelos determinísticos estabelecem as relações entre a cultura e seu meio através de fórmulas matemáticas e do emprego de alguns fatores obtidos empiricamente. Os modelos estocásticos utilizam técnicas estatísticas de regressão para determinar o melhor ajuste entre variáveis climáticas ou meteorológicas e parâmetros agronômicos. Um modelo também pode ter, de forma combinada, características tanto de um modelo determinístico quanto estocástico.

Baier (1979) classificou os modelos que relacionam a cultura com o seu meio em três grupos: modelos de simulação de crescimento, que são uma representação simplificada dos mecanismos físicos, químicos e fisiológicos implícitos nos processos de crescimento das plantas; modelos de análise da cultura e seu meio, definidos como o produto de dois ou mais fatores que representam de forma simplificada a relação existente entre a resposta da planta (ex: produtividade) e as variáveis ambientais durante o ciclo da cultura; modelos estatísticos empíricos que empregam técnicas estatísticas utilizando séries históricas de dados climatológicos e de produtividade.

Os modelos de produtividade até hoje desenvolvidos não são capazes de simular com perfeição o efeito conjunto de diversos elementos meteorológicos e culturais que influenciam na 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 de produtividade (Colwell, 1979).

Os satélites da série LANDSAT, inicialmente lançados no começo da década de 70, em operação até hoje, têm a característica de permitir o monitoramento de culturas agrícolas sobre grandes áreas e de forma rápida, embora com uma resolução temporal efetiva não muito estável, principalmente devido à possível presença de nuvens sobre a área imageada.

Nos últimos anos foram realizadas diversas pesquisas que envolvem o uso de dados digitais do LANDSAT com intuito de estimar a produtividade de culturas agrícolas. A correlação significativa encontrada entre os dados espectrais de reflectância das plantas e os parâmetros agrônômicos relacionados com a produtividade, incentivou o uso destes dados em modelos de produtividade (Pearson and Miller 1972, Ashley and Rea 1975, Tucker et alli 1980, 1981, Richardson and Wiegand 1977, Richardson et alli 1982, Wiegand et alli 1979, Hatfield et alli 1981, 1983, entre outros).

Embora grande parte destes trabalhos tenha sido conduzida em campos experimentais utilizando radiômetros portáteis, Wiegand et alli (1979) apontam o sensoriamento remoto orbital como uma técnica viável para relacionar as variáveis espectrais com a produtividade para grandes áreas, entretanto carecem de estudos que tornem a relação numérica dos dados LANDSAT/produtividade menos dependente das variações da camada atmosférica e dos dados de calibração de sensor.

A produtividade de uma cultura depende de uma série de fatores culturais tais como: uso de fertilizantes, controle fitossanitário, tratos culturais, densidade de plantio e de elementos meteorológicos tais como: temperatura, água no solo, radiação, além de outros. Estes fatores e elementos afetam também de certa forma a reflectância da vegetação e podem ser associados com a produtividade final da cultura, de acordo com Wiegand et alli (1979), Thompson e Wehmanen (1979), Brakke e Kanemasu (1979), Rao et alli (1982), Richardson et alli (1982) e Wiegand (1984).

Trabalhos desenvolvidos mais recentemente como os de Richardson et alii (1982), Barnett e Thompson (1982) e Rudorff (1985), utilizando dados digitais do LANDSAT em conjunto com dados agrometeorológicos, obtiveram resultados bastante superiores na estimativa da produtividade, quando comparados com as estimativas obtidas a partir de um dos conjuntos de dados isolados.

Com base nesta linha de pensamento propôs-se desenvolver um modelo agrometeorológico de natureza determinística, que emprega dados agronômicos e meteorológicos a partir da metodologia proposta por Doorembos e Kassam (1979), e a ele incorporar uma variável espectral denominada Índice vegetativo.

### 2.3 - TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS LANDSAT EM ÍNDICES VEGETATIVOS

O emprego de transformações lineares de bandas espectrais de sensores remotos tem a finalidade de exprimir melhor a característica do comportamento espectral de culturas e da vegetação, evidenciando assim suas condições de crescimento através dos denominados Índices vegetativos.

Idealmente um índice vegetativo deve ser bastante sensível à vegetação e insensível às variações de fundo (solo e sombras), além de ser pouco influenciado pela atmosfera, como sugerem Jackson et alii (1983). Entretanto, não se dispõe de nenhum índice que atenda a todos estes requisitos, e os autores sugerem que para o acompanhamento de uma cultura, ao longo de seu ciclo, sejam utilizados dois ou mais índices.

A seguir são revisados os principais modelos de índices vegetativos utilizados no monitoramento do crescimento de culturas agrícolas e da vegetação.

Na análise dos dados LANDSAT, a aplicação da razão de bandas do infravermelho próximo (MSS 7) e do vermelho (MSS 5), foi revisada por Tucker (1979) que cita os trabalhos de Rouse et alii (1973, 1974),

Carnegie et alli (1974), Johnson (1976) e Maxwell (1976). Jackson et alli (1983) concluíram que esta razão de bandas somente deve ser utilizada quando a cultura cobre mais que 50% do solo.

A diferença dos valores de radiância das bandas MSS 7 e MSS 5, dividida pela soma destas bandas, deu origem ao índice denominado diferença normalizada (DN):

$$DN = (MSS 7 - MSS 5) / (MSS 7 + MSS 5). \quad (2.3)$$

Para evitar os valores negativos de DN e possibilitar que a variância seja proporcional ao valor médio, foi adicionada uma constante de 0,5 e extraída a raiz quadrada que deu origem ao denominado índice vegetativo transformado (TVI):

$$TVI = \sqrt{DN + 0,5} \quad (2.4)$$

Estas transformações se mostraram apropriadas para detectar culturas até com 15% de cobertura do solo, embora sejam pouco sensíveis para detectar estresse em coberturas vegetadas densas, segundo Jackson et alli (1983). De acordo com o mesmo autor, a diferença das bandas MSS 7 e MSS 5, denominada índice vegetativo da diferença (DVI), também apresenta comportamento semelhante:

$$DVI = 2,4 \times MSS 7 - MSS 5 \quad (2.5)$$

A transformação denominada índice vegetativo da diferença (DDVI), dada por:

$$DDVI = (2 \times MSS 7 - MSS 6) - (MSS 5 - MSS 4) \quad (2.6)$$

foi desenvolvida para obter um índice vegetativo muito pouco afetado pela atmosfera. Este, no entanto, tem a desvantagem de ser muito influenciado pelo solo, especialmente quando este for de tonalidade clara, de acordo com Jackson et alli (1983).

Outra transformação é o Índice vegetativo perpendicular (PVI) que requer a determinação de uma linha de solos para o cálculo do Índice o qual foi desenvolvido por Richardson e Wiegand (1977). Este Índice é pouco influenciado pela reflectância do solo.

Kauth e Thomas (1976) desenvolveram uma técnica para transformar as quatro bandas do LANDSAT em novas componentes, através de equações lineares, cujos coeficientes dependem de dados de calibração do sensor MSS. Esta técnica se baseia na variação do sinal recebido pelo sensor durante o ciclo de uma cultura. A transformação isola na primeira componente a informação referente ao solo e na segunda, a informação referente à vegetação, cuja denominação é GVI.

No presente trabalho foi utilizado apenas o Índice vegetativo (RVI) obtido pela razão das bandas do infravermelho (MSS7) e do vermelho (MSS).

#### 2.4 - APLICAÇÕES DOS ÍNDICES VEGETATIVOS

Rudorff (1985) utilizou vários destes Índices revisados e os resultados mostraram que o RVI além de ser um Índice simples ele está entre os que melhor evidenciam a relação entre os dados espectrais e a produtividade agrícola observada da cana-de-açúcar. Tucker (1979) concluiu em seu trabalho que a maioria dos Índices vegetativos dão resultados semelhantes na estimativa de biomassa fotossinteticamente ativa. Além disso a cultura canavieira cobre totalmente o solo por ocasião das passagens do satélite analisadas neste trabalho, o que propicia o uso do Índice vegetativo RVI, que é indicado para tais condições por Jackson et alii (1983).

Thompson e Wehmanen (1979) e Thompson (1978) empregaram dados digitais do LANDSAT para detecção e monitoramento de culturas agrícolas sob estresse de água, em grandes áreas, e obtiveram resultados encorajadores na estimativa da produtividade da cultura do trigo.

Tucker et alli (1980) concluíram que há uma estreita relação entre os índices vegetativos e as condições de crescimento da cultura do trigo o que explica grande parte da variação que ocorre no rendimento dos grãos.

Idso et alli (1980) estimaram a produtividade do trigo utilizando um índice vegetativo com o qual acompanharam a taxa de senescência da cultura com base no fato de as plantas sob estresse entrarem em senescência mais cedo e terem um rendimento de grãos menor. Apoiados nesta pesquisa, Pinter et alli (1981) utilizaram uma nova técnica para prever a produtividade do trigo, cultivado sob diversos regimes de estresse de umidade, na qual os autores integraram os índices vegetativos a partir da fase de emborrachamento da cultura, e correlacionaram este valor com a produtividade final.

Rudorff (1985) em seu trabalho sobre a cultura da cana-de-açúcar concluiu que os índices vegetativos obtidos pouco antes do início da colheita são os que melhor se correlacionam com a produtividade final. O mesmo autor observou também que a correlação de índices vegetativos de áreas de cana planta não foi significativa ao nível de 5% de probabilidade enquanto que as áreas de cana soca foram significativas ao nível de 1% de probabilidade. Todavia o autor recomenda que seja dada continuidade a este trabalho em anos safra subsequentes além de selecionar uma amostra representativa do sistema de produção da cultura canavieira ao nível de uma usina.





## CAPÍTULO 3

### MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no município de Lençóis Paulista-SP abrangendo as áreas canavieiras da usina Barra Grande onde são cultivados cerca de 40.000 ha com a cultura da cana-de-açúcar. As coordenadas geográficas da área são 22<sup>0</sup>00S a 23<sup>0</sup>00S e 49<sup>0</sup>30W a 49<sup>0</sup>00W, conforme a Figura 3.1.

A geologia da área encontra-se representada pela ocorrência de arenito do Grupo Bauru, Formação Marília e Adamantina, e de rochas basálticas do Grupo São Bento, Formação Serra Geral (IPT 1981 a ) A área possui um sistema de relevos de degradação, em planaltos dissecados, onde predomina a categoria colinas amplas e, em algumas áreas, ocorrem morrotes alongados e espigões (IPT, 1981b).

Os tipos de solos sobre os quais estão as áreas de cana-de-açúcar são classificados em Latossolo Vermelho Escuro e Areia Quartzosa, que representam 75% e 11% respectivamente do total das áreas canavieiras. Os demais solos são Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada, que representam 6%, 4% e 3% respectivamente do total das áreas canavieiras (Nelli, 1983).

As principais classes de ocupação do solo na região são: reflorestamento, áreas agrícolas e cerrados (IF, 1975). O clima é úmido, quente e com inverno seco, e a precipitação no mês mais seco é inferior a 30 mm. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22<sup>0</sup>C e a do mês mais frio é inferior a 18<sup>0</sup>C (Setzer, 1966).

A escolha desta área para o estudo do presente trabalho tem como principal justificativa o fato de que a usina Barra Grande tem um elevado padrão tecnológico e figura entre as cinco usinas mais bem organizadas do Brasil. Tendo-se em vista a confecção de um modelo de

estimativa de produtividade agrícola é fundamental que tal modelo seja elaborado e fundamentado em dados e informações confiáveis.

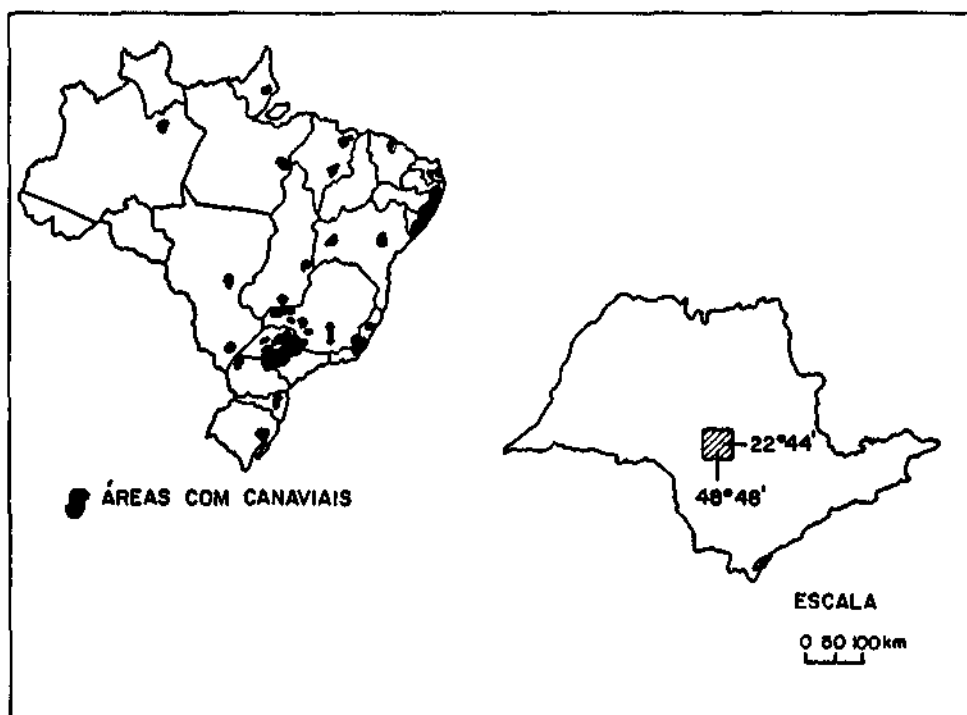


Fig. 3.1 - Localização da área de estudo.

### 3.2 - CANA-DE-AÇÚCAR

A área cultivada com cana-de-açúcar (*Scarium officinarium*) no estado de São Paulo é de aproximadamente 1,87 milhões de hectares que corresponde a cerca de 48% da área cultivada no Brasil. A matéria prima da cana-de-açúcar é utilizada para produção de açúcar e álcool sendo que o estado de São Paulo é responsável por aproximadamente 46% da produção de açúcar e 66% da produção de álcool do país. (IAA - Planalsucar, 1984).

A cana de açúcar é originária da Ásia, provavelmente de Assam e Bengala, e foi introduzida no Brasil em 1530 por Martim Afonso de Souza. Esta cultura é plantada com sucesso entre as latitudes 35° Nor

te e Sul. Em geral, altitudes elevadas e ausência ou excesso de precipitação impedem o seu cultivo.

A cana-de-açúcar é denominada cana planta até a primeira colheita, tendo um período de crescimento em torno de 12 ou 18 meses, dependendo da época do plantio. Após a primeira colheita ela passa a ser denominada soca, seguida pelas demais rессocas, tendo cada uma destas fases um período de aproximadamente 12 meses de crescimento. A Figura 3.2 ilustra esta dinâmica de cultivo e o acúmulo de matéria ao longo do período de crescimento.

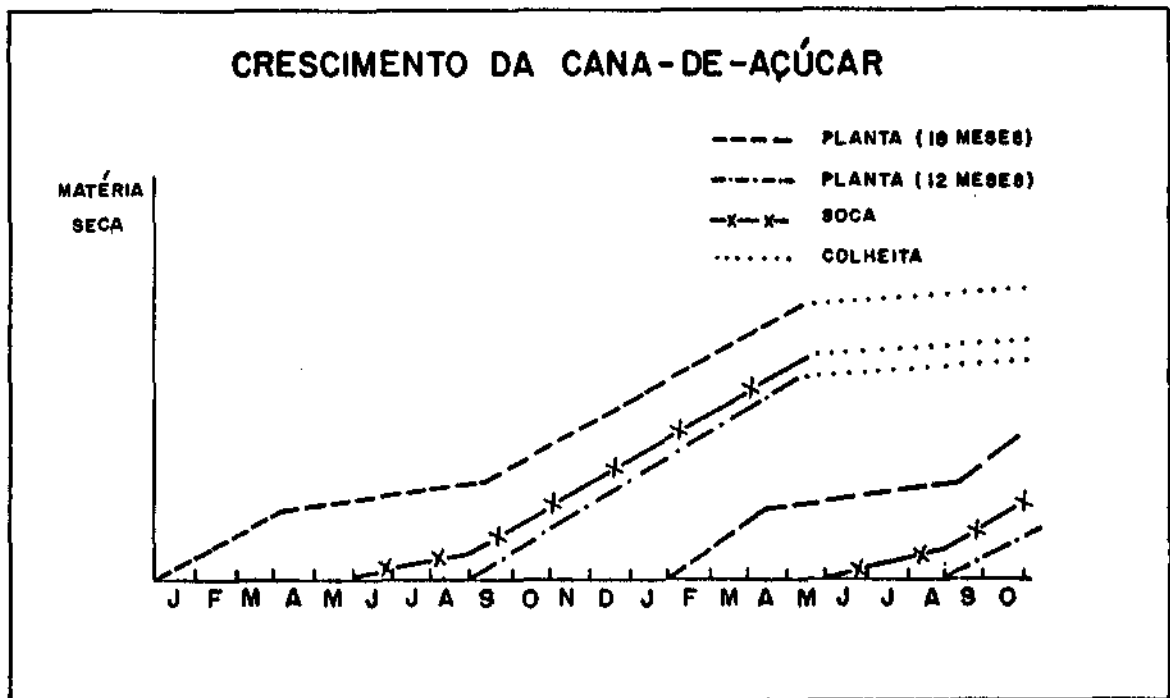


Fig. 3.2 - Dinâmica do cultivo da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta de clima tropical e tem máximo potencial de produção na fase vegetativa quando se desenvolve à temperatura entre 22°C e 30°C. Em temperaturas inferiores a 20°C o crescimento é muito reduzido e paraliza aos 10°C. Dependendo do clima a cultura exige de 1500 a 2500 mm de água durante o período de crescimento. Pa

ra ser induzida ao repouso requer um déficit hídrico ou térmico a fim de acumular sacarose nos colmos.

A cultura não é muito exigente em solos, todavia prefere aqueles com profundidade acima de 1 metro, com boa aeração e boa drenagem. O pH ótimo está em torno de 6,5 entretanto cresce bem no intervalo de 5,0 a 8,5.

As exigências nutricionais para uma produtividade de 100 ton/ha são de 100 a 200 kg/ha de nitrogênio, 20 a 90 kg/ha de fósforo e 120 a 160 kg/ha de potássio por ano. O espaçamento entre linhas deve ser de 1,1 a 1,4 metro.

A produtividade agrícola da cana-de-açúcar é dada pelo peso dos colmos, porém é muito importante que seu teor de sacarose esteja acima de 15% do peso fresco, pois é este valor que irá determinar a produção de açúcar ou de álcool por tonelada de cana.

Entre as seis principais variedades de cana-de-açúcar plantadas no Estado de São Paulo podem-se citar: NA56-79, CB41-76, IAC52/150, SP70-1143, IAC48/65 e IAC51/205 que perfazem um total de 78,67%, da área plantada (IAA. Planalsucar, 1984). Na área de estudo as principais variedades plantadas são: NA56-79, SP70-1143, IAC51/205, IAC52/150, SP70-1078. Do total da área cultivada com estas variedades, aproximadamente 50% corresponde à variedade NA56-79, 20%, à variedade SP70-1143, 5%, à variedade IAC51/205, 3%, à variedade IAC52/150, 4%, à variedade SP70-1078; e 2%, à variedade CB45-155.

O maior acúmulo de sacarose nos colmos depende não apenas de um déficit hídrico ou térmico como já foi mencionado, mas também da variedade. A variedade é denominada precoce, média ou tardia de acordo com a época em que tem maior teor de sacarose nos colmos durante o período da colheita. A variedade NA56-79 é denominada precoce, pois o maior acúmulo do teor de sacarose se dá nos primeiros meses do período da colheita. Por ser uma variedade de grande representatividade em área plantada, ela é praticamente a única variedade colhida nos primeiros cin

co meses. Posteriormente são colhidas as variedades denominadas médias, ou sejam, aquelas em que o teor de sacarose é maior no período intermediário da colheita (IAC52/150 e SP70-1143). Finalmente são colhidas as variedades denominadas tardias, cujo maior teor de sacarose é alcançado no final da época da colheita (IAC51/205).

### 3.3 - ESTIMATIVA DA SAFRA NA USINA

A safra da cana-de-açúcar na Região Centro-Sul tem início no mês de abril e termina em novembro do mesmo ano. Para que a unidade industrial, produtora do açúcar e do álcool, seja plenamente suprida de matéria prima (colmos de cana), é muito importante que antes do início da safra haja uma estimativa bastante exata do volume de cana disponível para moagem. Esta informação, ao nível da usina, é utilizada no planejamento das atividades de corte e transporte da cana-de-açúcar, além de ser fundamental para as atividades econômicas e administrativas.

No caso da Usina Barra Grande, a estimativa da safra é realizada pelo Departamento Agrícola e tem duas abordagens: subjetiva e objetiva. A subjetiva é feita através da visita dos técnicos às lavouras antes do início da safra, e depende muito da experiência dos técnicos. Para contornar esta subjetividade é feita também, pouco antes do início da colheita, uma amostragem em algumas áreas canavieiras. Para tal são contados os números de colmos por 10 metros lineares para obter o número de colmos por hectares (3 repetições/área). Posteriormente são pesados 30 colmos (3 repetições) para obter o peso/colmo. Com o número de colmos/ha e o peso/colmo é obtida a estimativa da produtividade agrícola nas áreas amostradas que fornecem a produtividade média estimada para a safra.

Como a usina tem um controle rigoroso da área plantada e não depende do fornecimento de cana-de-açúcar de terceiros, a estimativa da produção da safra é obtida através do produto da estimativa da produtividade pela área plantada.

### 3.4 - DADOS E INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS NA USINA REFERENTE À CANA-DE-AÇÚCAR

Visto ser de grande importância para a usina uma estimativa preditiva do rendimento agrícola, há um grande interesse por parte da mesma que sejam investidos esforços na exploração de técnicas inovadoras que venham proporcionar melhorias na atual sistemática de previsão da estimativa do rendimento agrícola. Há de se considerar a grande dificuldade em competir ou melhorar o atual sistema de previsão vigente na usina e portanto é necessário que seja primeiramente adquirido um conhecimento amplo e também detalhado de todo o sistema de produção agrícola da usina.

As áreas agrícolas da usina Barra Grande são divididas em diversas fazendas que por sua vez são divididas em talhões e estes subdivididos em lotes. Via de regra cada talhão é cultivado com uma mesma variedade que se encontra numa determinada fase ou estágio do ciclo da cultura que pode ser cana planta, soca ou ressoca. Os talhões e lotes são identificados através de um código (endereço) sobre cartas planimétricas que contêm a distribuição espacial das lavouras de cana. Para cada talhão e lote são disponíveis listagens que contêm informações sobre a variedade, estágio, tipo de solo, área, produção, data do plantio e datas do penúltimo e último corte. Algumas outras informações também são disponíveis no entanto não foram utilizadas pois são mais pertinentes a estudos do rendimento industrial e não agrícola como é o caso deste estudo. As informações disponíveis foram obtidas para os anos safras de 83/84, 84/85 e 85/86. Estas informações foram tratadas pelo computador através de programas específicos obtendo-se um resumo das principais variedades plantadas em termos do estágio de corte, produção, área e produtividade. Os resumos das informações são apresentadas nas tabelas 3.1, 3.2 e 3.3 respectivamente para os anos safra 83/84, 84/85 e 85/86. A Tabela 3.4 apresenta um resumo das informações contidas nas tabelas 3.1, 3.2 e 3.3.

TABELA 3.1

DADOS DE PRODUÇÃO (Ton.), ÁREA PLANTADA (Ha) E PRODUTIVIDADE (Ton/Ha)  
PARA AS PRINCIPAIS VARIEDADES/ESTÁGIOS COLHIDOS NA  
SAFRA 83/84 NA USINA BARRA GRANDE

VARIEDADE	ESTÁGIO*	PRODUÇÃO		ÁREA		PRODUTIVIDADE (Ton/Ha)
		ABSOLUTA (Ton)	RELATIVA (%)	ABSOLUTA (Ton)	RELATIVA (%)	
NA56-79	1	464.121	14,7	4.128	10,2	112,4
	2	391.514	12,4	4.323	10,8	90,6
	3	335.444	10,6	4.014	10,0	83,6
	4	179.626	5,7	2.243	5,6	80,1
	≥ 5	377.916	12,0	5.297	13,2	71,3
	TODOS	1.748.621	55,5	20.005	49,8	87,4
CB45-155	2	11.330	0,3	237	0,6	47,8
	3	165.866	5,3	2.966	7,4	55,9
	4	161.004	5,1	3.196	8,0	50,4
	≥ 5	147.666	4,7	2.569	6,4	57,5
	TODOS	485.906	15,4	8.969	15,4	54,2
SP70-1143	1	302.862	9,6	3.035	7,6	99,8
	2	44.546	1,4	428	1,0	104,0
	TODOS	347.408	11,0	3.463	8,6	100,3
IAG51/205	1	62.227	2,0	624	1,5	99,7
	2	134.439	4,3	2.223	5,5	60,5
	3	65.234	2,1	1.076	2,7	60,6
	4	28.651	0,9	519	1,3	55,2
	≥ 5	20.398	0,6	271	0,7	75,2
	TODOS	310.949	9,9	4.714	11,7	66,0
TODAS	1	829.210	26,3	7.787	19,4	114,6
TODAS	≥ 2	2.063.673	65,5	29.364	73,1	70,3
TODAS	TODOS	2.892.883	91,8	37.151	92,5	77,8
TODAS GERAL	TODOS GERAL	3.151.706	100	40.137	100	78,5

\*ESTÁGIO = 1 (cana planta)

ESTÁGIO ≥ 2 (cana soca e ressoca)

TABELA 3.2

DADOS DE PRODUÇÃO (Ton.), ÁREA PLANTADA (Ha) e PRODUTIVIDADE (Ton/Ha)  
PARA AS PRINCIPAIS VARIEDADES/ESTÁGIOS COLHIDAS NA SAFRA 84/85  
NA USINA BARRA GRANDE

VARIEDADE	ESTÁGIO*	PRODUÇÃO		ÁREA		PRODUTIVIDADE (Ton/Ha)
		ABSOLUTO (Ton)	RELATIVA (%)	ABSOLUTO (Ton)	RELATIVA (%)	
NA56-79	1	166.544	6,4	1.459	3,8	114,1
	2	366.099	14,0	4.553	11,9	80,4
	3	322.130	12,3	4.367	11,4	73,8
	4	272.759	10,4	4.093	10,7	66,6
	≥ 5	377.333	14,4	5.951	15,6	63,4
	TODOS	1.506.489	57,5	20.445	53,5	73,7
SP70-1143	1	165.600	6,3	1.840	4,8	90,0
	2	238.018	9,1	3.190	8,3	74,6
	3	27.151	1,0	393	1,0	69,0
	4	2.334	0,1	30	0,1	76,4
	TODOS	433.103	16,5	5.454	14,3	79,4
CB45-155	2	10.318	0,4	208	0,5	49,6
	3	12.770	0,5	302	0,8	42,3
	4	133.673	5,1	2.850	7,5	46,9
	≥ 5	84.372	3,2	1.785	4,7	47,3
	TODOS	241.133	9,2	5.145	13,5	46,9
IAC51/205	1	1.408	0,1	15	0,1	93,7
	2	42.670	1,6	732	1,9	58,2
	3	126.127	4,8	2.283	6,0	55,2
	4	48.957	1,9	991	2,6	49,4
	≥ 5	8.428	0,3	131	0,3	64,3
	TODOS	227.590	8,7	4.152	10,9	54,8
TODAS	1	333.552	12,7	3.314	8,7	100,7
	≥ 2	2.074.763	79,2	31.883	83,4	65,0
	TODOS	2.408.315	91,9	35.196	92,2	68,4
TODAS GERAL	TODOS GERAL	2.621.343	100	38.205	100	68,6

\*ESTÁGIO = 1 (cana planta) ESTÁGIO ≥ 2 (cana soca e ressoca)



TABELA 3.3

DADOS DE PRODUÇÃO (Ton.), ÁREA PLANTADA (Ha) E PRODUTIVIDADE (Ton/Ha)  
 PARA AS PRINCIPAIS VARIEDADES/ESTÁGIOS COLHIDAS NA SAFRA 85/86  
 NA USINA BARRA GRANDE

VARIEDADE	ESTÁGIO*	PRODUÇÃO		ÁREA		PRODUTIVIDADE (Ton/Ha)
		ABSOLUTA (Ton)	RELATIVA (%)	ABSOLUTA (Ton)	RELATIVA (%)	
NA56-79	1	173.632	6,0	1.375	3,7	126,2
	2	175.178	6,1	1.701	4,6	103,0
	3	385.201	13,3	4.640	12,5	83,0
	4	326.774	11,3	4.279	11,5	74,4
	≥ 5	553.042	19,2	7.486	20,2	73,9
	TODOS	1.577.789	54,7	19.210	51,8	82,0
SP70-1143	1	258.982	9,0	2.712	7,3	95,5
	2	180.948	6,3	2.140	5,8	84,5
	3	212.754	7,4	3.155	8,5	67,4
	4	26.533	0,9	377	1,0	70,3
	TODOS	679.217	23,5	8.384	22,6	81,0
IAC51/205	3	38.806	1,3	705	1,9	55,0
	4	95.615	3,3	1.772	4,8	53,9
	5	29.223	1,0	686	1,8	42,6
	TODOS	163.644	5,7	3.164	8,5	52,0
SP70-1078	1	74.403	2,5	820	2,2	90,7
	2	34.035	1,2	476	1,3	71,4
	3	19.642	0,7	321	0,9	61,6
	TODOS	128.080	4,4	1.618	4,4	79,2
CB45-155	3	8.034	0,2	162	0,4	49,6
	4	8.228	0,3	160	0,4	51,5
	≥ 5	65.726	2,3	1.246	3,4	52,3
	TODOS	81.988	2,8	1.568	4,2	52,0
IAC52/150	2	22.611	0,8	317	0,9	71,3
	3	19.357	0,7	277	0,7	69,7
	4	23.502	0,8	368	1,0	63,8
	TODOS	65.470	2,3	963	2,6	68,0

(continua)

Tabela 3.3 - Conclusão

TODAS	1	507.017	17,5	4.907	13,2	103,3
	≥ 2	2.189.171	75,9	30.001	80,9	73,0
	TODOS	2.696.188	93,4	34.908	94,2	77,2
TODAS GERAL	TODOS GERAL	2.885.268	100	37.076	100	77,8

\*ESTÁGIO = 1 (cana planta)      ESTÁGIO ≥ 2 (cana soca e ressoca)

TABELA 3.4

DADOS DE PRODUÇÃO (%) E PRODUTIVIDADE (Ton/Ha) PARA AS PRINCIPAIS VARIETADES NAS SAFRAS 83/84, 84/85 E 85/86

SAFRA	83/84	84/85	85/86
Produtividade (ton/ha) CANA PLANTA	106,5	100,7	103,3
Produtividade (ton/ha) CANA SOCA E RESSOCA	70,3	65,0	73,0
Produção (%) CANA PLANTA	26,3	12,7	17,5
Produção (%) CANA SOCA E RESSOCA	65,5	79,2	75,9
Produtividade (ton/ha) PLANTA + SOCA E RESSOCA	77,8	68,4	77,2
PRODUTIVIDADE (Ton/Ha) GERAL DA USINA	78,5	68,6	77,8

Com a finalidade de se obter uma visão geral sobre a época de colheita de cada variedade durante o período de safra foi feito um resumo das áreas canavieiras em termos da data da colheita em cada mês durante as safras 83/84, 84/85 e 85/86. Os dados desta análise são apresentados em termos percentuais, ou seja, a percentagem de áreas canavieiras colhidas de uma determinada variedade num dado mês e são apresentados nas tabelas 3.5, 3.6 e 3.7 respectivamente para as safras 83/84, 84/85 e 85/86.

A cana soca e rессoca sofre a cada ano safra uma colheita e portanto devem decorrer 12 meses entre cada colheita. Para verificar se isto realmente ocorre em cada ano safra foram obtidos os percentuais de áreas canavieiras de cana soca e rессoca dentro de um intervalo de 7 a 18 meses de crescimento entre uma safra e a seguinte. Esta análise foi feita nas safras 83/84, 84/85 e 85/86 e é apresentada na tabela 3.8.

TABELA 3.5

PERCENTAGEM DE ÁREAS CANAVIEIRAS COLHIDAS EM CADA MÊS POR  
VARIEDADE DURANTE A SAFRA 83/84

MÊS VARIEDADE	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	TODOS
NA56-79	6,9	12,7	16,7	25,0	13,9	8,8	12,3	3,7	63,0
CB45-155	—	—	—	2,1	2,5	10,3	37,0	48,0	17,1
SP70-1143	—	—	7,1	17,5	28,6	22,2	23,0	1,6	7,7
IAC51/205	—	—	—	2,5	3,7	29,4	38,1	26,2	10,2
TODAS	4,9	8,1	11,1	17,8	11,9	12,0	19,7	14,6	100

TABELA 3.6

PERCENTAGEM DE ÁREAS CANAVIEIRAS COLHIDAS EM CADA MÊS POR  
VARIEDADE DURANTE A SAFRA 84/85

MÊS VARIEDADE	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	TODOS
NA56-79	18,8	26,4	18,3	15,8	7,8	9,0	2,6	1,3	65,0
SP70-1143	3,8	1,0	4,3	13,9	22,6	28,4	23,5	2,4	12,3
CB45-155	—	—	—	1,4	5,7	20,8	50,7	21,3	12,5
IAC51/205	—	—	—	4,2	9,6	21,1	49,4	15,7	9,8
TODAS	12,8	17,3	12,5	12,6	9,5	14,1	16,0	5,3	100

TABELA 3.7

PERCENTAGEM DE ÁREAS CANAVIEIRAS COLHIDAS EM CADA MÊS POR  
VARIETADES DURANTE A SAFRA 85/86

VARIETADE	MÊS								
	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	TODOS
NA56-79	7,3	28,1	17,3	16,0	13,2	9,6	6,0	2,3	
SP70-1143	—	1,5	2,6	2,6	11,2	22,9	28,8	30,4	
IAC51/205	—	—	—	—	10,5	16,2	30,8	42,5	
SP70-1078	9,6	31,2	18,3	18,3	6,2	7,2			
CB45-155	—	—	—	1,0					
TODAS	4,7	18,2	12,2	12,0	12,6	12,9	13,4	13,9	100

TABELA 3.8

PERCENTAGEM DE ÁREAS CANAVIEIRAS DE SOCA E RESSOCA COM UM  
PERÍODO DE CRESCIMENTO DE 7 A 18 MESES PARA  
AS SAFRAS 83/84, 84/85 e 85/86

ANO SAFRA	PERÍODO DE CRESCIMENTO EM MESES											
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
83/84	1,3	1,3	1,6	3,4	12,6	30,3	22,5	13,8	8,8	2,4	1,0	0,9
84/85	0,1	0,3	4,8	20,9	33,8	23,9	7,6	3,2	1,8	1,3	0,8	1,5
85/86	—	—	0,4	1,0	11,7	26,4	27,8	15,5	10,6	4,1	1,7	0,7

### 3.5 - DADOS LANDSAT

Os dados LANDSAT foram utilizados no presente trabalho na forma de fitas magnéticas compatíveis com o computador (CCT's) a fim de se extrair delas as informações gravadas pelo sensor, a bordo do satélite, sobre as áreas canavieiras da área de estudo.

Os satélites LANDSAT 4 e 5 foram lançados respectivamente em 16 de julho de 1982 e 1º de março de 1984, levando a bordo os sensores MSS (Multispectral Scanner Subsystem) e TM (Thematic Mapper). Estes sensores geram imagens em determinadas faixas do espectro eletromagnético e a tonalidade das imagens varia de acordo com a intensidade da energia refletida pelos alvos na superfície terrestre. A figura 3.3 mostra as faixas ou bandas espectrais dos sensores MSS e TM e a respectiva percentagem de energia refletida por uma cobertura vegetal genérica.

O satélite LANDSAT tem órbita héliosíncrona e circula em torno da terra a uma altitude média de 720 Km. As faixas de imageamento ou órbitas tem a largura de 185 Km com uma resolução temporal de 16 dias. Os sensores MSS e TM possuem respectivamente uma resolução espacial de 59 x 82 metros e de 30 x 30 metros.

O satélite LANDSAT 4 teve problemas na transmissão de dados do sensor TM para a estação terrestre de rastreamento situada em Cuiabá-MT e conseqüentemente só se dispõe de dados MSS para este satélite. Rudorff (1985) concluiu em seu trabalho que a época mais propícia de aquisição de dados LANDSAT para o estabelecimento de um modelo de produtividade para cana-de-açúcar situa-se em torno do mês de fevereiro, ou seja 1 a 2 meses antes do início da colheita. Portanto foram adquiridas as imagens do sensor MSS para cada ano safra (uma por ano) disponíveis neste período conforme mostra a Tabela 3.9. As imagens MSS correspondem à órbita 221 ponto 75 + 13 segundos, ou seja, a imagem abrange a metade inferior do ponto 75 e metade superior do ponto 76 uma vez que a gravação de um ponto da órbita leva 26 segundos. A área de estudo está contida na metade direita da imagem e portanto gravou-se somente meia imagem (faixas 5,6,7 e 8) conforme mostra a figura 3.4.

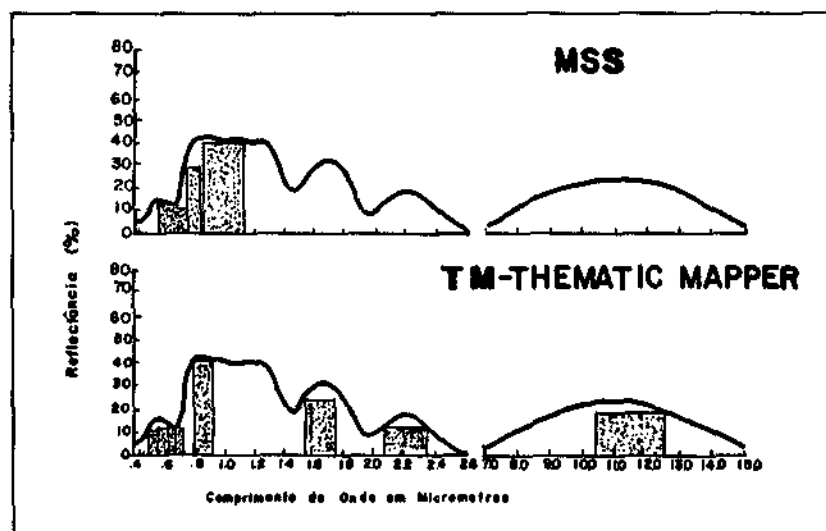


Fig. 3.3 - Curva espectral típica de uma vegetação e resposta espectral das bandas dos sensores MSS e TM.

TABELA 3.9

DATA DAS IMAGENS LANDSAT, SELECIONADAS PARA CADA ANO SAFRA, E BANDAS ESPECTRAIS ADQUIRIDAS

ANO SAFRA	DATA DE IMAGEM	SENSOR	BANDAS	LANDSAT
83/84	25/FEV/83	MSS	1,2,3,4	4
84/85	28/FEV/84	MSS	1,2,3,4	4
85/86	26/MAR/85	MSS	1,2,3,4	5

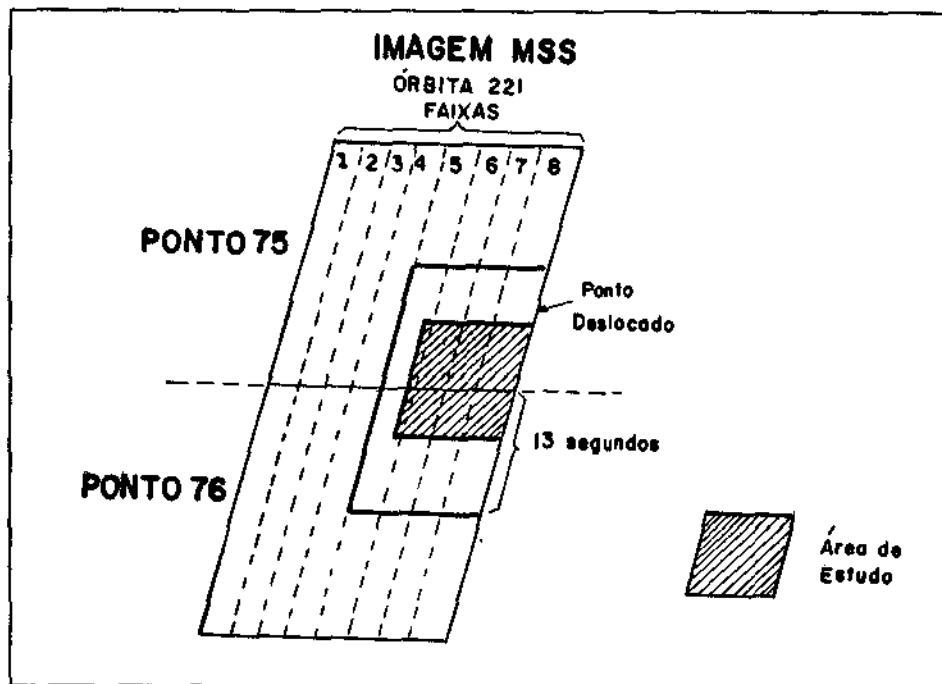


Fig. 3.4 - Esquema da Órbita 221 Pontos 75 e 76 e situação da área de estudo para o pedido das imagens MSS.

### 3.6 - SELEÇÃO DAS ÁREAS CANAVIEIRAS

Nas áreas canavieiras da usina Barra Grande foram selecionados dois conjuntos de amostras: a) para estudo do comportamento espectral das principais variedades da cana-de-açúcar nos seus diversos estágios de corte; b) para obtenção do modelo de produtividade agrícola, sendo que este conjunto somente foi definido após a análise dos resultados da primeira etapa do trabalho que consistiu no estudo do comportamento espectral e sua correlação com a produtividade medida em toneladas de colmo/hectare.

O critério de escolha das áreas canavieiras para estudo de comportamento espectral teve como base a homogeneidade dos talhões em termos da variedade, do estágio e da data de plantio ou de corte e procurou-se obter um número razoável de amostras (pelo menos 10) para as principais variedades nos seus diferentes estágios.

A amostra para obtenção do modelo de produtividade é na verdade um subconjunto das amostras utilizadas no estudo do comportamento espectral. Os elementos desta amostra guardam a proporcionalidade da área plantada com as principais variedades e estágios no dado ano safra, a fim de que a amostra seja representativa do sistema de produção da usina.

A Tabela 3.10 mostra o número de amostras obtidas sobre a imagem do satélite em cada ano safra.

TABELA 3.10

NÚMERO DE AMOSTRAS DE ÁREAS CANAVIEIRAS ADQUIRIDAS POR ANO SAFRA PARA ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL E PARA O MODELO DE PRODUTIVIDADE

SAFRA	Nº DE AMOSTRAS P/ ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL	Nº DE AMOSTRAS MODELO DE PRODUTIVIDADE
83/84	291 (MSS)	135 (MSS)
84/85	289 (MSS)	139 (MSS)
85/86	231 (MSS)	131 (MSS)

### 3.7 - IMAGE-100

O Sistema Interativo de Análise de Imagens Multiespectrais (IMAGE-100) disponível no INPE é um sistema interativo, conversacional e projetado para extrair automaticamente informações multiespectrais de imagens obtidas por satélites ou aviões através de sensores remotos (Ribeiro et alli 1982). O IMAGE-100 possui um "hardware" especial que opera sob o controle de um minicomputador PDP-11/45, que controla também o "software" implementado e permite os mais diversos processamentos e tratamentos de imagens multiespectrais.



### 3.8 - PROCEDIMENTO PARA AQUISIÇÃO DOS DADOS ESPECTRAIS NO I-100

Os dados da imagem do satélite se encontram na forma de fitas magnéticas compatíveis com o computador (CCT's) e são primeiramente transferidas para a unidade de disco magnético do I-100. Em seguida são transferidos para a unidade de armazenamento de imagens onde os dados são processados através de programas específicos. A imagem é visualizada no monitor de televisão à cores e os comandos para o processamento dos dados é feito através do console e do terminal gráfico do I-100.

No presente trabalho as imagens MSS foram visualizadas no vídeo do I-100 na escala de 1:100.000 abrangendo uma área no terreno de aproximadamente 30 x 30 Km. A área de estudo foi segmentada em 5 módulos e as respectivas coordenadas (X,Y), para as diferentes datas de passagem do satélite, são mostrados na tabela 3.11. A Figura 3.5 mostra a disposição espacial dos módulos descritos na tabela 3.11.

A escolha da escala de 1:100.000 para visualização das imagens MSS se deve ao fato de que nesta escala a resolução da imagem é compatível com a resolução do monitor de televisão que é de 512 linhas por 512 colunas e desta forma cada pixel da imagem corresponde a um elemento de resolução do monitor de televisão.

TABELA 3.11

#### COORDENADAS X e Y DOS MÓDULOS DAS IMAGENS DO SATÉLITE

DATA DA IMAGEM MÓDULO	25 Fevereiro/1983	28 Fevereiro/1984	26 de março/1985
A	X1 = 2422 Y1 = 544 X2 = 2948 Y2 = 906	X1 = 2532 Y1 = 559 X2 = 3058 Y2 = 921	X1 = 2395 Y1 = 647 X2 = 2921 Y2 = 1009
B	X1 = 2681 Y1 = 850 X2 = 3207 Y2 = 1212	X1 = 2791 Y1 = 865 X2 = 3317 Y2 = 1227	X1 = 2654 Y1 = 953 X2 = 3180 Y2 = 1315

(continua)

Tabela 3.11 - Conclusão

C	X1 = 2792 Y1 = 1168	X1 = 2902 Y1 = 1183	X1 = 2765 Y1 = 1271
	X2 = 3318 Y2 = 1530	X2 = 3428 Y2 = 1545	X2 = 3291 Y2 = 1633
D	X1 = 2549 Y1 = 1332	X1 = 2657 Y1 = 1347	X1 = 2522 Y1 = 1435
	X2 = 3075 Y2 = 1694	X2 = 3183 Y2 = 1709	X2 = 3048 Y2 = 1797
E	X1 = 2475 Y1 = 1000	X1 = 2585 Y1 = 1015	X1 = 2448 Y1 = 1103
	X2 = 3001 Y2 = 1362	X2 = 3111 Y2 = 1377	X2 = 2974 Y2 = 1465
B'	X1 = 2659 Y1 = 1090	X1 = 2767 Y1 = 1104	X1 = 2632 Y1 = 1193
	X2 = 3185 Y2 = 1452	X2 = 3293 Y2 = 1466	X2 = 3158 Y2 = 1555
D'	X1 = 2549 Y1 = 1432	X1 = 2657 Y1 = 1105	X1 = 2522 Y1 = 1535
	X2 = 3075 Y2 = 1794	X2 = 3183 Y2 = 1467	X2 = 3048 Y2 = 1897

A fim de facilitar a localização das áreas canavieiras na imagem MSS, no vídeo do I-100, foi obtida uma transparência positiva na escala de 1:100.000 do mapa da distribuição espacial das áreas canavieiras na usina Barra Grande. Esta transparência foi colocada sobre o vídeo podendo-se assim localizar com facilidade os talhões de cana sobre a imagem.

Uma vez localizado o talhão de cana posicionou-se o cursor sobre esta área canavieira. O cursor é gerado eletronicamente e possui forma, tamanho e posição variáveis e é controlado por teclas no painel de controle do console do analisador de imagens. Para se obter o nível de cinza gravado pelo sensor em cada uma de suas bandas espectrais utilizou-se o programa MAXV01. Através deste programa cria-se um arquivo que pode conter até 32 amostras. Cada amostra possui coordenadas sobre a imagem (Módulo) no vídeo de I-100 de acordo com a posição e forma do cursor e ficam registradas no arquivo. De cada amostra são obtidos os seguintes parâmetros: nº de pontos (pixels) do cursor, média e matriz de autocorrelação das bandas espectrais.

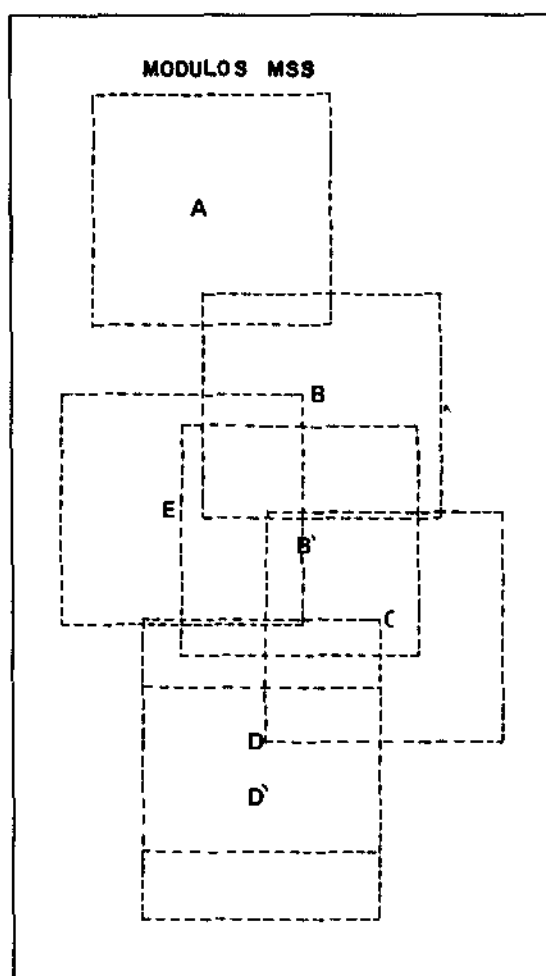


Fig. 3.5 - Disposição espacial dos módulos utilizados no I-100, sobre a área de estudo.

Para cada módulo das imagens foram obtidos tantos arquivos quanto necessário, lembrando-se que cada arquivo pode conter até 32 amostras. Visto que cada amostra possui seu "endereço" no vídeo do I-100, pode-se utilizar este mesmo "endereço" para obter os parâmetros de uma nova amostra sobre a mesma área canavieira em outra data de passagem do satélite, para um mesmo módulo, pois este corresponde à mesma posição relativa nas diversas datas de passagem do satélite. Este procedimento facilita e acelera bastante o tratamento de aquisição dos dados espectrais das imagens, no I-100, e tem a vantagem de se amostrar o mesmo talhão e aproximadamente a mesma área no talhão em cada uma das imagens.

Os parâmetros obtidos pelo programa MAXV01 são impressos na impressora DEC-LP-11 ligada ao I-100, obtendo-se uma listagem dos parâmetros com a devida identificação de cada amostra.

### 3.9 - NORMALIZAÇÃO DOS DADOS DIGITAIS DO LANDSAT

A normalização dos dados digitais do LANDSAT consiste na transformação dos valores de níveis de cinza em valores de reflectância.

Vários trabalhos, entre eles os de Robinove (1982), Middleton e Lu (1983), Rudorff e Batista (1985), Medeiros (1987) mostraram a validade e a importância de se transformar o nível de cinza em um valor físico (reflectância).

A variação do valor digital de um alvo, gravado pelo sensor, ao longo das passagens do satélite (a cada 16 dias), não se refere unicamente à variação da energia refletida pelo alvo mas também da camada atmosférica, do ângulo de elevação solar, da variação na calibração do sensor e outros. Também podem ocorrer variações por ocasião do processamento das fitas CCT's.

As variações ocorridas por fatores atmosféricos e meteorológicos dificilmente podem ser corrigidas a não ser que se disponha de dados da camada atmosférica o que somente é possível na proximidade de grandes aeroportos. A presença de nuvens impede que a energia refletida pelos alvos chegue até o sensor.

Para minimizar as variações causadas pelo sensor foram utilizados os dados de radiância espectral máxima e mínima em  $\text{mW.cm}^{-2}.\text{ster}^{-1}.\mu\text{m}^{-1}$  nas bandas do MSS (Tabela 3.12) para os satélites LANDSAT 4 e LANDSAT 5 nos diferentes períodos de calibração que abrange o período de aquisição das imagens utilizadas neste trabalho. Estes dados foram utilizados tanto na geração das fitas CCT's quanto na posterior transformação dos níveis de cinza em reflectância na qual é utilizado também o ângulo de elevação solar na data e horário de tomada da imagem e cujos valores também se encontram na Tabela 3.12.

A normalização dos dados é imprescindível num trabalho desta natureza no qual se pretende obter um modelo de produtividade a partir de dados digitais do LANDSAT adquiridos por diferentes satélites (LANDSAT 4 e 5) em diferentes anos. A normalização torna os dados espectrais mais estáveis para uma análise multitemporal.

TABELA 3.12

RADIÂNCIA ESPECTRAL MÁXIMA (Rmax) E MÍNIMA (Rmin) PARA CALIBRAÇÃO, IRRADIÂNCIA NO TOPO DA ATMOSFERA (E) E ÂNGULO DE ELEVAÇÃO SOLAR PARA AS IMAGENS MSS

DATA DA IMAGEM	MSS1			MSS2			MSS3			MSS4			ÂNGULO DE ELEVAÇÃO SOLAR	DISTÂNCIA SOL A TERRA(v.a)
	R(Max)	R(Min)	E	R(Max)	R(Min)	E	R(Max)	R(Min)	E	R(Max)	R(Min)	E		
25 fevereiro/83	23,8	0,4	185,1	16,4	0,4	159,3	14,2	0,5	126,0	11,6	0,4	87,8	48°	0,9898
28 fevereiro/84	23,8	0,4	185,1	16,4	0,4	159,3	14,2	0,5	126,0	11,6	0,4	87,8	47°	0,9905
26 março/85	26,8	0,3	184,9	17,9	0,3	159,5	14,8	0,5	125,3	12,3	0,3	87,03	45°	0,9976

FONTE: Brian e Barker (1987).

Para transformar os níveis de cinza, obtidos da imagem do satélite, em reflectância foi utilizada a seguinte equação (Brian and Barker, 1987).

$$\text{Reflectância} = \frac{\pi d^2}{E \text{ sen}^{\alpha}} \left[ \frac{NC}{NC_{MAX}} (R_{MAX} - R_{MIN}) + R_{MIN} \right], \quad (3.1)$$

onde:

$E$  = irradiância em  $\text{mW}/\text{cm}^2$  no topo da atmosfera, cujos valores são apresentados na Tabela 3.12.

$\alpha$  = ângulo de elevação solar da imagem (Tabela 3.12);

$NC$  = nível de cinza extraído da fita CCT;

$NC_{MAX}$  = nível digital máximo, para MSS = 127

$R_{MAX}$  = radiância mínima medida pelo detector em  $\text{mW}/\text{cm}^2/\text{sr}$  (Tabela 3.12).

$R_{MIN}$  = radiância mínima medida pelo detector em  $\text{mW}/\text{cm}^2/\text{sr}$  (Tabela 3.12).

$d$  = distância do sol à terra em unidade astronómicas (Tabela 3.12)

Os cálculos para normalização dos dados LANDSAT foram feitos utilizando o computador Burroughs 6800, disponível no INPE.

### 3.10 - ÍNDICE VEGETATIVO

Na literatura são mostrados diversos modelos para transformar os dados espectrais em índices vegetativos. Visto que no estágio de crescimento em que se encontra a cultura da cana-de-açúcar, por ocasião de obtenção das imagens do satélite, ela cobre totalmente o solo, o índice da razão de canais do infravermelho/vermelho é bastante indicado para informações relacionadas à biomassa da cultura. Rudorff (1985)

testou vários Índices de vegetação e correlacionou-os com a produtividade de observada não obtendo diferença significativa entre os Índices.

Assim optou-se pelo seguinte Índice vegetativo:

$$RVI = \frac{MSS\ 4}{MSS\ 2} \quad (3.2)$$

onde:

RVI = Índice vegetativo

MSS4 = valor de reflectância na banda 4

MSS2 = valor de reflectância na banda 2

### 3.11 - ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL DA CANA-DE-AÇÚCAR

O estudo do comportamento espectral das principais variedades de cana-de-açúcar nos seus diferentes estágios de corte foi feito utilizando o conjunto de amostras apresentado na Tabela 3.10. No apêndice A se encontram as listagens contendo as informações de produtividade e os dados espectrais de todos os elementos das amostras indicadas na Tabela 3.10. A partir de cada uma destas amostras foram obtidos sub amostras homogêneas em termos de variedade e estágio de corte dos quais foram obtidos diversos parâmetros estatísticos utilizando a rotina STAT do sistema BASIS (Burrough Advanced Statistical Inquiry System). Também foram obtidas as correlações entre a produtividade observada e o Índice vegetativo para estas subamostras utilizando para tal a rotina MULTR do sistema BASIS.



### 3.12 - MODELO AGROMETEOROLÓGICO

O modelo agrometeorológico foi desenvolvido baseado no método proposto por Doorembos e Kassam (1979), no qual é descrita uma metodologia para estimar a produtividade de uma cultura em função da disponibilidade de água no solo. Para calcular esta produtividade através das diversas equações descritas a seguir, foi escrito um programa denominado SAFRAS, cuja listagem em linguagem FORTRAN se encontra no Apêndice B.

A quantificação do efeito do estresse hídrico sobre a produtividade da cultura é obtida relacionando o decréscimo da produtividade relativa  $(1 - PE/PM)$  com o déficit da evapotranspiração relativa  $(1 - ETR/ETM)$ , através do fator de resposta à produtividade  $(kp)$ , por meio da seguinte equação:

$$(1 - PE/PM) = kp (1 - ETR/ETM) \quad (3.3)$$

onde:

PE = Produtividade Estimada;

PM = Produtividade Máxima;

kp = Fator de Resposta à Produtividade (Tabela 3.17);

ETR = Evapotranspiração Real;

ETM = Evapotranspiração Máxima.

Quando a quantidade de água disponível para a cultura for suficiente e suprir adequadamente a demanda de água, então  $ETR = ETM$  e, conseqüentemente, a produtividade máxima (PM) não será penalizada. No entanto, quando a demanda de água pela cultura for maior do que a água disponível, então  $ETR < ETM$  e conseqüentemente  $PE < PM$ . O valor de  $kp$  para as diversas culturas foi obtido com base em numerosos experimen

tos citados na referência bibliográfica de Doorembos e Kassam (1979). Para a cultura da cana-de-açúcar este fator é igual a 1,2, o que implica num déficit de produtividade relativa proporcionalmente maior do que o déficit de evapotranspiração relativa.

A produtividade máxima (PM) de uma cultura é essencialmente determinada pelas suas características genéticas e sua adaptação ao meio. A produtividade máxima no contexto deste trabalho é definida como a produtividade agrícola de uma variedade de boa produção, bem adaptada ao meio, na qual, água, nutrientes, pragas e doenças não são fatores limitantes ao crescimento da cultura. Os fatores climáticos que determinam o valor de PM são: temperatura e radiação durante o ciclo da cultura.

A metodologia para o cálculo da PM foi desenvolvida por Kassam descrita em Doorembos e Kassam (1979), a qual pode ser empregada tanto em bases continentais quanto em locais específicos. São utilizados dados de radiação para o cálculo da produtividade máxima da cultura padrão, a qual é adequada posteriormente para obter o valor da produtividade máxima da cultura de interesse específico. O cálculo da produtividade máxima da cultura padrão (PMP) é feito através da seguinte equação:

$$PMP = F \times TN + (1 - F) \times TC, \quad (3.4)$$

onde:

$F$  = Fração do dia em que o céu está nublado; ou  $F = (Roc - 0,5 \times Rocr) / 0,8 \times Roc$ , onde  $Roc$  é a máxima radiação de onda curta que penetra na atmosfera em dias claros em  $cal/cm^2/dia$  (Tabela 3.13) e  $Rocr$  é a radiação que realmente está penetrando na atmosfera em  $cal/cm^2/dia$  ou  $Rocr = (0,25 + 0,50 \times n/N) \times Ret$ , onde  $n$  é o número de horas de insolação (Tabela B.1).  $N$  é o número máximo de horas de insolação, que pode ocorrer (Tabela 3.13) e  $Ret$  é a radiação extraterrestre em  $cal/cm^2/dia$  (Tabela 3.13).

TN e TC = Taxa de produção de matéria seca bruta da cultura padrão em dias nublados e em dias claros, em Kg/ha/dia ( Tabela 3.13).

A produção de matéria seca bruta da cultura depende da espécie e da temperatura do meio. Para a cultura padrão considera-se uma produção de 20Kg/ha/hora. A cultura em questão pode ter uma produção maior, igual ou menor à cultura padrão, dependendo da temperatura e do grupo da cultura (planta do grupo C3 ou C4). A Tabela 3.14 mostra os valores da taxa de produção de matéria seca (TM), para o grupo relativo à cana-de-açúcar, crescendo à temperaturas médias entre 15<sup>o</sup> e 35<sup>o</sup>C.

Os valores de TN e TC são ajustados através de equações de regressão para obter a produção de matéria seca do grupo em que se encontra a cultura em questão (PMB) a uma determinada temperatura, conforme mostram as equações a seguir:

Se  $TM > 20\text{Kg/ha/hora}$ ,

$$PMB = Fx(0,8+0,01xTM)xTN+(1-F)(0,5+0,025xTM)xTC; \quad (3.5)$$

Se  $TM < 20\text{Kg/ha/hora}$ ,

$$PMB = Fx(0,5+0,25xTM)xTN+(1-F)x(0,05xTM)xTC. \quad (3.6)$$

A produção de matéria seca por grupo de cultura (PMB) se refere aquela taxa de produção máxima alcançada nos estágios de pleno crescimento. Nos estágios iniciais e finais de crescimento da cultura esta taxa é bem inferior. A taxa média de produção de matéria seca da cultura em questão, ao longo de seu ciclo, é aproximadamente 50% da taxa máxima de produção a qual é multiplicada por um fator de compensação do crescimento (FCC) igual a 0,5.

Da energia gerada pela planta, 50% é consumida nos processos metabólicos (respiração), ou seja, a matéria seca bruta é multiplicada por um fator de respiração (FR) igual a 0,5 para obter a produção de matéria seca líquida.

Para converter o total de matéria seca líquida produzida pela cultura em produtividade agrícola da cana-de-açúcar, cuja medida é dada em toneladas de matéria fresca de colmos, multiplica-se a matéria seca líquida por um fator de produtividade agrícola (FPA) igual a 2,3, de acordo com Ometto (1981).

Como a produção de matéria seca é calculada com base em taxas diárias, este valor deve ser multiplicado pelo número total de dias do ciclo da cultura (Nd).

Finalmente, pode-se obter o valor da produtividade máxima de acordo com a equação:

$$PM = PMB \times FCC \times FR \times FPA \times Nd \quad (3.7)$$

onde:

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

FCC = fator de compensação do crescimento,

FR = fator de respiração,

FPA = fator de produtividade agrícola,

Nd = número de dias do ciclo da cultura.

TABELA 3.13

VALORES DA RADIAÇÃO DE ONDA CURTA QUE PENETRA NA ATMOSFERA (Roc) EM CAL/CM<sup>2</sup>/DIA, DA TAXA DE PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DA CULTURA PADRÃO EM DIAS CLAROS (TC) E EM DIAS NUBLADOS (TN) EM KG/HA/DIA, DO NÚMERO DE HORAS DE INSOLAÇÃO (N) E DA RADIAÇÃO EXTRATERRESTRE (Ret) EM CAL/CM<sup>2</sup>/DIA, PARA A LATITUDE MAIS PRÓXIMA DA ÁREA DE ESTUDO

MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
LAT. 20 <sup>o</sup> SUL												
Roc	399	386	357	313	264	238	249	293	337	375	394	400
TC	465	451	425	387	348	325	334	371	407	439	460	468
TN	249	242	226	203	178	164	170	193	215	235	246	250
N	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9	11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,3
Ret	1027	948	873	743	625	566	590	684	808	926	1003	1032

FONTE: Doorembo e Kassam (1979) p.9

TABELA 3.14

VALORES DA TAXA DE PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA EM KG/HA/HORA PARA  
O GRUPO DE CULTURAS RELATIVO À CANA-DE-AÇÚCAR E PARA  
TEMPERATURA MÉDIA DURANTE O PERÍODO DE CRESCIMENTO

T <sup>o</sup> C	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
TM	5	7	11	19	31	45	52	58	62	64	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65

FONTE: Doorembos e Kassam (1979), p. 12.

O presente trabalho a produtividade máxima (PM) foi calculada para períodos mensais, efetuando-se posteriormente a soma dos valores mensais de PM durante o ciclo da cultura para obter então o valor total da PM da cultura.

O cálculo da evapotranspiração máxima (ETM) é feito a partir do conceito da evapotranspiração de referência (ER), a qual é relacionada com a ETM através do coeficiente da cultura (kc), que ajusta os valores da ER aos valores da ETM de acordo com o estágio de crescimento da cultura. A Tabela 3.15 mostra os valores mensais de kc para cana planta de ano, cana planta de ano e meio e cana soca (Planalsucar, 1984). ER representa a taxa de evapotranspiração em mm/dia de uma superfície plantada com uma gramínea de altura que varia entre 8 a 15 cm, que cobre totalmente o solo, e que cresce ativamente sem limitações de disponibilidade de água (Ometto, 1981). O cálculo de ER é feito utilizando um método prático para aplicação da fórmula de Penman apresentado por Frère (1979). Os dados meteorológicos necessários para o cálculo estão na Tabela B.1. Os arquivos que contêm os valores kc, kp e profundidade do sistema radi

cular (D) e que variam de acordo com o estágio da cultura e da data de plantio ou corte, e que foram utilizados neste trabalho, se encontram no Apêndice B. Neste apêndice encontram-se também os arquivos das tabelas utilizadas no programa do modelo agrometeorológico.

A evapotranspiração máxima (ETM) de uma cultura é mantida até que uma fração (f) da água disponível no solo for consumida. A partir do consumo desta fração (f), a evapotranspiração real (ETR) passa a ser menor que a evapotranspiração máxima (ETM). Nestas condições o valor de ETR dependerá do valor do ETM e da água restante no solo e disponível para a cultura que é dada pela equação:

$$(1 - f) \times \text{CRAS} \times D, \quad (3.8)$$

onde:

$1 - f$  = fração de água disponível no solo para a cultura em que  $\text{ETR} < \text{ETM}$ ,

CRAS = capacidade de retenção de água no solo mm/m (na área de estudo utilizou-se o valor de 100 mm/m).

D = profundidade do sistema radicular.

Esta quantidade de água restante no solo e disponível para a cultura depende da cultura, da evapotranspiração máxima (ETM), da capacidade de retenção de água pelo solo (CRAS) e da profundidade do sistema radicular (D). A Tabela 3.15 mostra em metros a profundidade do sistema radicular (D) para cana planta de ano, cana planta de ano e meio e cana soca para cada mês após o plantio (cana planta) ou corte (cana soca). Os valores da fração (f) de água disponível no solo para os diferentes valores de ETM estão na Tabela 3.16.

O cálculo da evapotranspiração real (ETR) no presente trabalho é feito para períodos mensais utilizando um índice de água disponível no solo (IADS).

$$IADS = (PP + ARM - (1 - f) \times CRAS \times D) / ETM_{\text{mensal}}, \quad (3.9)$$

onde:

PP = total de precipitação pluviométrica mensal em mm/mês (Tabela B.1);

ARM = água disponível no solo, em mm, para a planta no início de cada mês a qual é calculada por meio do balanço hídrico de Thornthwait-Mather (Motta, 1979) em mm;

$(1 - f) \times CRAS \times D$  = definido na Equação 3.8,

$ETM_{\text{mensal}}$  = evapotranspiração máxima mensal em mm/mês.

Com o valor do índice (IADS), a evapotranspiração máxima (ETM) e a quantidade de água restante no solo para a cultura, em que  $ETR < ETM$ ,  $((1 - f) \times CRAS \times D)$  pode-se obter uma estimativa da evapotranspiração real (ETR) utilizando a Tabela 3.17.

Quando o valor do IADS  $\geq 1$ , então  $ETR = ETM$ ; quando IADS  $< 0$ , então  $ETR/ETM$  é tão pequeno que o crescimento da cultura está seriamente comprometido, a não ser que a ETM for pequena e o valor de  $(1 - f) \times CRAS \times D$  for grande.

Finalmente pode-se calcular a produtividade real estimada pela equação 3.3 da seguinte maneira:

$$PE = PM \{1 - Kp(1 - ETR/ETM)\}. \quad (3.10)$$



Tanto a evapotranspiração máxima (ETM) quanto a evapotranspiração real (ETR) são calculadas mês a mês e somadas posteriormente para obter o total do déficit de evapotranspiração relativa  $(1 - ETR/ETM)$  durante todo o ciclo da cultura.

A produtividade (PE) calculada pelo programa SAFRAS listada no Apêndice B é obtida em função da data de plantio e da data de corte da cana. No presente trabalho considera-se a data de corte como sendo no mês de abril e emprega-se o valor de produtividade (PE) assim obtido com uma das variáveis para estimar a produtividade da usina comprevisão, pois a colheita na região sul canavieira tem início a partir do mês de abril.

O valor de PE obtido pelo modelo, expresso em toneladas de cana/hectare, representa um valor médio da produtividade agrícola da cana-de-açúcar obtido num certo período sob uma determinada condição climatológica. Portanto o modelo não leva em conta a variação do potencial de produção das diversas variedades em diferentes estágios. Assumindo que o valor de PE é calculado para uma variedade padrão pode-se ajustar o valor de PE às demais variedades através de um fator médio variedade/estágio (VEM) que indica o quanto esta variedade é mais ou menos produtiva em relação à variedade padrão. O cálculo deste fator foi feito utilizando-se as produtividades médias para as principais variedades e estágios nos anos safras 83/84, 84/85 e 85/86 (Tabelas 3.1 a 3.3) conforme mostra a equação 3.12. Posteriormente foi obtida a média deste fator nos três anos safra conforme mostra a equação 3.13 sendo este o fator utilizado para ajustar o valor obtido pelo modelo agrometeorológico à cada variedade / estágio.

$$VE_{(X,Y,Z)} = \frac{PO(X,Y,Z)}{PEP(X,Y,Z)} \quad (3.12)$$

TABELA 3.15

VALORES MENSIS DO FATOR DA CULTURA (kc) DO FATOR DE PRODUTIVIDADE (kp)  
E DA PRODUTIVIDADE DO SISTEMA RADICULAR EM METROS

MESES APÓS PLANTIO OU COLHEITA	CANA-DE-ANO PLANTIO AGOSTO A NOVEMBRO			CANA-DE-ANO E MEIO PLANTIO NOVEMBRO A ABRIL			CANA SOCA CORTE MAIO A NOVEMBRO		
	*kc	D	kp	*kc	D	kp	*kc	D	kp
1	0,3	0,2	0,75	0,3	0,2	0,75	0,3	0,3	0,75
2	0,4-5,0	0,3	0,75	0,4-0,5	0,3	0,75	0,3-0,4	0,4	0,75
3	0,6-0,8	0,4-0,5	0,75	0,5-0,7	0,3-0,4	0,75	0,4-0,6	0,5-0,6	0,75
4	0,8-1,1	0,5-0,7	0,75	0,6-0,8	0,4-0,5	0,75	0,4-0,8	0,6-0,8	0,75
5	1,0-1,2	0,6-0,9	0,75	0,6-0,9	0,4-0,6	0,75	0,5-0,9	0,7-1,0	0,75
6	1,1-1,2	0,7-1,0	0,75	0,6-1,1	0,4-0,7	0,75	0,7-1,0	0,8-1,0	0,75
7	1,1-1,3	0,8-1,0	0,75	0,7-1,2	0,5-0,8	0,75	0,8-1,2	0,9-1,0	0,75
8	0,9-1,2	0,9-1,0	0,75	0,8-1,2	0,6-0,8	0,75	1,0-1,2	1,0	0,75
9	0,7-1,1	1,0	0,5-0,75	0,9-1,2	0,7-0,9	0,75	1,1-1,2	1,0	0,50-0,75
10	0,6-0,9	1,0	0,5-0,75	1,1-1,2	0,8-0,9	0,75	1,0-1,2	1,0	0,50-0,75
11	0,6-0,9	1,0	0,5-0,75	1,2-1,3	0,9-1,0	0,75	0,8-1,1	1,0	0,1-0,75
12	0,6-0,9	1,0	0,1-0,75	1,3	1,0	0,75	0,7-1,0	1,0	0,1-0,75
13	0,6-0,7	1,0	0,1-0,75	1,2-1,3	1,0	0,75	0,6-0,9	1,0	0,1-0,75
14	0,6-0,7	1,0	0,1-0,5	1,0-1,3	1,0	0,5-0,75	0,6-0,7	1,0	0,1-0,5
15	0,6-0,7	1,0	0,1-0,5	0,8-1,3	1,0	0,5-0,75	0,6-0,7	1,0	0,1-0,5
16				0,7-1,1	1,0	0,5-0,75	0,6	1,0	0,1
17				0,6-1,1	1,0	0,5-0,75			
18				0,6-1,0	1,0	0,5-0,75			
19				0,6-0,8	1,0	0,1-0,5			
20				0,7-0,6	1,0	0,1-0,5			
21				0,6	1,0	0,1			
22				0,6	1,0	0,1			

\*FONTE: PlanaIsucar (1984), p. 48

TABELA 3.16

FRAÇÃO DA ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO PARA A PLANTA (f) SEM QUE ETR < ETM  
EM FUNÇÃO DO VALOR DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA (ETM) EM MM/DIA

ETM	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f	0,875	0,80	0,70	0,60	0,55	0,50	0,45	0,425	0,40

TABELA 3.17

EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL (ETR) EM FUNÇÃO DO IADS, DE  
(1 - f) x CRAS x D E DE ETM

(1 - f) x CRAS x D	IADS = 0,83					IADS = 0,67					IADS = 0,5				
	ETM mensal, mm/dia					ETM mensal, mm/dia					ETM mensal, mm/dia				
	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
25	1,9	3,8	5,6	7,3	9,1	1,8	3,3	4,8	6,1	7,5	1,6	2,8	3,8	4,8	5,8
50	2,0	3,9	5,7	7,6	9,4	1,9	3,9	5,2	6,7	8,1	1,7	3,2	4,4	5,5	6,5
100	2,0	3,9	5,9	7,8	9,6	1,9	3,8	5,5	7,2	8,8	1,9	3,5	5,0	6,3	7,6
100	2,0	4,0	5,9	7,8	9,7	2,0	3,8	5,7	7,4	9,1	1,9	3,7	5,3	6,7	8,1
200	2,0	4,0	5,9	7,9	9,8	2,0	3,9	5,7	7,5	9,3	1,9	3,7	5,4	7,0	8,5

(1 - f) x CRAS x D	IADS = 0,33					IADS = 0,17					IADS = 0				
	ETM mensal, mm/dia					ETM mensal, mm/dia					ETM mensal, mm/dia				
	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
25	1,3	2,1	2,8	3,5	4,2	1,1	1,5	1,8	2,2	2,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
50	1,6	2,7	3,5	4,3	5,0	1,4	2,1	2,8	3,0	3,3	1,2	1,5	1,6	1,7	1,7
100	1,8	3,2	4,3	5,3	6,2	1,7	2,8	3,6	4,2	4,7	1,5	2,3	2,8	3,0	3,2
150	1,8	3,4	4,7	5,9	7,0	1,7	3,1	4,2	5,0	5,7	1,7	2,7	3,5	4,0	4,3
200	1,9	3,5	5,0	6,3	7,5	1,8	3,3	4,5	5,5	6,4	1,7	3,0	4,0	4,7	5,1

FONTE: Doorembos e Kassam (1979, p. 34)

$$VEM_{(Y,Z)} = \frac{\sum_{X=1}^3 VE_{(X,Y,Z)}}{3} \quad (3.12)$$

onde:

VE = fator variedade/estádio

VEM = fator médio variedade/estádio

PO = produtividade observada na usina

PEP = produtividade média estimada pelo modelo agrometeorológico  
(3.13)

X = ano safra

Y = variedade da cana

Z = estágio da cana

O período de colheita da cana-de-açúcar na região de estudo tem início em abril e termina em novembro. Durante este período determinadas variedades são colhidas predominantemente no início, no meio ou no final da safra conforme mostram as tabelas 3.5 a 3.7. A época de colheita exerce influência sobre o valor de PE e para levar em conta este efeito no cálculo do fator VE utilizou-se os dados da Tabela 3.18 para calcular o valor médio de PE ponderado pelo número de áreas colhidas em cada mês o qual foi denominado PEP.

$$PEP_{(Y,Z)} = \frac{\sum_{i=1}^n (PE_{(i)} \times N_{(i)})}{N} \quad (3.13)$$

onde:

PEP = Produtividade Média Estimada pelo modelo agrometeorológico ponderado pelo número de áreas plantadas ou colhidas em cada mês de uma dada variedade, num determinado estágio;

i = mês do plantio ou colheita;

n = nº de meses em que a variedade foi plantada ou colhida;

N = nº de áreas plantadas ou colhidas de uma dada variedade/estágio em cada ano safra anterior ao ano safra em questão (Tabela 3.18).

Finalmente a produtividade estimada final (PEF) em ton/ha obtida pelo modelo agrometeorológico é calculada da seguinte maneira:

$$PEF = PE \times VEM \quad (3.14)$$

onde:

PEF = produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico para uma dada variedade num determinado estágio considerando o período que vai do plantio ou corte até o mês de abril do ano safra em questão.

PE = produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico considerando o período que vai do plantio ou corte até o mês de abril do ano safra em questão.

VEM = fator médio de ajuste para variedade/estágio. (Equação 3.12).



### 3.13 - MODELO DE PRODUTIVIDADE

O modelo de produtividade proposto no presente trabalho visa combinar o modelo agrometeorológico com os índices vegetativos.

O modelo agrometeorológico é um modelo determinístico que em sua composição utiliza uma série de fatores independentes e que são responsáveis pelos diversos processos que determinam e influenciam a produtividade final da cultura. O índice vegetativo expressa o estado geral da cultura integrando nele vários fatores que influenciam a produtividade final e que de certa forma já estão incorporados ao modelo agrometeorológico. Assim sendo não é possível introduzir o índice vegetativo ao modelo agrometeorológico como um fator multiplicativo.

Baseado nos trabalhos de Barnett e Thompson (1982) e de Rudorff (1985), integrou-se aos dados de produtividade estimada, obtidos pelo modelo agrometeorológico, os valores dos índices vegetativos das diversas áreas canavieiras, através da regressão linear destas duas variáveis com a produtividade observada.





## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 - ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL DA CANA-DE-AÇÚCAR E SUA RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

Esta análise tem como principal finalidade verificar possíveis diferenças existentes na resposta espectral das principais variedades/estágios da cana-de-açúcar nas bandas 2 e 4 do sensor MSS ao nível orbital. Visto que um dos objetivos do trabalho é relacionar os dados espectrais coletados pelo sensor MSS, a bordo do satélite LANDSAT, com os dados de produtividade observados foi feita também uma análise da relação existente entre a resposta espectral das bandas 2 e 4, expressas através de um índice vegetativo (RVI), com a produtividade observada para as principais variedades/estágios da cultura canavieira.

Para esta análise foram selecionadas diversas amostras de áreas canavieiras que representam as principais variedades/estágios cultivados na Usina Barra Grande nos anos safra 83/84, 84/85 e 85/86. As Tabelas 4.1 a 4.3 contêm a média e o desvio padrão para: reflectância nas bandas 2 e 4; índice vegetativo (RVI); produtividade observada e ton/ha além do número de amostras envolvidas para o cálculo dos parâmetros estatísticos que foram obtidos a partir dos dados contidos nas Tabelas A1 a A3.

Analisando os resultados das Tabelas 4.1 a 4.3 nota-se que os valores médios de reflectância na banda 2 variam entre 5,3 e 7,5% e que de forma geral as variedades NA56-79 e SP70-1143 apresentam os menores valores. Na banda 4 os valores de reflectância variam entre 20,8 e 27,0% sendo que os menores valores correspondem à variedade NA56-79. Valores intermediários de reflectância são observados para as variedades CB45-155 e IAC 51/205. Os maiores valores são observados para a variedade de SP70-1143.





TABELA 4.3

MÉDIA E DESVIO PADRÃO PARA: REFLECTÂNCIA (%) NAS BANDAS 2 E 4 DO MSS;  
ÍNDICE VEGETATIVO (RVI); E PRODUTIVIDADE OBSERVADA (Ton/Ha),  
DAS PRINCIPAIS VARIETADES/ESTÁGIOS NO ANO SAFRA 85/86

IDENTIFI CAÇÃO	VARIEDADE	ESTÁGIO	BANDA 2		BANDA 4		ÍNDICE VEGETATIVO		PRODUTIVIDADE		Nº DE ÁREAS CANAVIEIRAS
			MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	
1	NA 56-79	1	5,7	0,6	22,9	2,4	4,02	0,52	120,3	18,4	19
2	NA 56-79	2	5,4	0,5	24,9	3,1	4,63	1,35	108,1	7,5	14
3	NA 56-79	3	5,5	0,5	23,0	2,9	4,20	0,85	87,3	13,1	23
4	NA 56-79	4	5,7	0,6	23,9	2,8	4,25	0,82	80,7	17,0	29
5	NA 56-79	5	5,7	0,6	23,0	2,6	4,09	0,66	78,8	16,4	25
6	NA 56-79	6	5,6	0,4	22,6	1,3	4,01	0,23	76,4	8,4	20
7	CB 45-155	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	CB 45-155	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	CB 45-155	5	6,5	0,7	23,3	2,4	3,65	0,63	47,8	7,0	13
10	IAC 51/205	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	IAC 51/205	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	IAC 51/205	3	5,6	0,5	25,2	1,9	4,52	0,63	55,3	3,4	6
13	IAC 51/205	4	6,0	0,4	24,2	1,2	4,06	0,37	53,1	4,6	17
14	IAC 51/205	5	6,2	0,7	23,1	0,9	3,43	0,98	38,6	13,1	7
15	SP 70-1143	1	5,7	0,3	25,1	0,9	4,42	0,36	99,1	8,3	11
16	SP 70-1143	2	6,2	0,6	26,3	3,3	4,32	0,78	80,9	10,2	9
17	SP 70-1143	3	6,2	0,5	25,6	2,8	4,19	0,40	65,8	7,3	16
18	SP 70-1143	4	6,0	0,3	25,9	2,9	4,34	0,50	72,7	15,4	4

A fim de melhor visualizar os resultados das Tabelas 4.1 a 4.3 foi elaborada a Figura 4.1 onde se pode observar a dispersão dos parâmetros estatísticos (média e desvio padrão) em função da variedade/estágio para a reflectância nas bandas 2 e 4, para o índice vegetativo e para a produtividade. Observando o gráfico da Figura 4.1a não podemos extrair nenhuma conclusão de forma direta além daquela já discutida anteriormente em termos dos maiores e menor valores, para as diversas variedades, nas bandas 2 e 4, Visto que o índice vegetativo visa expressar a relação existente entre a alta absorvância da energia eletromagnética no comprimento de onda da banda 2, devido a presença de clorofila nas folhas, e a alta reflectância da energia na banda 4, devido as múltiplas reflexões da energia no mesófilo das folhas e que será tanto maior quanto maior for o número de camadas de folhas, podemos concluir que quanto maior o índice vegetativo maior será a biomassa e conseqüentemente maior será a produtividade. De certa forma é o que observamos quando comparamos o gráfico da Figura 4.1.b referente ao índice vegetativo com o gráfico da Figura 4.1.c referente à produtividade, expressa em toneladas de colmo por hectare.

Todavia a relação existente entre o índice vegetativo e a produtividade não é muito evidente quando comparamos esses dois gráficos (b e c) da Figura 4.1 e para tanto foi feita a correlação entre estas duas variáveis para expressa nesta relação de forma estatística. A Figura 4.2 mostra a regressão da produtividade média observada (ton/ha) com o índice vegetativo médio (RVI) para as principais variedades/estágios nos anos safra 83/84(a), 84/85(b), 85/86(c) e em conjunto (d).

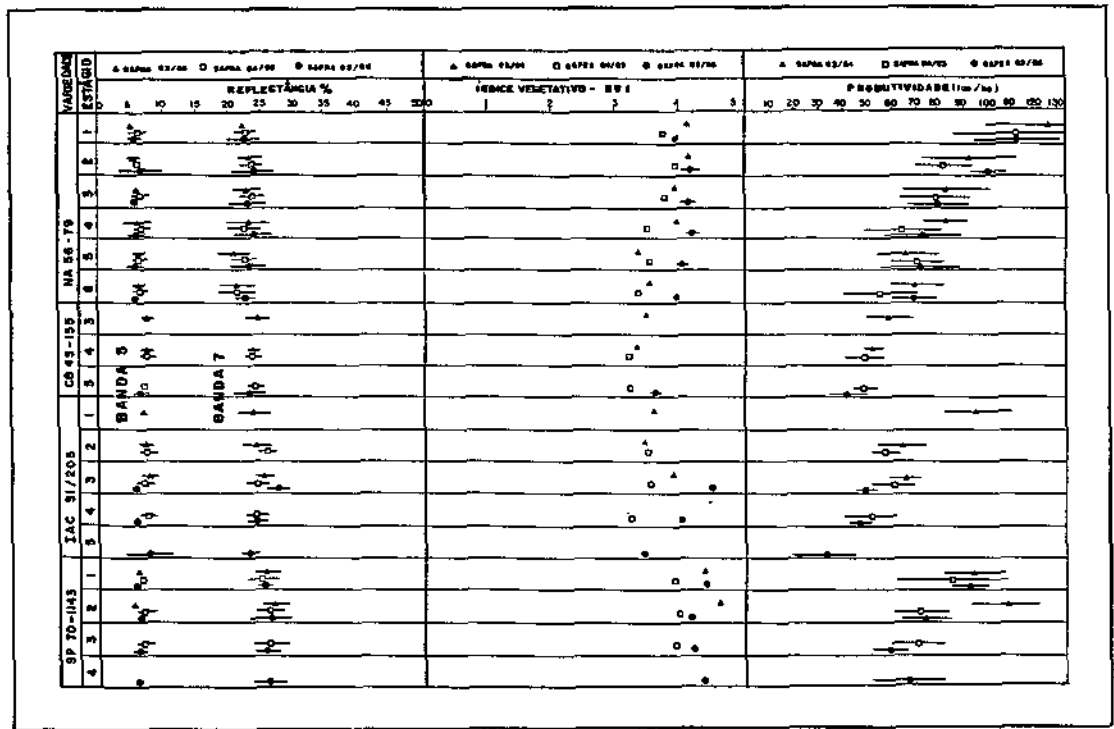


Fig. 4.1 - Média e desvio padrão de reflectância nas bandas 2 e 4 (a), de índice vegetativo (b) e de produtividade observada (c) por variedade/estágio nos anos safra 83/84 (+), 84/85 (□) e 85/86 (●).

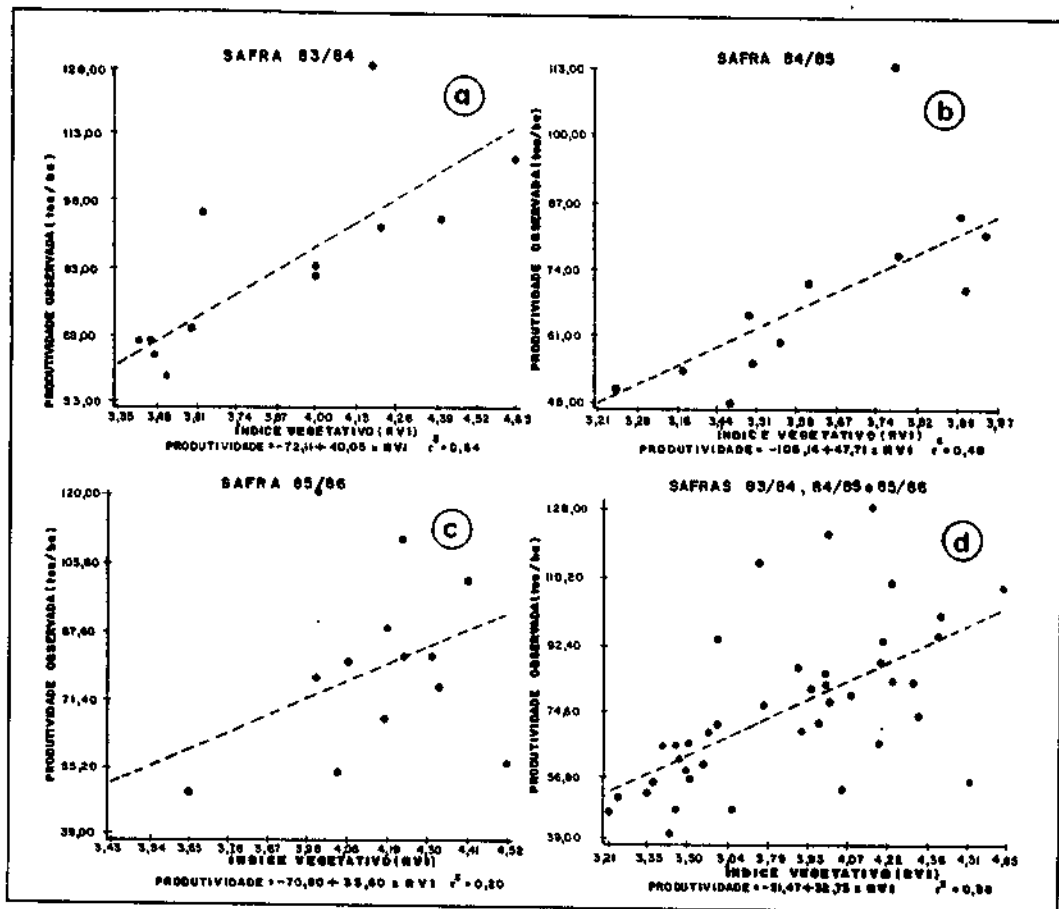


Fig. 4.2 - Regressão dos valores médios da produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para as principais variedades/estágios nos anos safra 83/84(a), 84/85(b), 85/86(c) e em conjunto (d).

Na análise dos resultados constantes na Figura 4.2 observa-se que há uma boa estabilidade nos valores dos coeficientes das equações de regressão especialmente para os anos safra 83/84 e 85/86. Todavia há uma grande variação nos valores dos coeficientes de determinação o que dificilmente pode ser explicado apenas através desta análise. A fim de obter uma melhor explicação sobre a correlação entre a produtividade e o índice vegetativo foi feita uma análise mais profunda destas correlações ao nível de variedades e estágios de corte e as figuras a seguir mostram as regressões e o coeficiente de correlação para as principais análises.

Inicialmente foram separadas as áreas de cana planta das áreas de cana soca em cada um dos anos safra analisados e também em conjunto. A partir dos dados da Tabela A.1, referentes ao ano safra 83/84, foi feita a regressão entre a produtividade observada na usina e o índice vegetativo para as principais variedades considerando as áreas de cana planta e cana soca de forma conjunta (Fig. 4.3a) e separada (Fig. 4.3 b e c). Na figura 4.3a observamos uma nítida tendência de aumento do índice vegetativo à medida que aumenta a produtividade e o índice vegetativo explica 47% da variação na produtividade. Nesta análise estão incluídas diversas variedades nos mais diferentes estágios de corte e crescimento. Na Figura 4.3b e 4.3c encontram-se os resultados da regressão, separando os estágios de cana planta e de cana soca e observa-se um sensível aumento da correlação para as áreas de cana soca onde o índice vegetativo explica 60% da variação na produtividade. Entretanto a regressão feita para as áreas de cana planta apresenta uma correlação muito baixa onde o índice vegetativo explica apenas 16% da variação na produtividade. Estas observações são igualmente constatadas para os anos safra 84/85 e 85/86 cujos resultados foram obtidos a partir do tratamento estatístico dos dados constantes nas Tabelas A2 e A3 e apresentados nas figuras 4.4 e 4.5. A melhora observada nos resultados para as áreas de cana soca certamente se deve ao fato de que a massa foliar expressa melhor a produtividade final observada para as soqueiras do que para as plantas por ocasião da tomada das medidas espectrais através do sensor a bordo do satélite. Dos três anos safra analisados os dois primeiros apresentam uma similaridade muito grande tanto nos coeficientes das



equações de regressão quanto nos coeficientes de determinação. A estabilidade dos coeficientes é uma característica muito importante na confecção de modelos de estimativa de produtividade sendo que a estimativa será tanto melhor quanto mais estáveis foram os coeficientes. No terceiro ano safra as áreas de cana soca apresentam uma correlação relativamente baixa quando comparada aos dois anos anteriores e as áreas de cana planta não apresentam nenhuma correlação neste ano safra. Não se dispõe de nenhuma evidência clara que possa explicar as razões desta baixa correlação embora a imagem apresenta algumas nuvens sobre a área de estudo o que impossibilitou a obtenção de dados espectrais de aproximadamente 60 áreas canavieiras que deveriam fazer parte do conjunto de amostras. Embora a razão de canais deva atenuar os efeitos aditivos na imagem do satélite, a presença de névoa, mesmo sendo suave, parece ser a causa desta baixa correlação observada entre os dados espectrais e a produtividade.

A Fig. 4.6 mostra o resultado da correlação entre a produtividade e o índice vegetativo RVI para os três anos safra em estudo, no qual a regressão mostra que o índice vegetativo explica 37% da variação da produtividade considerando as áreas de cana planta e soca. Os índices vegetativos das áreas de cana planta e cana soca separadamente explicam 11% e 49% respectivamente da variação na produtividade.

Do total das amostras selecionadas em cada ano safra foram extraídos alguns sub-conjuntos em termos de variedade e estágio. A variedade NA 56-79 corresponde a aproximadamente 50% de área cultivada em cada um dos três anos safra na Usina Barra Grande e portanto dispõe-se de um grande número de amostras para esta variedade, tanto para cana soca quanto para cana planta. A Figura 4.7 mostra as regressões, para a variedade NA 56-79, feitas entre a produtividade observada e o índice vegetativo para cana planta e cana soca nos três anos safra. Nota-se que as correlações para as áreas de cana soca são bastante altas em comparação com os resultados até então analisados. Este resultado é muito interessante pois, esta variedade no estágio de soqueira, apresenta uma área relativa plantada de 39,6%, 49,7% e 48,1% respectivamente para os anos safra 83/84, 84/85 e 85/86, na Usina Barra Grande.

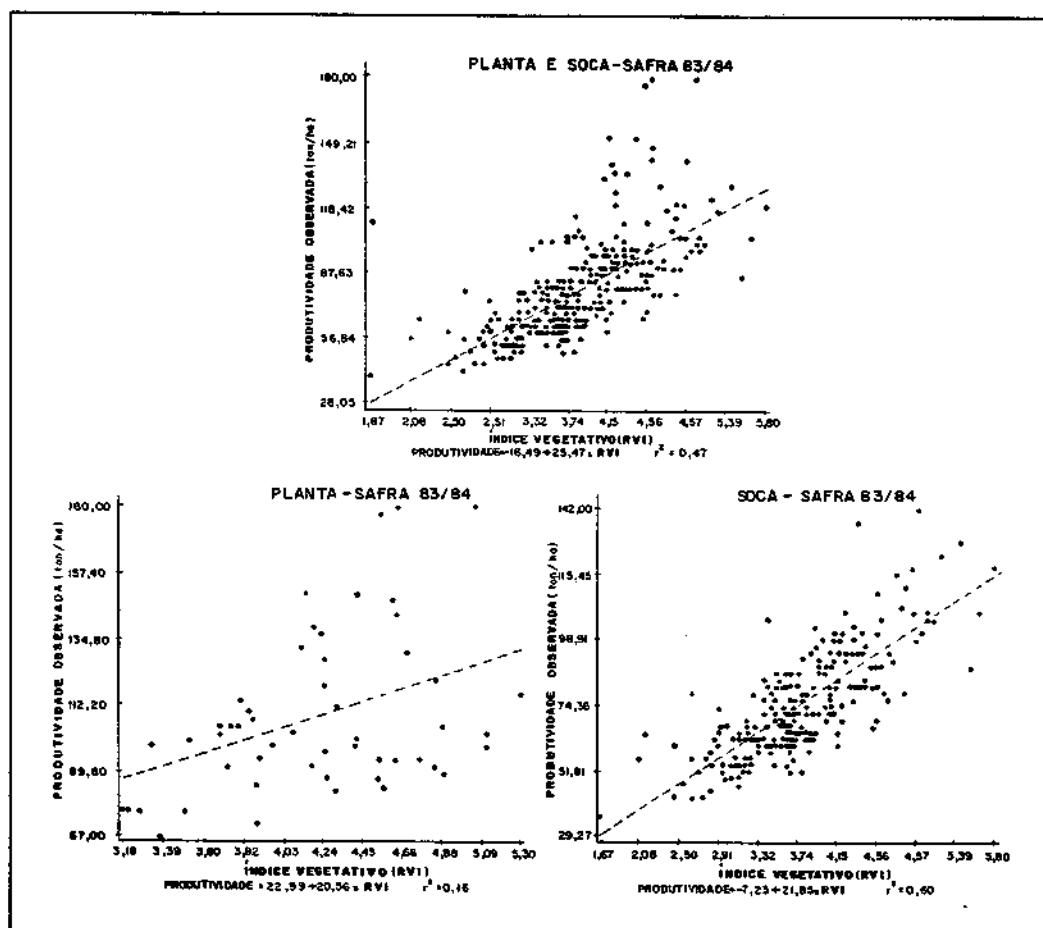


Fig. 4.3 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para o ano safra 83/84.

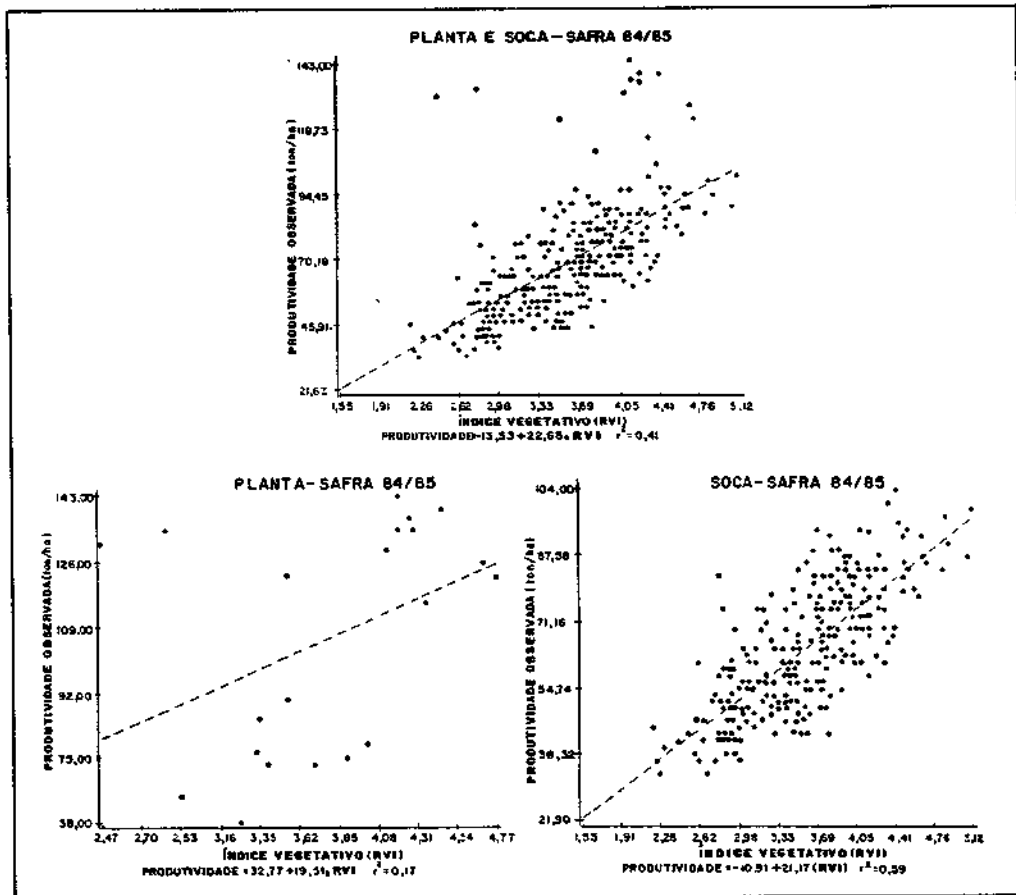


Fig. 4.4 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para o ano safra 84/85

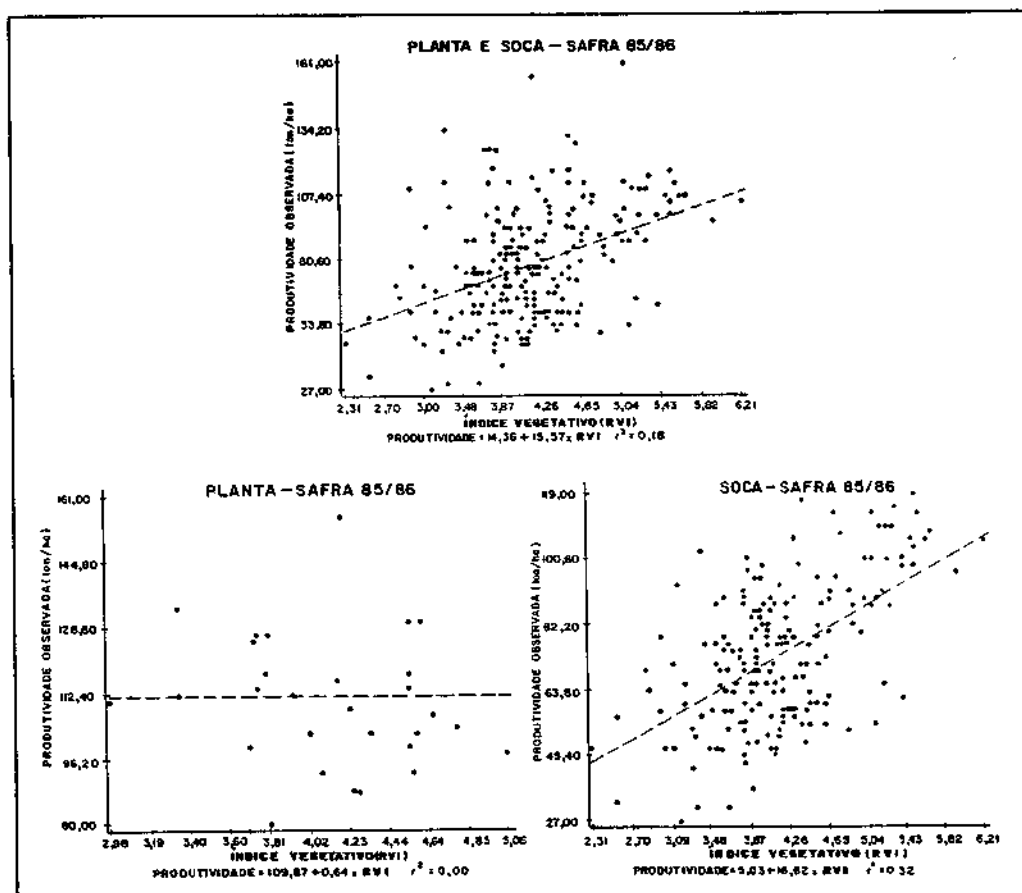


Fig. 4.5 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para o ano safra 85/86.

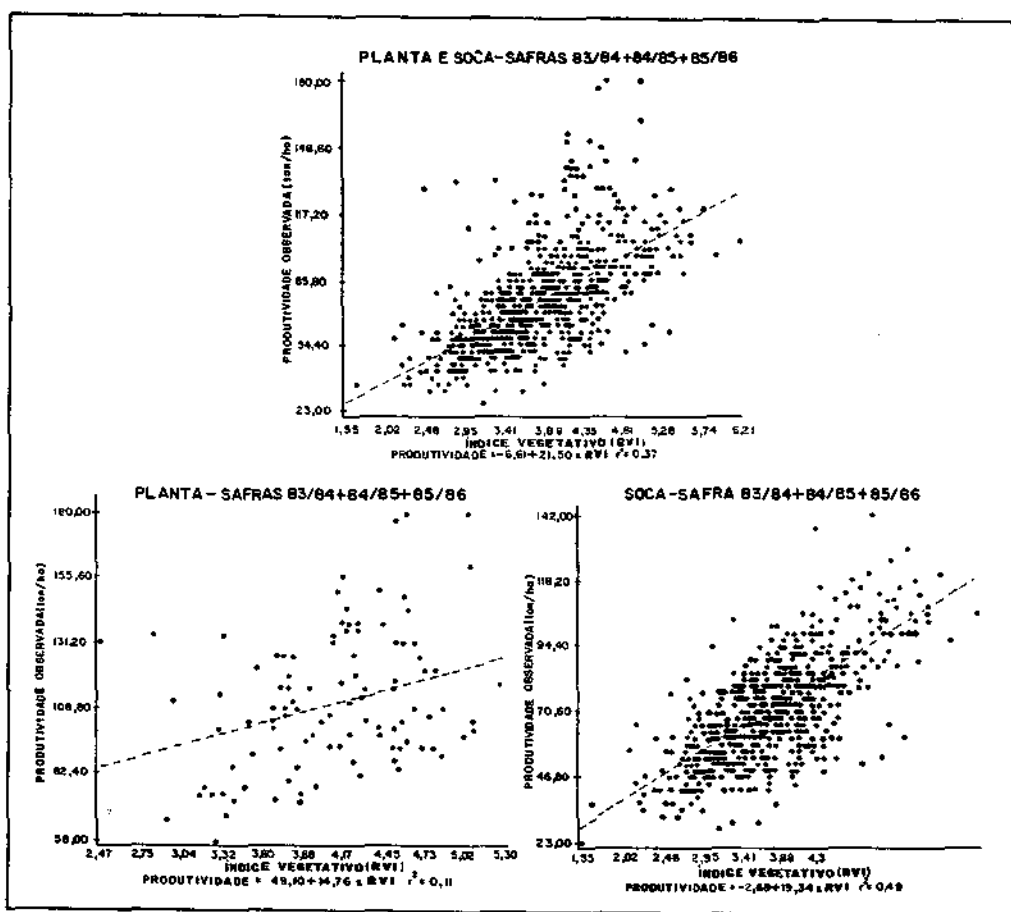


Fig. 4.6 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para os três anos safra em conjunto.

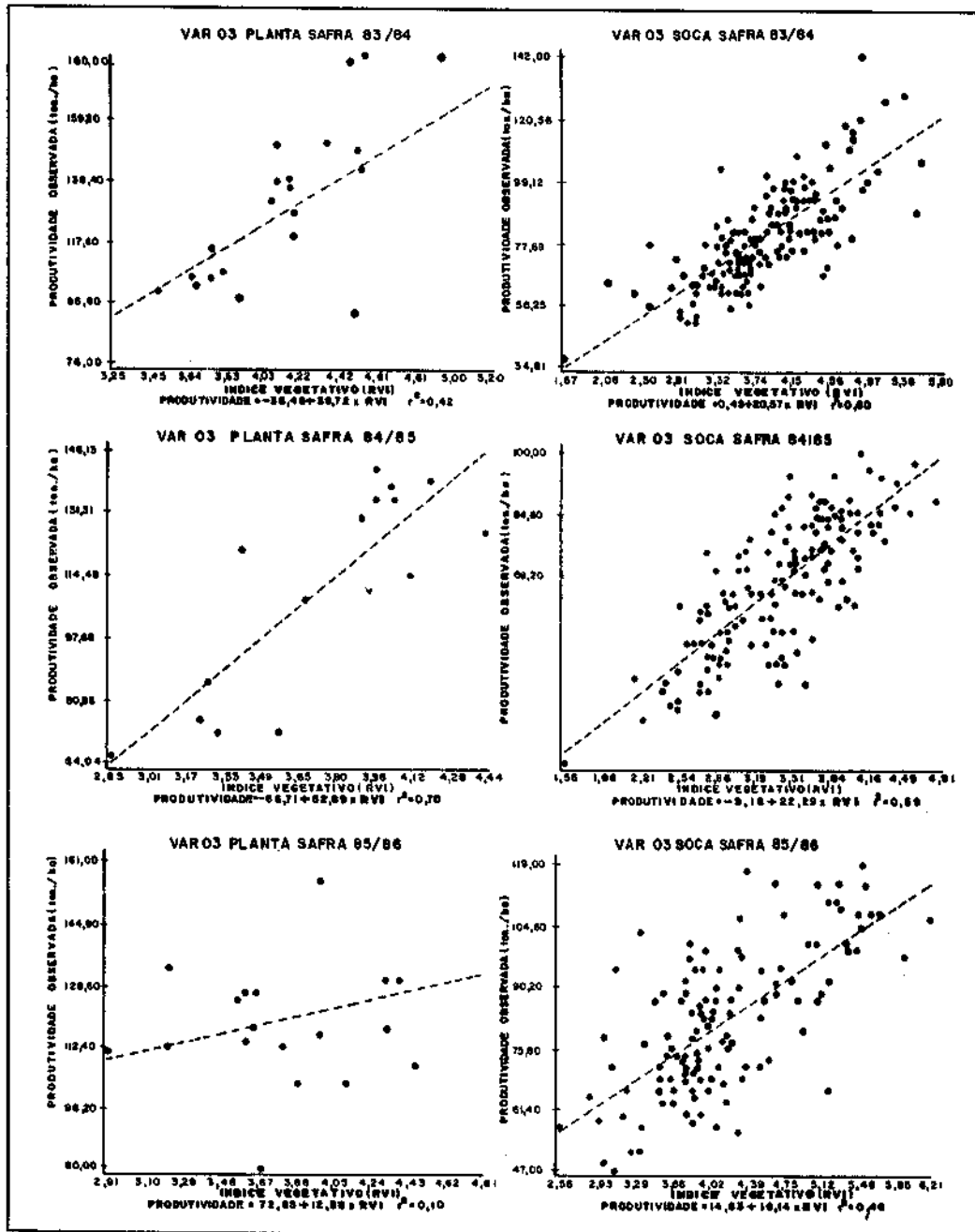


Fig. 4.7 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para áreas de cana planta e cana soca da variedade NA 56-79 nos anos safra 83/84, 84/85 e 85/86.

Outra variedade que apresenta boa correlação entre os dados espectrais e a produtividade é a CB 45-155 cuja área plantada com cana soca nos anos safra 83/84 e 84/85 foi respectivamente de 11,4% e 13,5%. Esta variedade vem sendo gradativamente substituída por outras variedades e já no ano safra 85/86 sua área plantada foi de 4,2%. A Figura 4.8 mostra a regressão, para esta variedade, nos anos safra 83/84 e 84/85, dos valores de produtividade observada com o índice vegetativo RVI.

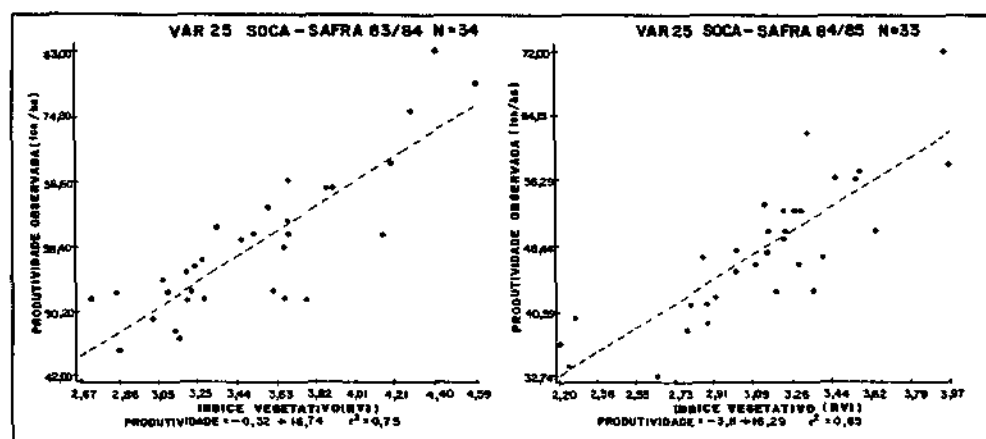


Fig. 4.8 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para as áreas de cana soca da variedade CB 45-155 nos anos safra 83/84 e 84/85.

A variedade IAC 51/205 é semelhante da variedade CB 45-155 vêm sendo substituída por outras variedades e a área plantada com cana soca no ano safra 83/84 foi de 10,2%, no ano safra 84/85 foi de 10,8% e no ano safra 85/86 foi de 4,2%. Apenas no ano safra 83/84 foi registrado uma área de 1,5% com cana planta para esta variedade. A Figura 4.9 mostra a regressão da produtividade observada com o índice vegetativo para a variedade IAC 51/205 nos três anos safra em estudo. Embora esta variedade apresente resultados inferiores em termos da correlação da produtividade com o índice vegetativo, especialmente em relação à variedade NA 56-79, os resultados podem ser considerados bastante positivos.

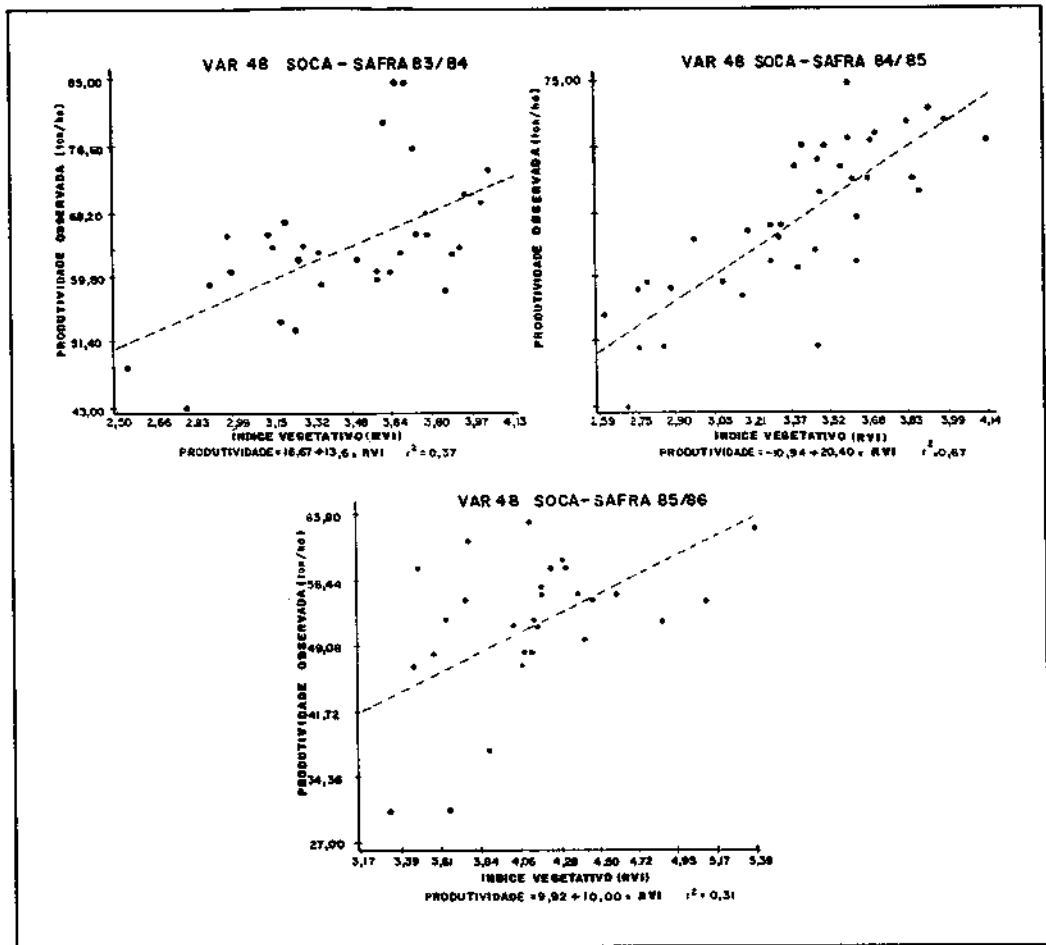


Fig. 4.9 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para as áreas de cana soca da variedade IAC 51/205 nos anos safra 83/84, 84/85 e 85/86.



A variedade SP 70-1143 vem sendo gradativamente introduzida nas áreas canavieiras da usina Barra Grande sendo que no ano safra 83/84 a área com cana planta desta variedade foi de 7,6% e de cana soca apenas 1,0%. A Figura 4.10 mostra a regressão dos dados de produtividade observada com o índice vegetativo RVI para o ano safra 83/84 relativos às áreas de cana planta da variedade SP 70-1143. Comparando os resultados obtidos, para cana planta, desta variedade com a variedade NA 56-79 no ano safra 83/84 observamos que o coeficiente de determinação é bastante semelhante (0,42 para NA 56-79 e 0,38 para SP 70-1143) embora os coeficientes da equação de regressão sejam bem diferentes o que sugere a separação destas variedades para a construção do modelo, para se obter melhores resultados de forma isolada, todavia este aspecto será discutido no item 4.3 referente ao modelo de produtividade. Nota-se também na comparação dos resultados destas duas variedades que o erro padrão da estimativa (e) é bem menor para a variedade SP 70-1143 (11,41 ton/ha) do que para a variedade NA 56-79 (21,22).

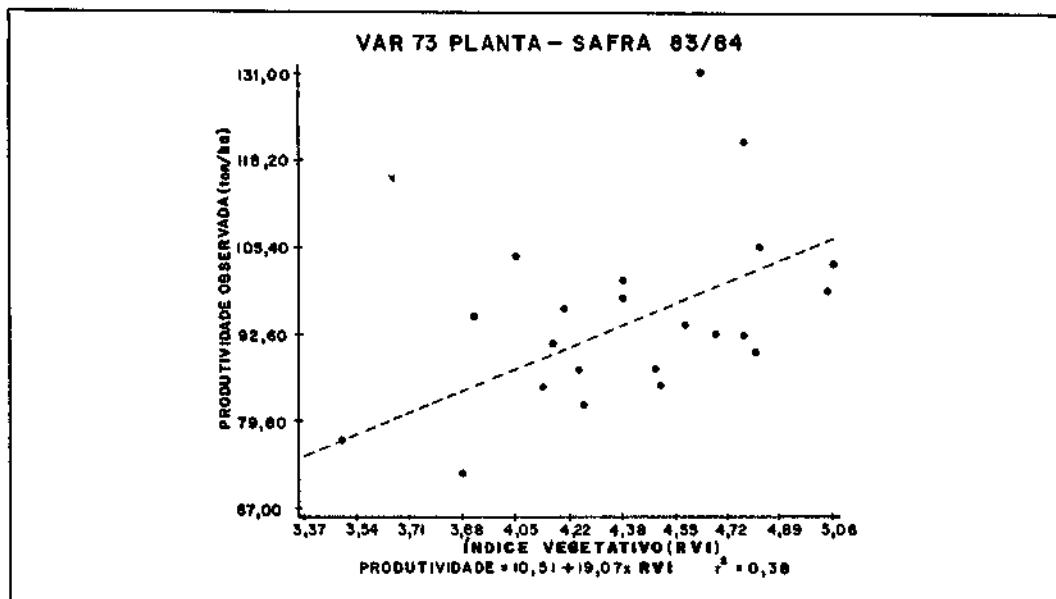


Fig. 4.10 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para as áreas de cana planta da variedade SP 70-1143 na safra 83/84.

Devido ao pequeno número de amostras da variedade SP 70-1143 no estágio de cana planta nos anos safra 84/85 e 85/86 a análise para este estágio ficou restrita ao ano safra 83/84.

A Figura 4.11 mostra as regressões da produtividade com o índice vegetativo para a variedade SP 70-1143 nos estágios de cana soca nos anos safra 84/85 e 85/86. Comparando o resultado desta variedade no ano safra 84/85 com o resultado de todas as áreas de cana soca neste mesmo ano safra conforme mostra a Figura 4.4 observamos uma boa similaridade entre estes resultados o que sugere afirmar que esta variedade comporta de forma similar com as demais variedades em termos da correlação dos índices vegetativos com a produtividade o que vem a ser uma característica desejável uma vez que a área plantada com esta variedade vem aumentando a cana ano safra em detrimento a outras variedades tais como a CB 45-155 e IAC 51/205. Entretanto esta mesma afirmação não é válida para o ano safra 85/86 onde os resultados da correlação para esta variedade são bem inferiores quando comparados com a média. Todavia a consistência de tal afirmação aumentará à medida em que esta metodologia é aplicada em vários anos safra, além disto os dados espectrais para o ano safra 85/86 não apresentam no geral, uma boa correlação com os dados de produtividade conforme discutido anteriormente.

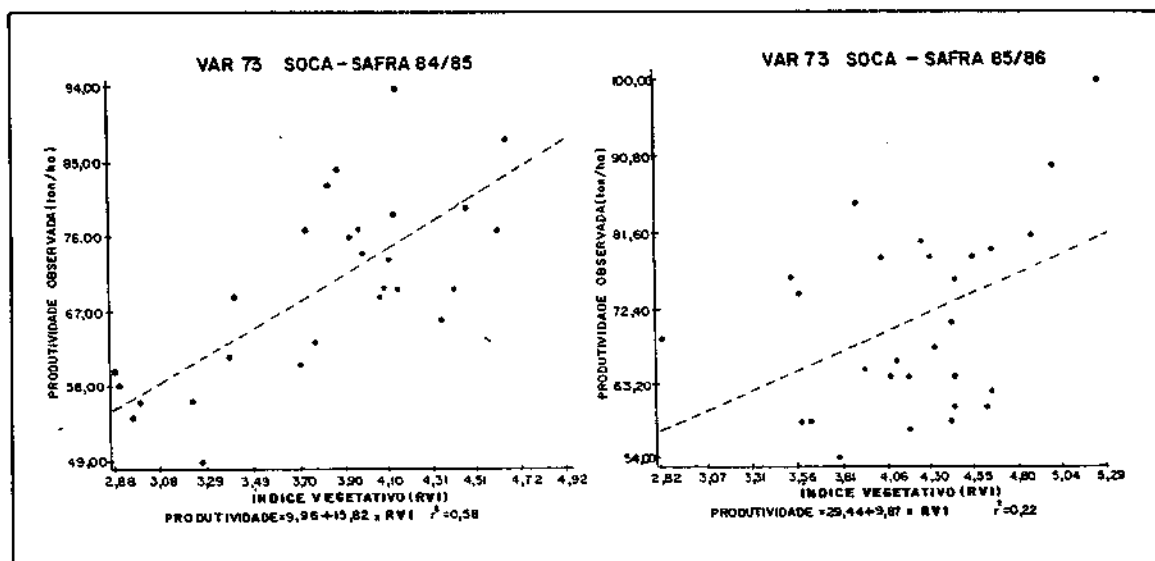


Fig. 4.11 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo (RVI) para as áreas de cana soca da variedade SP 70-1143 nos anos safra 84/85 e 85/86.

#### 4.2 - MODELO AGROMETEOROLÓGICO

O modelo agrometeorológico foi utilizado para obter os dados de produtividade estimada (PE) para cana-de-açúcar plantada entre os meses de dezembro e abril e também para a cana colhida entre os meses de abril e novembro. O modelo calcula primeiramente uma produtividade de máxima (PM) cujo valor depende da disponibilidade climática para a cultura e supõe condições ideais de disponibilidade de água. Posteriormente o modelo calcula a evapotranspiração máxima (ETM) da cultura. Dependendo da quantidade de água disponível no solo para a cultura a evapotranspiração real (ETR) será igual ou menor à ETM. Se ETR for igual a ETM o valor de PM será igual ao valor de PE. Se ETR for menor do que ETM o valor de PM será multiplicado por um índice de penalização (IP) obtendo-se o valor de PE. Os valores de PM (ton/ha), IP e PE (ton/ha) foram obtidos para os anos safra 83/84, 84/85 e 85/86 na Usina Barra Grande e são mostrados na Tabela 4.4.

Os valores de PE expressos em toneladas e colmos de cana/hectare representam a estimativa da produtividade em função da data de plantio ou colheita para uma variedade genérica da cultura da cana-de-açúcar. Visto que as variedades da cana-de-açúcar em seus diversos estágios de crescimento apresentam diferentes potenciais de produção calculou-se um fator médio de ajuste (VEM) para cada variedade/estágio, empregando-se as equações 3.12, 3.13 e 3.14 e cujos resultados são mostrados na Tabela 4.5. PO representa a produtividade média observada na usina para uma dada variedade num determinado estágio. PEP representa a produtividade média estimada pelo modelo agrometeorológico e ponderada em função do número de áreas colhidas ou plantadas no ano anterior e calculado de acordo com a equação 3.14. VE é o fator variedade/estágio para cada ano safra e calculado de acordo com a equação 3.12.

TABELA 4.4

RESULTADOS DO MODELO AGROMETEOROLÓGICO PARA OS 3 ANOS SAFRAS

MÊS DO PLANTIO OU COLHEITA		ANO SAFRA			83/84			84/85			85/86		
		PM	IP	PE	PM	IP	PE	PM	IP	PE			
CANA PLANTA	Dezembro	122	0,86	105	116	0,80	92	130	0,82	160			
	Janeiro	115	0,84	96	109	0,75	82	123	0,79	97			
	Fevereiro	106	0,83	88	102	0,75	76	113	0,74	84			
	Março	97	0,84	82	93	0,73	68	103	0,76	78			
	Abril	91	0,87	79	86	0,76	65	95	0,78	74			
CANA SOCA E RESSOCA	Abril	91	0,89	81	86	0,74	63	95	0,83	79			
	Maio	83	0,88	73	79	0,73	57	90	0,84	75			
	Junho	77	0,87	68	75	0,73	54	83	0,83	69			
	Julho	73	0,87	63	71	0,80	57	77	0,83	64			
	Agosto	67	0,88	59	66	0,77	51	71	0,84	60			
	Setembro	61	0,90	55	60	0,76	46	66	0,85	56			
	Outubro	54	0,89	48	56	0,77	43	59	0,86	51			
	Novembro	46	0,95	44	49	0,87	43	49	0,92	45			

TABELA 4.5

VALORES DE PRODUTIVIDADE OBSERVADA (PO) EM TON(HA) E ESTIMADA PELO MODELO AGROMETEOROLÓGICO (PEP) EM TON/HA E FATOR VARIEDADE/ESTÁGIO POR SAFRA (VE) E GERAL (VEM)

ANO SAFRA VARIEDADE ESTÁGIO	33/84			84/85			85/86			VEM	
	PO (ton/ha)	PEP (ton/ha)	VE	PO (ton/ha)	PEP (ton/ha)	VE	PO (ton/ha)	PEP (ton/ha)	VE	MÉDIO	ARREDON- DADO
03/01	112,4	87,6	1,28	114,1	74,1	1,54	124,6	91,8	1,36	1,39	1,35
03/02	90,6	67,5	1,34	80,4	55,9	1,44	103,0	74,0	1,39	1,39	1,40
03/03	83,6	64,2	1,30	73,8	53,7	1,37	83,0	71,1	1,17	1,28	1,30
03/04	80,1	65,7	1,22	66,6	51,3	1,30	76,4	69,1	1,11	1,21	1,20
03/05	71,2	64,5	1,10	63,4	51,7	1,23	75,7	69,5	1,09	1,14	1,10
03/06	—	—	—	—	—	—	75,5	67,1	1,13	1,13	1,10
03/07	—	—	—	—	—	—	69,2	68,2	1,01	1,01	1,00
25/02	47,8	48,2	0,99	49,6	46,9	1,06	—	—	—	1,02	1,00
25/03	55,9	47,8	1,17	42,3	48,2	0,88	49,6	58,0	0,86	0,97	1,00
25/04	50,4	50,1	1,01	46,9	45,5	1,03	51,5	52,8	0,98	1,00	1,00
25/05	53,6	51,9	1,03	47,3	44,0	1,08	51,7	49,6	1,04	1,05	1,00
25/06	—	—	—	—	—	—	53,4	51,4	1,04	1,04	1,00
25/07	63,3	—	—	—	—	—	56,3	51,0	1,10	1,10	1,00
48/01	99,7	87,6	1,14	—	—	—	—	—	—	1,14	1,10
48/02	60,7	51,8	1,17	58,2	48,7	1,20	71,9	—	—	1,18	1,15
48/03	60,6	53,2	1,14	55,2	44,9	1,23	55,0	50,3	1,09	1,15	1,15
48/04	55,2	55,2	1,00	49,4	44,3	1,12	53,9	54,1	1,00	1,04	1,15
48/05	—	—	—	64,3	44,6	1,44	42,6	52,4	0,81	1,12	1,15
48/06	—	—	—	—	—	—	49,3	—	—	—	—
72/01	—	—	—	74,8	68,1	1,10	90,7	88,5	1,02	1,06	1,05
72/02	—	—	—	77,5	54,4	1,42	71,4	67,9	1,05	1,23	1,00
72/03	—	—	—	—	—	—	61,2	61,4	1,00	1,00	1,00
73/01	99,8	85,8	1,16	90,0	73,6	1,22	95,5	86,2	1,11	1,16	1,15
73/02	—	—	—	74,6	48,7	1,53	84,5	64,9	1,30	1,40	1,30
73/03	—	—	—	69,0	49,2	1,40	67,4	56,3	1,20	1,30	1,20
73/04	—	—	—	—	—	—	70,3	56,9	1,24	1,24	1,20
MEDIA	78,5	65,1	—	68,6	53,9	—	77,8	68,2	—	—	—

TABELA 4.6

PERCENTAGEM DE ÁREA PLANTADA E PRODUTIVIDADE ESTIMADA FINAL PELO MODELO  
AGROMETEOROLÓGICO POR VARIEDADE/ESTÁGIO

VARIEDADE/ ESTÁGIO	ANO SAFRA	83/84		84/85		85/86	
		% DE ÁREA PLANTADA	PEF (ton/ha)	% DE ÁREA PLANTADA	PEF (ton/ha)	% DE ÁREA PLANTADA	PEF (ton/ha)
03/01		10,2	118,3	3,8	100,0	3,7	123,9
03/02		10,8	94,5	11,9	78,3	4,6	103,6
03/03		10,0	83,5	11,4	70,0	12,5	92,4
03/04		5,6	78,8	10,7	61,6	11,5	82,9
03/05		13,2	71,0	15,6	56,9	9,2	76,5
03/06		—	—	—	—	5,5	73,8
03/07		—	—	—	—	5,4	68,2
25/02		0,6	48,2	0,5	46,9	—	—
25/03		7,4	47,8	0,8	48,2	0,4	58,0
25/04		8,0	50,1	7,5	45,5	0,4	52,8
25/05		6,4	51,9	4,7	44,0	2,1	49,6
25/06		—	—	—	—	0,7	51,4
25/07		—	—	—	—	0,5	51,0
48/01		1,5	96,4	—	—	—	—
48/02		5,5	60,0	1,9	55,2	—	—
48/03		2,7	61,2	6,0	51,6	1,9	57,8
48/04		1,3	63,5	2,6	50,1	4,8	62,2
48/05		—	—	0,3	51,3	1,8	60,3
48/06		—	—	—	—	—	—
72/01		—	—	0,9	71,5	2,2	92,9
72/02		—	—	0,9	54,4	1,3	67,9
72/03		—	—	—	—	0,9	61,4
73/01		7,6	98,7	4,8	84,6	7,3	95,0
73/02		—	—	8,3	63,3	5,8	84,4
73/03		—	—	1,0	59,0	8,5	67,6
73/04		—	—	—	—	1,0	68,3
MÉDIA		90,8	77,4	91,8	64,6	92,0	80,7

A fim de verificar quanto o fator variedade/estágio (VEM) melhora a estimativa efetuada com este fator em relação à estimativa efetuada sem este fator, foi feita a regressão dos valores médios de PEP (sem fator) (Tabela 4.5) e outra de PEF (com fator) (Tabela 4.0) com a produtividade observada (PO) (Tabela 4.5) para as diversas variedades/estágios nos três anos safra em estudo e cujos resultados são mostrados na Figura 4.12.

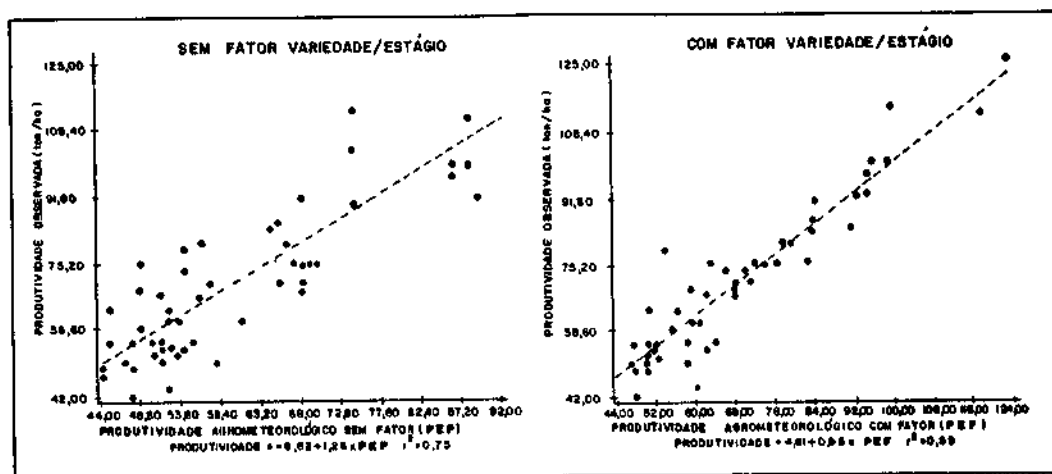


Fig. 4.12 - Regressão dos valores médios de produtividade observada (PO) (ton/ha) por variedade e estágio com os respectivos valores médios de produtividade obtidos pelo modelo agrometeorológico (ton/ha) sem o fator variedade/estágio (PEP) e com o fator variedade/estágio (PEF) nos três anos safra em estudo.



O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para a regressão feita com a produtividade observada (PO) e a produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico sem o fator variedade/estágio (PEP) foi de 0,75 e o  $r^2$  para a regressão com PO e a produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico com a fator variedade/estágio (PEP) foi de 0,89. A Tabela 4.7 mostra o erro relativo da produtividade média geral estimada pelo modelo agrometeorológico com e sem o fator variedade/estágio em relação à produtividade média geral observada na usina em ton/ha.

TABELA 4.7

ERRO RELATIVO DA ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE PELO MODELO  
AGROMETEOROLÓGICO COM E SEM O FATOR VARIEDADE/ESTÁGIO EM RELAÇÃO  
À PRODUTIVIDADE GERAL OBSERVADA NA USINA EM TON/HA)

PRODUTIVIDADE ESTIMADA	ANO SAFRA	83/84	84/85	85/86
	SEM FATOR		-17,1	-21,4
COM FATOR		-1,4	-5,8	+3,7

Estes resultados mostram que a incorporação do fator variedade/estágio à estimativa da produtividade obtida pelo modelo agrometeorológico melhora a estimativa de produtividade da cana-de-açúcar.

#### 4.3 - MODELO DE PRODUTIVIDADE

Os índices vegetativos e os dados de produtividade obtidos através do modelo agrometeorológico, por si só explicam boa parte da variação da produtividade observada conforme foi visto nos itens 4.1 e 4.2.

Os índices vegetativos apresentam uma alta resolução espacial pois cada dado espectral provém de uma área de 0,64 ha. Desta forma as áreas canavieiras são observadas com detalhe e os dados espectrais transformados em índices vegetativos expressam a biomassa e consequentemente estão relacionados com a produtividade agrícola da cultura. Todavia estes dados se restringem a uma única observação localizada no final do período de máximo crescimento da cultura (fevereiro-março). O sensor a bordo do satélite capta a energia refletida pela cultura que é essencialmente função da disponibilidade climática e da tecnologia adotada na condução da cultura, durante o seu período de crescimento. O acompanhamento da disponibilidade climática ao longo do ciclo de crescimento da cultura e sua implicação na produção de biomassa é feito, como sugere o trabalho, através de um modelo agrometeorológico, cuja informação em termos do estado geral de cultura, ao nível de talhões de cana, é complementada por meio dos dados espectrais obtidos através do satélite em uma única passagem por safra. A incorporação dos índices vegetativos com os dados de produtividade do modelo agrometeorológico para a obtenção de um modelo de estimativa de produtividade foi feita através da regressão linear múltipla destas duas variáveis independentes com a produtividade observada na usina tida como variável dependente.

Para se construir este modelo é imprescindível que em primeiro lugar se disponha de um número razoável de amostras e que representem bem todo o sistema de produção da usina. Para tal selecionou-se três conjuntos de aproximadamente 130 amostras para cada ano safra (Tabela A3 a A5) e que foram obtidos a partir das amostras listadas nas Tabelas A1 a A3. Os conjuntos de amostras selecionados são compostos de talhões de cana das principais variedades/estágios cultivadas na usina e guardam aproximadamente a mesma proporção em termos da área planta

da na usina, ou seja, se num dado ano safra uma determinada variedade num certo estágio de corte é cultivada em 10% da área da usina então 10% das amostras são daquela variedade/estágio.

Os resultados das regressões dos Índices vegetativos com a produtividade observada apresentados no item 4.1 mostraram que há uma sensível diferença entre os coeficientes de correlação das áreas de cana planta e de cana soca o que pode sugerir que se deva obter modelos separados para estes diferentes estágios de corte da cultura. Entretanto observamos que o coeficiente de correlação para as áreas de cana soca aumenta enquanto o coeficiente de correlação para as áreas de cana planta diminui, quando comparados ao coeficiente das áreas de cana planta e cana soca em conjunto.

Assim sendo, não se evidencia uma vantagem em separar estes estágios de corte pois o que ocorre é simplesmente uma maior ou menor dispersão dos valores em torno de uma reta e não valores bem distribuídos ao longo de várias retas de acordo com o estágio de corte. O mesmo fato é observado também nos resultados das correlações feitas para diferentes variedades onde o coeficiente de correlação aumenta para umas e diminui para outras quando analisadas em separado. Portanto os resultados do item 4.1 mostram que não se faz necessário separar as variedades/estágio a fim de obter melhores resultados além disto a construção do modelo, se torna bem mais simples analisando os dados em conjunto.

Antes de incorporar os dados espectrais (Índice vegetativo) com os dados de produtividade do modelo agrometeorológico foi feita a regressão destes valores, em separado, com a produtividade observada.

A Figura 4.13 mostra a regressão do Índice vegetativo com a produtividade observada, para os conjuntos de amostras representativos do sistema de produção da usina nos três anos safra em estudo, de forma separada e também conjunta, ou seja, somando as amostras dos três anos safra. Na comparação dos resultados apresentados nesta figura com os resultados das Figuras 4.3 a 4.6 notamos que em todos os anos houve

uma melhora tanto em termos do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) quanto do erro padrão da estimativa, o que se deve ao fato de que as áreas de cana planta que tem uma correlação inferior às áreas de cana soca, estão em menor número neste segundo conjunto de amostras. Outra observação importante que podemos fazer com estes resultados é a similaridade dos coeficientes da equação de regressão para os anos safra 83/84 e 84/85 o que é uma característica altamente desejável na construção de um modelo de produtividade desta natureza. Nota-se também que apesar da baixa correlação no terceiro ano safra ( $r^2 = 0,24$ ), o Índice vegetativo explica 41% da variação na produtividade, considerando os dados dos três anos safra em conjunto.

Os dados de produtividade obtidos através do modelo agrometeorológico levam em conta, além da disponibilidade climática, a data de plantio (cana planta) ou data do último corte (cana soca) observado para cada amostra selecionada, e também a variedade e o estágio de corte em que se encontra a área canavieira. Os valores de produtividade estimada final (PEF) obtidos pelo modelo agrometeorológico estão nas Tabelas A.4 a A.6.

A fim de verificar o desempenho do modelo agrometeorológico foi feita a regressão dos dados de produtividade obtidos por este modelo com os dados de produtividade observada na usina, nos três anos safra de forma separada e também conjunta e os resultados são mostrados na Figura 4.14. Notamos que o desempenho do modelo agrometeorológico é bom nos três anos safra, especialmente no primeiro, todavia é importante lembrar que neste modelo foi introduzido um fator variedade/estágio calculado com base nos dados de produção das variedades nos diversos estágios de corte, dos três anos safra em estudo. Nota-se também que o modelo agrometeorológico explica 57% da variação da produtividade contra 41% da variação da produtividade obtida com o Índice vegetativo, quando a regressão é feita para os três anos safra em conjunto.

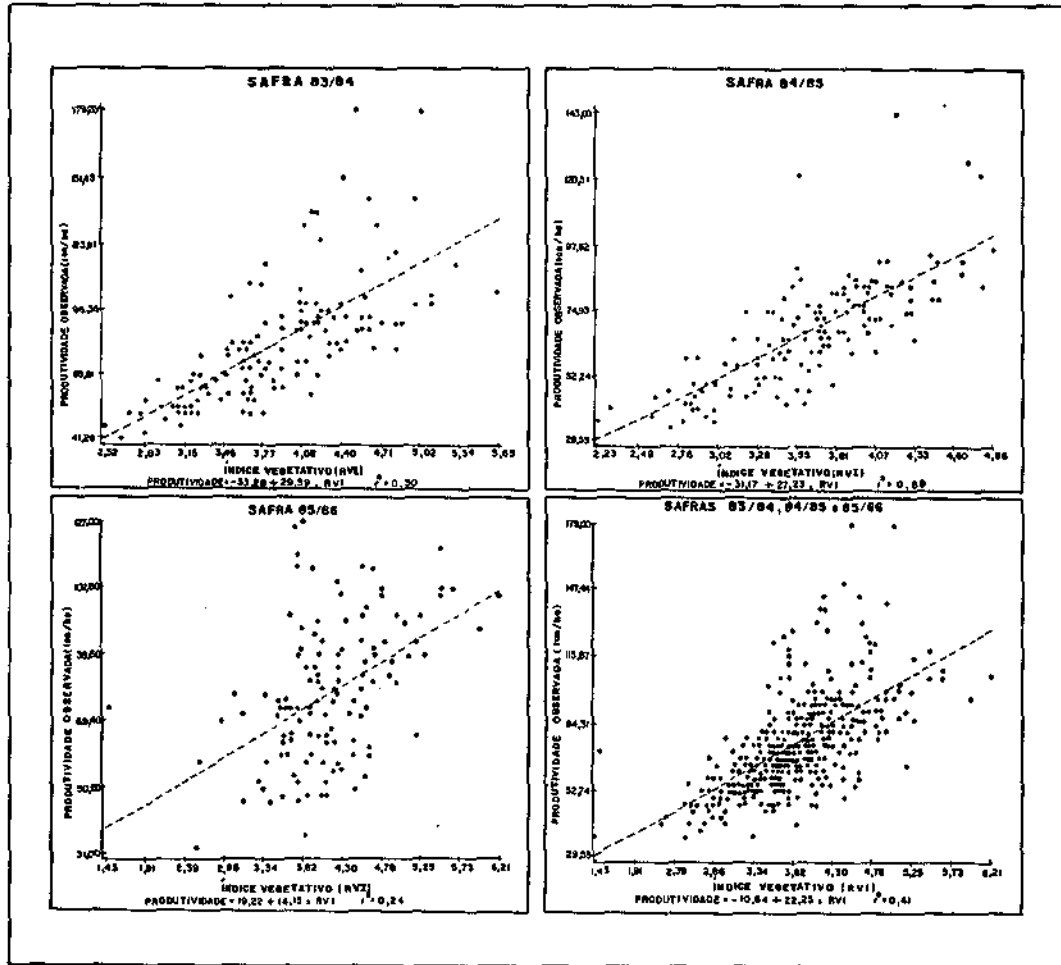


Fig. 4.13 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com o Índice vegetativo (RVI) para as amostras representativas do sistema de produção da usina, nos três anos safra.

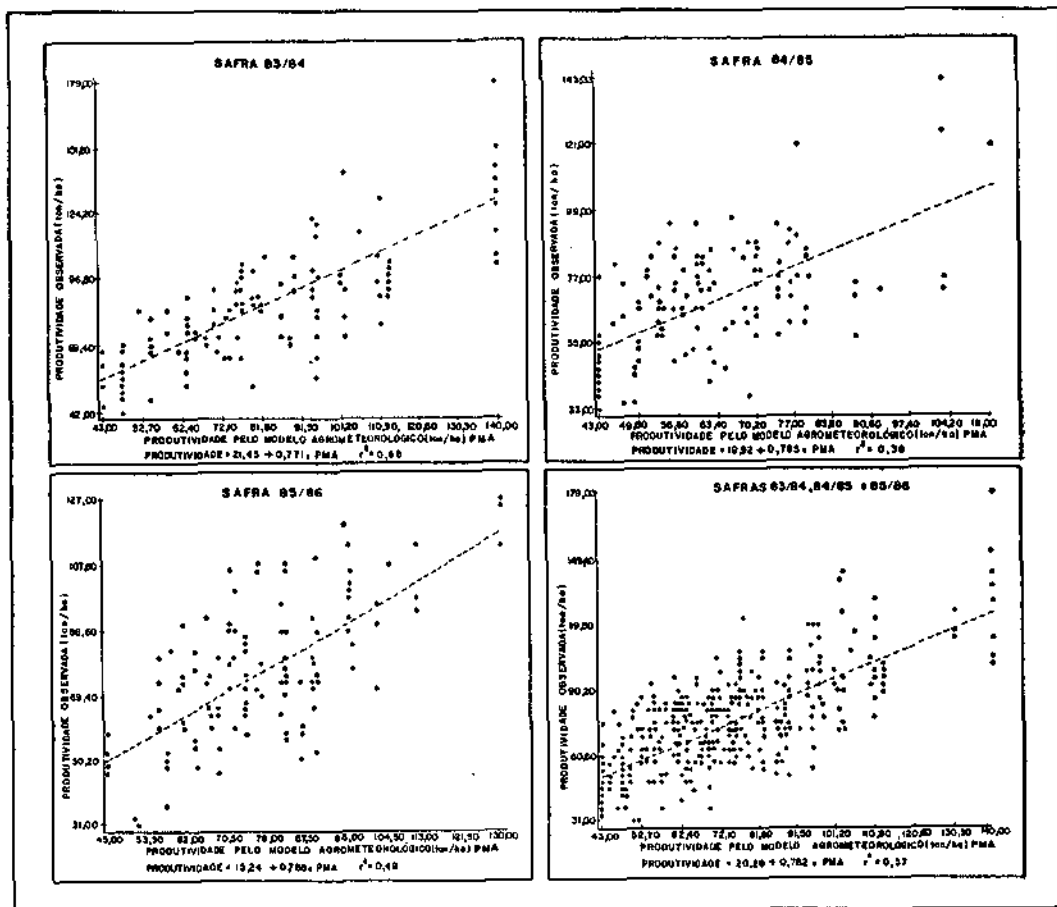


Fig. 4.14 - Regressão dos valores de produtividade observada (ton/ha) com os valores de produtividade obtidos pelo modelo agrometeorológico para as amostras representativas do sistema de produção da usina, nos três anos safra.

Finalmente chegamos ao modelo de produtividade que visa combinar os dois modelos já analisados (Índice vegetativo e agrometeorológico), num único modelo, e verificar quanto os dados espectrais do satélite LANDSAT contribuem na estimativa da produtividade quando incorporados aos dados de um modelo agrometeorológico.

A Tabela 4.8 mostra o resultado desta incorporação feita através da regressão dos dados de produtividade (PEF) do modelo agrometeorológico e dos índices vegetativos (RVI) com a produtividade observada na usina (PO). Esta tabela mostra também, de forma resumida, os resultados que constam nas Figuras 4.13 e 4.14 a fim de facilitar a comparação dos resultados.

Nota-se que em todos os anos safra houve uma melhora significativa nos coeficientes de determinação quando o Índice vegetativo é incorporado ao modelo agrometeorológico. Considerando os três anos safra em conjunto observamos que a variação da produtividade explicada pelo modelo agrometeorológico é de 57% passando para 72% com a incorporação do Índice vegetativo.

Sabe-se que a incorporação destas duas variáveis (modelo agrometeorológico e Índice vegetativo) através da técnica de regressão requer que elas sejam independentes ou pelo menos tenham um certo grau de independência. Entre os principais fatores que afetam a produtividade e que são levados em conta no modelo agrometeorológico temos: água no solo, temperatura, radiação, variedade e estágio de corte e época de plantio ou corte. O Índice vegetativo, que é uma transformação de bandas espectrais do sensor MSS, visa expressar as condições de crescimento e desenvolvimento da cultura em função da sua resposta espectral que representa o efeito coletivo de diversos fatores sobre a produtividade tais como: água no solo, temperatura, radiação, variedade, estágio de corte, época de plantio ou corte, fertilidade, pragas, doenças, traços culturais e densidade de plantio. Desta forma notamos que essas duas variáveis apesar de não serem independentes elas se complementam. Poderíamos dizer também que à medida em que a produtividade é afetada es

sencialmente pelos fatores imbutidos na variável do modelo agrometeorológico maior seria a dependência desta variável com o índice vegetativo e conseqüentemente menor a sua contribuição. Esta discussão cabe bem ao primeiro ano safra onde o modelo agrometeorológico por si só explica 68% da variação na produtividade e que é levada para 80% quando se introduz o índice vegetativo. Para este ano safra (83/84) o coeficiente de correlação entre o modelo agrometeorológico e os índices vegetativos é de 0,49 ou seja a mais alta dos três anos safra e conseqüentemente este é o ano em que o índice vegetativo menos contribui. De forma análoga podemos dizer que quanto maior for a influência, sobre a produtividade, de fatores tais como: fertilidade, pragas, doenças, tratos culturais e densidade de plantio; maior será a independência entre as duas variáveis e conseqüentemente maior será a contribuição do índice vegetativo ao modelo agrometeorológico. Este fato parece que pode ser bem observado no ano safra 84/85 onde o modelo agrometeorológico explica apenas 38% da variação na produtividade a qual é levada para 72% quando incorporado o índice vegetativo. O coeficiente de correlação entre o índice vegetativo e o modelo agrometeorológico neste ano safra é de 0,34. Para o terceiro ano safra (85/86) fica difícil elaborar uma discussão uma vez que foi constatado que neste ano safra a cultura não estava bem representada em termos de sua resposta espectral por ocasião da passagem do satélite (provavelmente devido a fatores atmosféricos). Todavia o índice vegetativo embora explique apenas 24% da variação da produtividade, contribui com um acréscimo de 18% elevando de 49% para 67% a variação explicada da produtividade quando introduzido ao modelo agrometeorológico. Neste ano safra o coeficiente de correlação entre as duas variáveis é de apenas 0,10 o que indica que elas são altamente independentes.



TABELA 4.8

RESULTADOS DA AGRESSÃO DA PRODUTIVIDADE OBSERVADA (PO) COM O ÍNDICE VEGETATIVO (RVI)  
E COM A PRODUTIVIDADE ESTIMADA PELO MODELO AGROMETEOROLÓGICO (PEF) DE FORMA  
SEPARADA (POxRVI e POxPEF) E CONJUNTA (POxPEF e RVI)

ANO SAFRA	Nº DE AMOSTRAS	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO r	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO r <sup>2</sup>	ERRO PADRÃO DE ESTIMATIVA e	VARIÁVEIS	
						DEPENDENTE	INDEPENDENTE
83/84	135	P = -33,29+29,59xRVI	0,71	0,50	18,3		
84/85	139	P = -31,17+27,23xRVI	0,77	0,59	12,1		RVI
85/86	131	P = 19,22+14,13xRVI	0,49	0,24	18,1		
TODOS	405	P = -10,64+22,25xRVI	0,64	0,41	17,4		
83/84	135	P = 21,45+0,771xPEF	0,82	0,68	14,7		
84/85	139	P = 19,92+0,785xPEF	0,62	0,38	14,9	PO	
85/86	131	P = 15,24+0,788xPEF	0,70	0,49	14,9		PEF
TODOS	405	P = 20,28+0,762xPEF	0,76	0,57	14,9		
83/84	135	P = -28,18+0,586xPEF+16xRVI	0,89	0,80	11,6		
84/85	139	P = -43,24+0,512xPEF+22,22xRVI	0,85	0,72	10,0		
85/86	131	P = -30,81+0,739xPEF+12,25xRVI	0,82	0,67	12,0		
TODOS	405	P = -23,13+0,603xPEF+14,33xRVI	0,85	0,72	12,1		RVI e PEF

A análise dos resultados nestes três anos safra mostra que a incorporação do Índice vegetativo ao modelo agrometeorológico é vantajoso pois em todos os casos melhora significativamente a estimativa. Para os três anos safra em conjunto a variação explicada com o modelo agrometeorológico é de 57% passando para 72% com a incorporação do Índice vegetativo. Sem dúvida este resultado é incorporador e a equação de regressão ( $P = -23,13 + 0,603 \times PEF + 14,33 \times RVI$ ) representa o modelo de produtividade obtido no presente trabalho. Todavia a elaboração de um modelo desta natureza idealmente deveria ser baseado num número bem maior de anos safra (pelo menos 10) a fim de aumentar a confiabilidade da estimativa da produtividade em anos subsequentes.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os objetivos estabelecidos e os resultados alcançados, concluiu-se que:

- 1) não existe uma diferença marcante no comportamento espectral entre as principais variedades nos diversos estágios de corte analisados;
- 2) embora exista uma sensível diferença nos coeficientes de determinação, da produtividade observada (ton/ha) com o índice vegetativo entre as principais variedades e entre diferentes estágios de corte (cana planta e cana soca) esta diferença se deve à maior ou menor dispersão dos pontos em torno de aproximadamente uma mesma reta e que portanto não se faz necessário a distinção de variedades e estágios de corte para a elaboração do modelo de produtividade;
- 3) a incorporação do fator variedade/estágio ao modelo agrometeorológico elevou a variação explicada de 75% para 89% na estimativa média da produtividade das principais variedades/estágios;
- 4) o índice vegetativo explicou 50%, 59%, 24% e 41% da variação da produtividade observada respectivamente para os anos safra 83/84, 84/85, 85/86 e os três anos em conjunto;
- 5) o modelo agrometeorológico explicou 68%, 38%, 49% e 57% da variação da produtividade observada respectivamente para os anos safra 83/84, 84/85, 85/86 e os três anos em conjunto;
- 6) o modelo de produtividade explicou 80%, 72%, 67% e 72% da variação da produtividade observada respectivamente para os anos safra 83/84, 84/85, 85/86 e os três anos em conjunto;

- 7) a incorporação do índice vegetativo ao modelo agrometeorológico melhora significativamente o coeficiente de determinação do modelo de produtividade estabelecido, em todos os anos safra.

Em virtude da experiência adquirida, recomenda-se que:

- 1) seja testado o modelo de produtividade para o ano safra 86/87;
- 2) que seja dada continuidade a este trabalho em anos safra subsequentes a fim de aumentar a confiabilidade da estimativa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-ABBAS, A.; BARR, H.R.; HALL, J.D.; CRANE, F.L.; BAUMGARDNER, M.F.  
Spectra of normal and nutrient deficient maize leaves. *Agronomy Journal*, 66 (1): 16-20, Jan./Feb. 1974.
- ASHLEY, M.D.; REA, J. Seasonal vegetation differences from ERTS imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 41(6): 713-719, June 1975.
- BAIER, W. Note on the terminology of crop-wether models. *Agricultural Meteorology*, 20(2): 137-145, Apr., 1979.
- 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].
- 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.
- BRASSE, T.W.; KANEMASU, E.T. Estimated winter wheat yield from LANDSAT MSS using spectral techniques. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 13., Ann Arbor, MI, 1979. *Proceedings*. Ann Arbor, MI, ERIM, 1979, p. 629-641.
- COLWELL, J.E. Possible future directions in crop yield forecasting. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 13, Ann Arbor, MI, 1979. *Proceedings*. Ann Arbor, MI, ERIM, 1979, p. 1781-1788.
- DE CAROLIS, C.; AMOEDO, P. Basic problems in the reflectance and emittance properties of vegetations. In: FRAYSSE, G. ed. *Remote sensing application in agriculture and hidrology*. Luxemburg, A.A. Balkema, 1980. p. 69-79.
- 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).

- FRÈRE, M.; POPOV, G.F. *Agrometeorological and forecasting*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1979. (FAO-Plant Production and Protection, Paper nº 17).
- GATES, D.M. Physical and physiological properties of plants. In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Remote sensing with special reference to agriculture and forestry*. Washington, DC. 1970. p.224-252.
- GATES, D.M.; KEEGAN, H.J.; SCHLETER, J.C.; WIEDNER, V.R. Spectral properties of plants. *Applied Optics*, 4(1): 11-12, 1965.
- 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.
- HOFFER, R.M. Biological and physical consideration in applying computer aided analysis techniques to remote sensor data. In: SWAIN, P. H.; DAVIS, S.M. ed. *Remote sensing the quantitative approach*. New York, McGraw Hill, Inc., 1978, p. 228-289.
- HOFFER, R.M.; JOHANSEN, C.J. Ecological potentials in spectral signature analysis. In: P.L. JOHANSEN, ed. *Remote sensing in ecology*. University of Georgia Press. Athens. GA, 1969.
- INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ALCOOL. PROGRAMA NACIONAL DE MELHORAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR (IAA.PLANALSUCAR) *Relatório Anual 1983*. Rio de Janeiro, 1984.
- IDSO, S.B.; PINTER, P.J.; JACKSON, R.D.; REGINATO, R.J. Estimation of grain yields by remote sensing of crop senescence rates. *Remote Sensing of Environment*, 9(1): 87-91, 1980.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Divisão de Minas e Geologia Aplicada (IPT). *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1981a v.2 (Monografia, 5).

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Divisão de Minas e Geologia Aplicada (IPT). Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, A bacia do Paranã e o vulcanismo mesozóico. In: ———. *Mapa geológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1981b. V.1. (Monografia, 6).
- INSTITUTO FLORESTAL (IF). *Levantamento da cobertura vegetal natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo*. 2.ed. São Paulo, 1975. (Bol. Técnico nº 11).
- JACKSON, R.D.; SLATER, P.N.; PINTER, P.J. Discrimination of growth and water stress in wheat by various vegetation indices through clear and turbid atmosphere. *Remote Sensing of Environment*, 13(3): 187-208, 1983.
- KAUTH, R.J.; THOMAS, G.S. The tasseled-cap. A graphic description of the spectral temporal development of agricultural crops as seen by LANDSAT. In: ANNUAL SYMPOSIUM MACHINE PROCESSING OF REMOTELY SENSED DATA, 2., West Lafayette, In, 1976. *Proceedings*. West Lafayette, IN, Purdue University 1976, p. 41-51.
- KNIPLING, E.B.; LAMBECK, P.F.; CRIST, E.P. Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near infrared radiation from vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 1(3): 155-159, 1970.
- MIDDLETON, E.M.; LU, Y.C. Using the solar elevation angle and radiance conversion to normalize forest spectral signatures. IN: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 17., An Arbor, MI, 1983. *Proceedings* An Arbor, MI, ERIM, 1983. Vol. 2, p. 895-905.
- MEDEIROS, J.S. Desenvolvimento metodológico para detecção de alterações da cobertura vegetal através da análise digital de dados MSS-LANDSAT. São José dos Campos, INPE, 1987 (INPE-4123-TDL/262).
- MOTA, F.S. *Meteorologia agrícola*. 4. ed. São Paulo, Nobel, 1979.
- MYERS, V.I. Soil, water and plant relation. In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Remote sensing with special reference to agriculture and forestry*. Washington, D.C. 1970. p.253-297.

- NELLI, E. Tipos de solos na Usina Barra Grande. Lencõis Paulista, 1983. Comunicação pessoal a B.F.T. Rudorff, em 25 de setembro de 1983.
- OMETTO, J.C. *Bioclimatologia Vegetal*, São Paulo, Agronômica Ceres, 1981, 425p.
- PEARSON, R.L.; MILLER, L.D. Remote mapping of standing crop biomass for estimating of the productivity of the shortgrass prairie. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 8., Ann Arbor, MI, 1972. *Proceedings*. Ann Arbor, MI, ERIM, 1972, p. 1357-1381.
- PINTER, P.J.; JACKSON, R.D.; IDSO, S.B.; REGINATO, R.J. Multidate spectral reflectance as predictors of yield in a water stressed wheat and barley. *International Journal of Remote Sensing*, 2(1): 43-48, 1981.
- RAO, M.V.K.; AYYANGER, R.S.; RAO, P.P.N. Role of multispectral data in assessing crop management and crop yield. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM MACHINE PROCESSING OF REMOTELY SENSED DATA WITH SPECIAL EMPHASIS ON CROP INVENTORY AND MONITORING, 8., West Lafayette, In. *Proceedings*. West Lafayette, In, Purdue University July 7-9, 1982, p. 226-234.
- RIBEIRO, E.A.; II, F.A.M.; MOREIRA, J.C.; DUTRA, L.V. *Manual dos usuários dos sistemas de tratamentos de imagens digitais*. São José dos Campos, INPE, out. 1982.
- RICHARDSON, A.J.; WIGAND, 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.
- ROBINOVE, C.J. Computation with physical values from LANDSAT digital data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 48(5): 781-784, May, 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. *Resposta espectral da cana-de-açúcar através de dados multitemporais do MSS do LANDSAT-4*. São José dos Campos, INPE, mar. 1985 (INPE-3474-PRE/717).
- SETZER, J. *Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, Comissão Interestadual da Bacia do Paranã-Uruguai, 1966, 66p.
- SINCLAIR, T.R.; HOFFER, R.M.; SCHREIBER, M.M. Reflectance and internal structure of leaves from several crops during a growing season. *Agronomy Journal*, 63(6): 864-868, Nov./Dec. 1971.
- THOMPSON, D.R. Monitoring growth and yield componentes by LANDSAT. In: *Feasibility of assessing crop conditions and yield from LANDSAT data*. Houston, TX, NASA, Lyndon B. Johnson Space Center, 1978. Section 5, p.5-1/5-9 (LACIE-00468, JSC-13732).
- THOMPSON, D.R.; WEHMANEN, O.A. Using LANDSAT digital data to detect moisture stress. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 45(2): 201-207, Feb. 1979.
- TUCKER, C.J. Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2): 127-150, 1979.
- TUCKER, C.J.; HOLBEN, 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. *Remote Sensing of Environment*, 11(3): 171-189, 1981.
- WIEGAND, C.L.; ROCHARDSON, 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.
- WIEGAND; C.L. The value of the direct observations of crop canopies for indicating growing conditions and yield. *International symposium on remote sensing of environment*, 18., Paris, France, Oct. 1984.



## APÊNDICE A

DADOS DE PRODUTIVIDADE EM TON/HA, DADOS ESPECTRAIS DO SENSOR MSS E ÍNDICE VEGETATIVO (RVI) POR VARIEDADE/ESTÁGIO PARA AS SAFRAS ANALISADAS NO ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL (TABELAS A1 a A3) E PARA AS ÁREAS UTILIZADAS NA OBTENÇÃO DO MODELO DE PRODUTIVIDADE (TABELAS A4 a A6)

TABELA A.1

DADOS DE PRODUTIVIDADE EM TON/HA, DADOS ESPECTRAIS DO SENSOR MSS E ÍNDICE VEGETATIVO (RVI) POR VARIEDADE/ESTÁGIO PARA AS ÁREAS CANAVIEIRAS UTILIZADAS NO ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL NA SAFRA 83/84

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI
1	42	78	03	01	01	133	14.565	50.025	5.29	21.78	4.12
2	35	85	03	01	01	106	17.160	53.400	6.14	23.16	3.72
3	35	51	03	01	01	93	14.750	56.125	5.35	24.30	4.54
4	31	55	03	01	01	76	15.585	41.915	5.63	18.39	3.27
5	22	1	03	01	01	106	15.415	47.040	5.57	20.52	3.69
6	16	83	03	01	01	149	13.050	53.425	5.05	23.18	4.59
7	16	80	03	01	01	179	13.085	55.915	4.80	24.21	5.04
8	16	77	03	01	01	180	14.500	56.250	5.27	24.35	4.62
9	16	76	03	01	01	178	14.250	54.210	5.19	23.50	4.53
10	16	66	03	01	01	143	13.405	52.195	4.91	22.66	4.62
11	16	65	03	01	01	127	14.040	49.835	5.12	21.68	4.24
12	16	61	03	01	01	137	14.415	50.750	5.25	22.06	4.21
13	16	50	03	01	01	139	14.250	49.665	5.19	21.61	4.17
14	16	57	03	01	01	120	14.335	50.835	5.22	22.10	4.24
15	16	56	03	01	01	107	14.415	46.315	5.25	20.22	3.86
16	16	55	03	01	01	98	14.250	47.000	5.19	20.50	3.96
17	16	54	03	01	01	115	15.000	47.220	5.44	20.59	3.79
18	16	54	03	01	01	115	15.000	47.220	5.44	20.59	3.79
19	14	4	03	01	01	102	15.290	44.460	5.53	19.44	3.52
20	12	58	03	01	01	138	14.695	51.730	5.34	22.47	4.22
21	12	57	03	01	01	127	14.750	52.290	5.35	22.70	4.25
22	12	5	03	01	01	151	14.960	55.290	5.42	23.95	4.42
23	12	5	03	01	01	151	15.335	52.790	5.55	22.91	4.14
24	43	70	03	01	01	103	16.775	50.675	6.02	22.11	3.68
25	43	69	03	01	01	117	13.900	62.250	5.08	26.85	5.30
26	43	68	03	02	01	73	15.400	52.700	5.57	22.87	4.11
27	43	78	03	02	01	115	14.615	59.750	5.31	25.81	4.87
28	43	80	03	02	01	121	13.085	64.665	4.80	27.85	5.88
29	43	79	03	02	01	103	15.445	59.210	5.58	25.58	4.59
30	43	78	03	02	01	115	14.615	59.750	5.31	25.81	4.87
31	43	67	03	02	01	82	15.925	53.550	5.74	23.23	4.05
32	43	63	03	02	01	93	14.605	53.850	5.31	23.35	4.41
33	43	62	03	02	01	89	12.585	59.625	4.65	25.75	5.55
34	43	61	03	02	01	81	15.735	57.000	5.68	24.66	4.35
35	43	60	03	02	01	80	17.665	49.540	6.31	21.56	3.42
36	43	57	03	02	01	81	13.820	53.195	5.05	23.08	4.58
37	43	56	03	02	01	61	17.390	52.320	6.22	22.72	3.66
38	43	55	03	02	01	61	17.585	48.945	6.28	21.31	3.40
39	11	79	03	02	01	130	13.835	63.625	5.05	27.42	5.43
40	11	78	03	02	01	103	15.665	59.250	5.00	25.60	5.13
41	11	77	03	02	01	116	13.730	56.890	5.02	24.28	4.84
42	14	80	03	02	01	91	15.150	53.100	5.49	23.04	4.21
43	14	99	03	02	01	62	18.250	54.800	6.50	23.41	3.61
44	16	78	03	02	01	142	13.625	57.290	4.98	24.78	4.98
45	16	79	03	02	01	126	12.625	56.210	4.66	24.33	5.23
46	16	85	03	02	01	91	13.375	53.250	4.90	23.12	4.72
47	16	86	03	02	01	105	12.375	59.835	4.58	25.84	5.65
48	21	16	03	02	01	89	15.000	49.800	5.44	21.33	3.93
49	23	60	03	02	01	80	17.550	50.375	6.27	21.91	3.50
50	23	59	03	02	01	96	16.445	54.250	5.91	23.52	3.99
51	23	58	03	02	01	86	18.000	51.540	6.42	22.39	3.49
52	31	26	03	02	01	77	15.750	49.000	5.68	21.33	3.76
53	31	18	03	02	01	70	19.625	51.085	6.95	22.20	3.20
54	31	15	03	02	01	77	19.125	52.625	6.79	22.84	3.37
55	23	83	03	02	01	93	15.540	54.885	5.61	23.45	4.18
56	23	82	03	02	01	91	16.100	55.100	5.80	23.87	4.12
57	23	81	03	02	01	66	18.625	48.585	6.62	21.16	3.20
58	23	70	03	02	01	93	15.600	54.625	5.63	23.70	4.21
59	35	67	03	02	01	62	18.290	45.875	6.51	20.03	3.08
60	43	54	03	02	01	86	16.210	50.165	5.83	21.82	3.75
61	35	7	03	02	01	101	16.660	53.425	5.98	23.18	3.88
62	35	6	03	02	01	97	16.085	54.750	5.79	23.73	4.18
63	35	5	03	02	01	90	16.900	54.950	6.06	23.81	3.94
64	35	4	03	02	01	96	15.950	52.825	5.75	22.91	3.99
65	35	2	03	02	01	100	15.675	53.450	5.66	23.19	4.10
66	35	1	03	02	01	103	18.325	50.875	6.53	22.11	3.39
67	42	77	03	01	01	67	17.125	51.750	6.13	22.48	3.67
68	35	84	03	03	01	82	17.290	51.165	6.19	22.23	3.60
69	23	87	03	03	01	98	16.280	55.790	5.86	24.16	4.13
70	32	53	03	03	01	83	18.250	52.750	6.50	22.89	3.53
71	22	18	03	03	01	66	16.250	48.540	5.85	21.14	3.62
72	22	17	03	03	01	73	16.625	49.325	5.97	21.47	3.60
73	21	18	03	03	01	67	19.915	48.250	7.05	21.02	2.99
74	21	12	03	03	01	100	14.540	53.415	5.29	23.17	4.39
75	21	11	03	03	01	98	15.290	52.250	5.53	22.69	4.11
76	21	22	03	03	01	87	14.750	57.085	5.35	24.70	4.62
77	21	20	03	03	01	74	19.540	45.960	6.92	20.07	2.90
78	21	19	03	03	01	85	15.790	52.085	5.70	22.62	3.98
79	21	23	03	03	01	80	17.125	52.665	6.13	22.86	3.73
80	21	23	03	03	01	80	15.625	53.665	5.64	23.27	4.13

(continua)

Tabela A.1 - Continuação

N	F	T	V	E	S	PD	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI
81	21	7	03	03	01	63	16.290	45.960	6.51	20.07	3.69
82	14	59	03	03	01	79	15.040	61.120	5.45	26.40	4.85
83	14	51	03	03	01	81	14.085	53.750	5.14	23.31	4.54
84	12	62	03	03	01	82	15.000	54.235	5.44	23.76	4.38
85	11	92	03	03	01	97	14.625	52.500	5.31	22.79	4.30
86	11	94	03	03	01	100	14.165	59.625	5.16	25.75	5.00
87	11	59	03	03	01	69	16.040	47.540	5.78	20.73	3.59
88	11	58	03	03	01	77	13.530	53.655	4.96	23.27	4.70
89	11	57	03	02	01	51	17.000	42.725	6.35	18.72	2.95
90	11	56	03	03	01	56	16.835	47.165	6.69	20.57	3.06
91	11	55	03	03	01	66	16.415	49.790	5.90	21.66	3.68
92	11	54	03	02	01	60	16.915	47.665	6.06	20.78	3.43
93	12	29	03	02	01	121	14.915	61.875	5.41	26.69	4.94
94	12	26	03	03	01	112	14.125	54.025	5.15	23.45	4.56
95	12	24	03	03	01	119	14.540	58.290	5.29	25.20	4.77
96	12	21	03	03	01	107	15.500	54.500	5.60	23.62	4.22
97	43	81	03	03	01	98	14.250	59.790	5.19	25.82	4.98
98	11	52	03	03	01	63	17.625	47.250	6.30	20.61	3.28
99	43	82	03	03	01	109	14.625	59.000	5.31	25.49	4.80
100	12	25	03	04	01	102	15.000	54.025	5.44	23.45	4.32
101	12	51	03	04	01	73	16.250	50.085	5.85	21.79	3.73
102	11	71	03	04	01	87	14.665	55.540	5.33	24.06	4.52
103	12	1	03	04	01	92	16.500	55.665	5.93	24.11	4.07
104	12	60	03	04	01	81	15.500	56.710	5.60	24.54	4.39
105	14	1	03	04	01	71	16.040	48.625	5.78	21.18	3.67
106	12	53	03	04	01	76	17.165	49.290	6.15	21.45	3.50
107	12	59	03	04	01	76	15.750	56.325	5.68	24.40	4.30
108	14	2	03	04	01	77	15.250	51.790	5.52	22.49	4.08
109	21	35	03	04	01	92	15.695	56.765	5.66	24.56	4.34
110	22	21	03	04	01	93	14.290	51.835	5.20	22.51	4.33
111	23	61	03	04	01	78	16.600	54.025	5.76	23.45	4.07
112	21	42	03	04	01	67	17.790	49.375	6.35	21.49	3.39
113	21	40	03	04	01	75	17.625	49.835	6.30	21.68	3.45
114	21	39	03	04	01	85	15.665	51.125	5.65	22.22	3.94
115	21	38	03	04	01	75	16.250	54.375	5.85	23.57	4.06
116	21	37	03	04	01	84	16.665	57.290	5.98	24.78	4.15
117	21	36	03	04	01	79	16.375	51.750	5.89	22.48	3.82
118	32	20	03	04	01	79	16.835	52.525	6.04	22.83	3.79
119	32	19	03	04	01	72	17.290	52.540	6.19	22.81	3.69
120	35	69	03	04	01	94	15.500	50.460	5.60	21.94	3.92
121	35	19	03	04	01	94	15.835	56.460	5.71	25.27	4.43
122	35	24	03	04	01	101	16.040	57.335	5.78	24.80	4.30
123	35	20	03	04	01	81	13.875	48.125	5.07	20.97	4.14
124	32	65	03	04	01	74	17.075	51.825	6.12	22.51	3.69
125	35	82	03	05	01	88	15.500	52.415	5.60	22.75	4.07
126	42	67	03	05	01	37	22.335	29.165	7.84	13.08	1.67
127	42	66	03	05	01	57	14.750	45.210	5.35	19.76	3.70
128	42	61	03	05	01	60	17.540	51.515	6.27	22.38	3.58
129	42	58	03	05	01	60	16.585	49.250	5.96	21.44	3.61
130	42	56	03	05	01	69	13.875	53.415	5.07	23.17	4.58
131	42	54	03	05	01	67	14.000	40.750	5.10	17.90	3.51
132	42	53	03	05	01	62	15.835	43.980	5.71	19.24	3.37
133	32	25	03	05	01	61	19.835	50.250	7.02	21.85	3.12
134	31	19	03	05	01	54	20.710	49.415	7.31	21.51	2.95
135	23	70	03	05	01	72	15.025	49.025	5.46	21.37	3.92
136	31	12	03	05	01	54	19.500	46.750	6.91	20.40	2.96
137	31	11	03	05	01	62	17.875	48.335	6.38	21.06	3.31
138	21	57	03	05	01	68	17.585	46.960	6.28	20.49	3.27
139	21	31	03	05	01	63	18.585	43.000	6.61	18.84	2.86
140	21	9	03	05	01	75	16.750	52.790	6.01	22.91	3.82
141	12	46	03	05	01	70	16.108	49.075	5.80	24.37	3.69
142	12	32	03	05	01	99	16.250	56.600	5.85	24.50	4.20
143	12	6	03	05	01	77	16.585	49.915	5.96	21.71	3.65
144	11	1	03	05	01	63	18.000	45.960	6.42	20.07	3.13
145	11	9	03	06	01	87	14.500	55.385	5.27	24.07	4.57
146	11	6	03	06	01	75	13.790	48.415	5.04	21.09	4.19
147	11	28	03	06	01	80	14.040	52.025	5.12	22.62	4.42
148	11	27	03	06	01	62	16.250	43.585	5.85	19.08	3.27
149	11	25	03	06	01	67	15.835	47.180	5.71	20.58	3.61
150	11	24	03	06	01	73	16.250	52.415	5.85	22.75	3.90
151	12	10	03	06	01	71	16.970	50.750	6.08	22.06	3.63
152	12	9	03	06	01	78	17.710	47.165	6.32	20.57	3.26
153	12	12	03	06	01	75	17.110	49.970	6.13	21.74	3.55
154	11	70	03	06	01	65	18.750	32.500	6.67	14.47	2.48
155	21	30	03	06	01	67	17.125	50.290	6.13	21.87	3.57
156	21	34	03	06	01	65	16.665	50.375	5.98	21.91	3.67
157	21	21	03	06	01	90	16.805	52.530	6.03	22.80	3.79
158	13	53	03	06	01	67	14.335	54.500	5.22	23.62	4.53
159	16	51	03	06	01	55	16.750	48.210	6.01	21.01	3.50
160	16	2	03	06	01	49	17.210	44.000	6.16	19.25	3.13

(continua)

Tabela A.1 - Continuação

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI
161	22	25	03	06	01	82	14.500	51.560	5.27	22.57	4.29
162	31	43	03	06	01	82	17.335	52.290	6.20	22.76	3.67
163	32	21	03	06	01	72	20.460	55.960	7.23	24.23	3.36
164	42	32	03	06	01	49	14.835	37.000	5.30	16.34	3.04
165	42	51	03	06	01	53	15.750	40.165	5.68	17.66	3.11
166	33	6	03	06	01	78	25.460	53.710	8.06	23.25	2.63
167	33	40	03	07	01	60	23.250	45.375	6.14	19.83	2.44
168	32	26	03	07	01	75	19.250	54.000	6.83	23.41	3.43
169	32	27	03	07	01	57	23.500	49.665	8.22	21.61	2.63
170	23	79	03	07	01	89	14.210	54.125	5.18	23.47	4.54
171	16	1	03	07	01	78	16.585	47.125	5.96	20.55	3.46
172	14	41	03	07	01	92	15.040	59.600	5.45	25.49	4.66
173	14	10	03	07	01	84	16.415	45.565	5.90	19.91	3.38
174	21	5	03	07	01	81	16.040	52.040	5.78	22.60	3.92
175	21	2	03	07	01	88	15.750	52.835	5.68	22.93	4.04
176	12	7	03	07	01	81	16.085	48.540	5.79	21.14	3.66
177	11	23	03	07	01	73	15.585	52.500	5.63	22.71	4.06
178	11	21	03	07	01	64	17.710	48.375	6.32	21.07	3.34
179	11	19	03	07	01	62	16.440	51.630	5.91	22.43	3.80
180	11	17	03	07	01	70	17.085	48.790	6.12	21.25	3.48
181	11	10	03	07	01	74	16.040	50.500	5.78	21.96	3.81
182	23	77	03	02	01	71	16.250	46.415	5.85	20.26	3.47
183	16	88	203	05	01	79	14.325	55.960	5.22	24.23	4.65
184	16	72	203	05	01	57	16.500	37.565	5.93	16.58	2.88
185	16	71	203	05	01	56	20.375	33.960	7.20	15.02	2.10
186	16	70	203	05	01	68	17.525	42.075	6.26	18.45	2.95
187	21	27	205	03	01	53	20.335	52.500	7.18	22.79	3.12
188	21	25	205	03	01	54	20.500	50.665	7.24	22.03	3.05
189	14	94	205	03	01	69	17.750	61.585	6.34	26.57	4.20
190	12	28	205	03	01	76	17.085	61.085	6.12	26.36	4.31
191	12	47	205	03	01	79	15.625	60.540	5.64	26.14	4.64
192	12	46	205	03	01	83	15.905	58.625	5.73	25.34	4.43
193	32	7	205	03	01	53	22.460	50.790	7.88	22.06	2.81
194	32	5	205	03	01	45	22.375	50.945	7.85	22.14	2.83
195	22	37	205	03	01	32	22.325	56.875	7.84	24.61	3.15
196	22	33	205	03	01	52	18.085	55.960	6.45	24.23	3.76
197	42	76	205	03	01	57	21.165	55.835	7.46	24.16	3.25
198	42	75	205	03	01	52	20.625	54.290	7.28	23.53	3.24
199	35	71	205	03	01	49	22.165	53.290	7.72	23.12	2.98
200	35	70	205	03	01	42	22.750	48.250	7.98	21.02	2.64
201	35	55	205	03	01	48	20.710	52.415	7.31	22.75	3.42
202	34	96	205	03	01	60	21.650	61.500	7.62	26.53	3.49
203	34	95	205	03	01	63	20.450	59.725	7.22	25.80	3.58
204	34	95	205	03	01	66	19.250	61.275	6.23	26.44	3.82
205	34	95	205	03	01	66	18.700	59.500	6.65	25.70	3.87
206	34	94	205	03	01	60	19.550	58.875	6.93	25.44	3.68
207	34	93	205	03	01	61	20.600	55.850	7.27	24.18	3.33
208	34	91	205	03	01	62	19.375	58.250	6.87	25.18	3.67
209	34	90	205	03	01	59	20.725	57.925	7.31	25.07	3.43
210	34	89	205	03	01	52	22.540	48.875	7.91	21.28	2.70
211	34	88	205	03	01	53	18.915	47.585	6.72	20.75	3.09
212	34	86	205	03	01	60	18.350	54.450	6.53	23.60	3.62
213	34	85	205	03	01	58	19.250	57.525	6.83	24.88	3.65
214	34	84	205	03	01	60	17.975	61.675	6.41	26.61	4.16
215	34	83	205	03	01	67	20.975	62.550	7.39	26.97	3.65
216	34	81	205	04	01	56	21.925	56.650	7.71	24.52	3.19
217	34	78	205	04	01	55	21.500	54.675	7.57	23.78	3.15
218	34	77	205	04	01	53	18.500	54.915	6.50	23.60	3.62
219	33	23	205	04	01	47	21.665	54.750	7.62	23.73	3.12
220	21	60	205	04	01	52	18.470	55.640	6.57	24.10	3.67
221	33	97	408	01	01	91	18.040	55.250	6.43	23.93	3.73
222	33	96	408	01	01	99	20.570	55.710	7.26	24.13	3.33
223	33	95	408	01	01	109	18.710	58.620	6.65	25.42	3.83
224	33	93	408	01	01	105	19.625	60.460	6.95	26.10	3.76
225	33	92	408	01	01	112	17.585	62.500	6.28	26.95	4.30
226	34	67	408	01	01	75	17.985	46.665	6.41	20.36	3.18
227	34	66	408	01	01	77	18.415	48.030	6.56	20.93	3.20
228	34	58	408	02	01	54	22.375	56.960	7.85	24.65	3.14
229	34	57	408	02	01	62	20.500	58.165	7.24	25.15	3.48
230	35	63	408	02	01	64	19.250	49.210	6.83	21.42	3.14
231	35	60	408	02	01	61	18.125	51.000	6.46	23.00	3.57
232	35	69	408	02	01	48	20.915	42.375	7.37	18.58	2.52
233	35	68	408	02	01	61	17.885	51.085	6.12	22.20	3.63
234	35	96	408	02	01	68	18.250	56.585	6.50	24.49	3.77
235	34	12	408	02	01	58	18.210	57.845	6.49	25.01	3.82
236	34	11	408	02	01	60	19.305	56.140	6.85	24.38	3.56
237	34	10	408	02	01	63	20.250	54.915	7.16	23.80	3.33
238	34	8	408	02	01	64	18.055	58.235	6.44	25.18	3.92
239	34	7	408	02	01	64	18.250	58.790	6.50	25.41	3.91
240	34	6	408	02	01	66	17.875	55.040	6.38	23.25	3.74

(continua)

Tabela A.1 - Conclusão

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI
241	34	5	408	02	01	67	21.250	54.790	7.40	23.74	3.18
242	34	4	408	02	01	65	16.500	56.835	5.93	24.59	4.16
243	34	3	408	02	01	66	17.750	55.500	6.34	24.04	3.80
244	34	2	408	02	01	71	17.960	58.165	6.41	25.45	3.93
245	33	59	408	02	01	43	29.290	57.165	0.12	24.73	2.45
246	33	58	408	02	01	43	25.875	57.040	9.00	24.68	2.75
247	32	77	408	02	01	85	21.750	64.210	7.65	27.66	3.62
248	32	76	408	02	01	85	21.250	63.585	7.48	27.40	3.67
249	33	62	408	02	01	80	20.915	61.250	7.37	26.43	3.59
250	23	56	408	02	01	53	22.150	57.775	7.78	24.99	3.22
251	22	92	408	02	01	64	17.000	45.750	6.09	19.98	3.29
252	23	93	408	02	01	62	18.540	49.370	6.60	21.49	3.26
253	15	3	408	02	01	63	17.750	53.790	6.34	23.33	3.69
254	14	93	408	03	01	70	15.750	52.750	5.68	22.89	4.04
255	33	64	408	03	01	66	23.750	59.460	8.30	25.69	3.00
256	33	65	408	03	01	63	18.665	59.415	6.64	25.67	3.87
257	33	64	408	03	01	66	25.500	59.915	8.88	25.88	2.92
258	33	69	408	03	01	74	17.875	59.665	6.38	25.77	4.05
259	33	68	408	03	01	61	24.750	58.250	8.63	25.18	2.92
260	33	67	408	03	01	59	25.915	59.085	9.01	25.53	2.84
261	33	66	408	03	01	59	21.500	57.915	7.57	25.04	3.32
262	33	70	408	03	01	77	20.325	61.625	7.18	26.59	3.71
263	33	78	703	01	01	77	18.500	52.635	6.58	22.93	3.49
264	33	79	703	01	01	67	17.915	49.375	6.39	21.49	3.37
265	41	86	703	01	01	93	14.775	58.750	5.36	25.39	4.74
266	35	87	703	01	01	100	16.260	59.500	5.83	25.70	4.42
267	42	79	703	01	01	96	16.425	57.625	5.90	24.92	4.23
268	41	87	703	01	01	90	14.750	60.445	5.35	26.08	4.88
269	34	69	703	01	01	84	17.375	55.415	6.21	24.00	3.87
270	34	68	703	01	01	91	17.750	61.100	6.34	26.37	4.17
271	23	95	703	01	01	92	15.450	62.400	5.58	26.91	4.83
272	23	94	703	01	01	103	16.125	68.915	5.81	29.62	5.11
273	32	4	703	01	01	106	15.750	64.335	5.68	27.71	4.88
274	31	37	703	01	01	95	19.040	61.125	6.76	26.38	3.91
275	31	36	703	01	01	88	17.625	62.165	6.30	26.81	4.26
276	22	79	703	01	01	94	16.550	63.650	5.94	27.43	4.62
277	23	55	703	01	01	72	18.210	58.125	6.49	25.13	3.88
278	22	77	703	01	01	98	16.780	61.460	6.02	26.52	4.41
279	22	38	703	01	01	99	15.125	64.915	5.48	27.96	5.11
280	21	73	703	01	01	121	15.665	63.335	5.65	27.30	4.83
281	21	74	703	01	01	104	17.290	58.085	6.19	25.11	4.07
282	22	12	703	01	01	85	15.425	58.700	5.58	25.37	4.56
283	22	10	703	01	01	88	15.665	59.165	5.65	25.56	4.53
284	22	9	703	01	01	83	16.165	57.710	5.82	24.96	4.30
285	14	19	703	01	01	131	15.500	60.710	5.60	26.21	4.69
286	11	5	703	02	01	103	15.540	66.625	5.61	28.67	5.11
287	11	4	703	02	01	106	15.585	66.500	5.63	28.62	5.09
288	22	4	703	02	01	100	15.985	60.595	5.78	26.16	4.55
289	21	43	703	02	01	137	16.500	59.460	5.93	25.69	4.34
290	23	88	703	02	01	105	16.515	67.970	5.93	29.23	4.93
291	34	54	703	02	01	92	17.110	54.530	6.13	23.63	3.86

OBS.: N = Nº da amostra; F = Fazenda; T = Talhão; V = Variedade;  
 E = Estágio; S = Safra 83/84; R2 = Reflectância na banda 2;  
 R4 = Reflectância na banda 4.

TABELA A.2

DADOS DE PRODUTIVIDADE EM TON/HA, DADOS ESPECTRAIS DO SENSOR MSS E  
 INDICE VEGETATIVO (RVI) POR VARIEDADE/ESTÁGIO PARA AS ÁREAS CANAVIEIRAS  
 UTILIZADAS NO ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL NA SAFRA 84/85

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI
1	33	53	03	01	02	76	17.290	47.585	6.30	21.12	3.36
2	14	12	03	01	02	73	18.415	51.710	6.67	22.86	3.43
3	14	57	03	01	02	86	17.250	47.915	6.28	21.26	3.39
4	14	58	03	01	02	143	15.375	53.625	5.66	23.67	4.19
5	15	92	03	01	02	134	25.200	57.450	8.94	25.29	2.84
6	15	94	03	01	02	131	26.790	52.915	9.47	23.37	2.47
7	16	60	03	01	02	130	15.415	52.790	5.67	23.32	4.12
8	16	59	03	01	02	122	16.335	47.835	5.98	21.22	3.56
9	16	68	03	01	02	126	14.350	56.825	5.32	25.03	4.71
10	16	67	03	01	02	108	15.725	50.300	5.78	22.27	3.86
11	16	69	03	01	02	115	14.750	53.625	5.45	23.67	4.35
12	16	75	03	01	02	135	14.665	52.470	5.42	23.18	4.28
13	16	73	03	01	02	135	14.350	50.400	5.32	22.31	4.20
14	16	81	03	01	02	139	14.700	54.600	5.43	24.09	4.44
15	16	82	03	01	02	138	15.290	54.375	5.63	23.99	4.27
16	21	75	03	01	02	73	16.960	51.960	6.19	22.97	3.72
17	21	76	03	01	02	65	18.585	44.335	6.73	19.74	2.94
18	22	1	03	02	02	74	18.625	51.585	6.74	22.81	3.39
19	16	80	03	02	02	82	14.915	56.000	5.51	24.68	4.49
20	16	76	03	02	02	80	16.000	57.415	5.87	25.28	4.31
21	16	77	03	02	02	78	16.000	56.500	5.87	24.89	4.25
22	16	65	03	02	02	104	15.125	55.750	5.58	24.57	4.41
23	16	66	03	02	02	86	15.125	56.360	5.58	24.83	4.46
24	16	61	03	02	02	92	16.500	51.915	6.03	22.95	3.81
25	16	83	03	02	02	82	15.500	58.050	5.70	25.55	4.49
26	16	58	03	02	02	84	16.835	54.960	6.45	24.24	3.95
27	16	56	03	02	02	82	20.790	47.215	7.46	20.96	2.81
28	16	57	03	02	02	89	17.085	53.835	6.23	23.76	3.82
29	16	54	03	02	02	80	16.805	52.750	6.14	23.30	3.80
30	16	55	03	02	02	68	17.565	55.125	6.40	24.31	3.81
31	14	4	03	02	02	82	16.500	53.540	6.03	23.64	3.92
32	12	57	03	02	02	77	16.210	52.960	5.94	23.39	3.95
33	12	58	03	02	02	78	15.695	54.410	5.77	24.01	4.17
34	12	5	03	02	02	87	16.165	57.210	5.92	25.19	4.26
35	12	5	03	02	02	87	16.585	54.585	6.08	24.88	3.98
36	31	55	03	02	02	55	17.835	44.500	6.48	19.81	3.06
37	35	51	03	02	02	93	14.750	55.250	5.45	24.36	4.48
38	35	65	03	02	02	67	17.175	52.475	6.26	23.19	3.71
39	42	78	03	02	02	70	16.900	51.410	6.17	22.74	3.69
40	43	69	03	02	02	93	15.900	61.750	5.83	27.11	4.65
41	43	70	03	02	02	74	20.225	52.075	7.20	23.02	3.17
42	43	78	03	03	02	100	17.050	61.260	6.22	26.91	4.33
43	43	78	03	03	02	100	17.650	61.260	6.22	26.91	4.33
44	43	79	03	03	02	83	17.545	58.890	6.52	25.90	3.98
45	43	80	03	03	02	99	14.500	62.500	5.37	27.43	5.12
46	43	54	03	03	02	76	17.460	52.790	6.35	23.32	3.68
47	43	55	03	03	02	48	19.470	47.595	7.02	21.12	3.01
48	43	56	03	03	02	47	20.665	50.945	7.42	22.54	3.04
49	43	57	03	03	02	76	15.180	51.430	5.59	22.74	4.07
50	43	60	03	03	02	78	19.835	52.415	7.15	23.16	3.25
51	43	61	03	03	02	86	15.610	61.040	5.74	26.81	4.68
52	43	62	03	03	02	87	14.375	61.415	5.33	26.97	5.07
53	43	67	03	03	02	62	19.700	50.125	7.10	22.19	3.13
54	43	63	03	03	02	85	15.470	52.645	5.69	23.26	4.09
55	43	68	03	03	02	57	19.425	49.700	7.01	22.01	3.15
56	35	4	03	03	02	89	17.650	53.150	6.42	23.47	3.66
57	35	5	03	03	02	47	16.700	54.925	6.10	24.22	3.98
58	35	6	03	03	02	86	16.500	55.415	6.03	24.43	4.06
59	35	7	03	03	02	82	17.715	53.035	6.44	23.42	3.64
60	35	67	03	03	02	52	22.040	48.335	7.88	21.43	2.73
61	31	26	03	03	02	60	20.500	46.665	7.37	20.73	2.82
62	31	15	03	03	02	62	22.415	47.040	8.01	20.89	2.61
63	31	18	03	03	02	58	21.790	49.335	7.80	21.26	2.81
64	23	58	03	03	02	75	19.710	51.460	7.10	22.76	3.21
65	23	59	03	03	02	76	18.765	53.055	6.79	23.43	3.46
66	23	60	03	03	02	65	19.425	49.250	7.01	21.82	3.12
67	23	70	03	03	02	74	16.525	52.125	6.04	23.04	3.82
68	23	84	03	03	02	61	20.585	48.040	7.40	21.31	2.89
69	23	82	03	03	02	78	17.850	53.225	6.40	23.50	3.63
70	23	83	03	03	02	74	17.000	54.415	6.20	24.01	3.88
71	35	1	03	03	02	94	15.650	47.625	5.75	21.13	3.68
72	35	2	03	03	02	89	15.750	50.575	5.78	22.38	3.88
73	11	77	03	03	02	55	15.285	46.895	5.63	20.82	3.71
74	11	78	03	03	02	84	15.165	61.290	5.59	26.92	4.82
75	11	79	03	03	02	82	15.585	58.040	5.73	25.54	4.47
76	14	99	03	03	02	63	16.165	56.500	5.92	24.89	4.21
77	14	60	03	03	02	70	16.575	54.600	6.06	24.09	3.90
78	16	85	03	03	02	95	14.750	54.790	5.45	24.17	4.44
79	16	86	03	03	02	97	14.915	60.835	5.53	26.73	4.86
80	21	16	03	03	02	66	18.915	50.415	6.84	22.31	3.27

(continua)



Tabela A.2 - Continuação

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI
81	16	78	03	03	02	85	16.000	57.250	5.87	25.21	4.30
82	16	79	03	03	02	87	15.210	53.915	5.60	23.80	4.25
83	21	12	03	04	02	94	15.125	51.540	5.58	22.79	4.09
84	21	18	03	04	02	41	22.500	44.250	8.03	19.70	2.46
85	21	19	03	04	02	68	17.875	51.460	6.49	22.76	3.51
86	21	20	03	04	02	46	21.210	44.290	7.60	19.72	2.60
87	21	22	03	04	02	81	17.585	55.915	6.40	24.44	3.88
88	21	23	03	04	02	53	21.665	48.540	7.76	21.52	2.78
89	21	7	03	04	02	46	20.335	47.000	7.31	20.87	2.86
90	21	11	03	04	02	83	15.165	50.040	5.59	22.16	3.97
91	22	17	03	04	02	62	18.025	51.750	6.54	22.88	3.56
92	22	18	03	04	02	50	15.040	47.085	6.88	20.90	3.04
93	21	23	03	04	02	53	21.125	49.665	7.58	22.00	2.91
94	14	59	03	04	02	61	19.805	66.405	7.14	29.09	4.68
95	14	51	03	04	02	67	15.375	51.415	5.66	22.74	4.02
96	12	62	03	04	02	83	17.040	58.460	6.21	25.72	4.15
97	11	92	03	04	02	71	16.085	49.290	5.90	21.84	3.71
98	11	94	03	04	02	68	15.915	55.165	5.84	24.33	4.17
99	11	52	03	04	02	59	17.750	49.415	6.45	21.89	3.40
100	11	54	03	04	02	45	21.875	41.625	8.49	18.59	2.19
101	11	55	03	04	02	41	20.335	45.790	7.31	20.36	2.79
102	11	56	03	04	02	38	22.165	45.875	7.92	20.39	2.58
103	11	57	03	04	02	43	20.425	41.050	7.34	18.35	2.50
104	11	58	03	04	02	61	14.750	52.845	5.45	23.34	4.29
105	11	59	03	04	02	52	17.540	49.375	6.38	21.87	3.43
106	12	21	03	04	02	81	17.165	51.585	6.26	22.81	3.65
107	12	24	03	04	02	87	17.500	56.665	6.37	24.96	3.93
108	12	26	03	04	02	84	16.085	55.750	5.90	24.57	4.17
109	12	29	03	04	02	85	16.165	60.750	5.92	26.69	4.51
110	23	27	03	04	02	82	17.500	54.500	6.37	24.04	3.78
111	32	53	03	04	02	73	15.540	51.710	5.71	22.86	4.01
112	35	84	03	04	02	67	16.290	48.460	5.96	21.49	3.61
113	42	77	03	04	02	37	21.930	45.945	7.84	20.42	2.61
114	43	81	03	04	02	83	17.375	57.665	6.33	25.38	4.02
115	43	82	03	04	02	85	16.375	57.500	5.99	25.31	4.23
116	35	89	03	05	02	85	17.585	50.960	6.40	22.55	3.53
117	35	24	03	05	02	94	15.125	57.250	5.58	25.21	4.30
118	35	19	03	05	02	82	16.460	56.515	6.02	25.07	4.17
119	35	20	03	05	02	86	13.585	44.835	5.08	19.95	3.95
120	32	20	03	05	02	63	16.790	54.710	6.13	24.13	3.94
121	32	65	03	05	02	56	16.900	48.675	6.17	21.50	3.50
122	23	61	03	05	02	62	18.540	46.375	6.71	20.60	3.07
123	32	19	03	05	02	48	17.540	52.210	6.38	23.07	3.62
124	12	25	03	05	02	78	15.210	50.040	5.60	22.16	3.96
125	12	1	03	05	02	86	17.415	51.165	6.34	22.63	3.58
126	11	71	03	05	02	49	19.210	45.460	6.94	20.82	2.92
127	11	71	03	05	02	49	18.915	45.250	6.84	20.13	2.95
128	12	59	03	05	02	70	16.165	57.960	5.92	25.51	4.31
129	12	60	03	05	02	74	16.165	57.710	5.92	25.40	4.30
130	12	51	03	05	02	73	17.875	52.000	6.49	22.99	3.55
131	12	53	03	05	02	70	19.340	50.000	6.98	22.14	3.18
132	14	1	03	05	02	73	17.085	51.710	6.23	22.26	3.68
133	14	2	03	05	02	74	17.125	54.750	6.24	24.15	3.87
134	21	35	03	05	02	75	20.750	47.805	7.45	21.21	2.85
135	21	37	03	05	02	75	16.125	57.250	5.91	25.21	4.27
136	21	36	03	05	02	70	19.875	47.460	7.16	21.06	2.95
137	21	38	03	05	02	73	17.875	54.210	6.49	23.92	3.69
138	21	39	03	05	02	71	18.625	49.040	6.74	21.73	3.23
139	21	40	03	05	02	64	19.665	52.665	7.09	23.27	3.29
140	21	42	03	05	02	64	19.210	52.915	6.94	23.37	3.37
141	22	21	03	05	02	74	16.750	51.125	6.12	22.62	3.70
142	21	57	03	06	02	65	17.825	50.125	6.41	22.19	3.47
143	21	31	03	06	02	52	20.290	45.790	7.30	20.36	2.79
144	21	9	03	06	02	65	17.875	55.250	6.49	24.36	3.76
145	12	32	03	06	02	80	17.425	56.000	6.34	24.68	3.90
146	12	46	03	06	02	63	19.100	47.375	6.90	21.03	3.05
147	12	6	03	06	02	81	17.540	52.750	6.38	23.30	3.66
148	31	19	03	06	02	41	21.210	48.875	7.60	21.66	2.85
149	23	78	03	06	02	52	17.040	48.165	6.21	21.36	3.44
150	35	88	03	06	02	86	16.600	53.750	5.87	23.73	4.05
151	42	53	03	06	02	48	16.540	48.040	6.05	21.31	3.53
152	42	54	03	06	02	49	15.415	45.915	5.67	20.41	3.60
153	42	56	03	06	02	43	14.790	46.790	5.46	20.78	3.81
154	42	58	03	06	02	50	16.825	51.290	6.08	22.68	3.74
155	42	61	03	06	02	54	16.750	53.805	6.12	23.75	3.89
156	42	66	03	06	02	36	16.875	41.085	6.16	18.36	2.99
157	11	1	03	06	02	53	18.085	48.585	6.56	21.54	3.29
158	42	67	03	06	02	23	25.415	30.500	9.01	13.88	1.55
159	11	9	03	07	02	64	17.210	53.000	6.27	23.41	3.74
160	11	25	03	07	02	43	16.405	47.890	6.00	21.24	3.55

(continua)

Tabela A.2 - Continuação

N	F	T	V	E	S	PD	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI
161	41	28	03	07	02	60	18.085	42.415	6.56	18.93	2.89
162	42	51	03	07	02	54	17.875	44.790	6.49	19.93	3.08
163	42	52	03	07	02	47	15.415	44.585	5.67	19.45	3.50
164	31	13	03	07	02	80	19.540	55.250	7.05	24.36	3.46
165	33	6	03	07	02	58	18.250	48.290	6.62	21.41	3.24
166	12	12	03	07	02	56	18.945	46.460	6.85	20.64	3.02
167	12	9	03	07	02	43	18.210	41.375	6.60	18.49	2.80
168	12	10	03	07	02	49	18.290	44.530	6.63	19.82	3.00
169	11	70	03	07	02	34	18.750	34.165	6.78	15.43	2.28
170	13	53	03	07	02	64	18.500	45.375	6.70	20.18	3.02
171	21	21	03	07	02	77	17.000	55.930	6.20	24.65	3.98
172	21	34	03	07	02	55	16.460	40.790	6.02	21.63	3.60
173	21	30	03	07	02	45	20.085	48.375	7.23	21.45	2.97
174	22	25	03	07	02	59	16.875	48.165	6.16	21.36	3.47
175	21	5	03	08	02	66	17.125	50.875	6.24	22.51	3.61
176	21	2	03	08	02	81	15.960	53.000	5.85	23.41	4.01
177	14	10	03	08	02	69	16.460	51.540	6.02	22.79	3.79
178	14	11	03	08	02	79	15.835	60.375	5.81	26.53	4.57
179	12	7	03	08	02	76	15.915	51.125	5.84	22.62	3.28
180	23	79	03	08	02	80	14.610	54.770	5.40	24.16	4.48
181	11	17	03	08	02	58	17.915	51.000	6.51	22.56	3.47
182	11	10	03	08	02	65	15.710	50.750	5.77	22.46	3.90
183	42	75	205	04	02	33	24.125	52.460	8.58	23.18	2.71
184	42	76	205	04	02	38	22.640	50.790	7.88	22.47	2.86
185	35	55	205	04	02	42	20.665	50.040	7.42	22.16	2.99
186	35	70	205	04	02	37	27.640	47.875	9.55	21.24	2.23
187	35	71	205	04	02	40	27.000	49.375	9.54	21.87	2.30
188	32	7	205	04	02	47	21.415	50.585	7.67	22.39	2.92
189	32	5	205	04	02	47	22.610	53.250	8.07	23.52	2.92
190	34	95	205	04	02	56	18.875	55.325	6.83	24.39	3.58
191	34	96	205	04	02	52	26.025	55.650	7.21	24.53	3.41
192	34	93	205	04	02	45	20.725	52.350	7.44	23.13	3.11
193	34	94	205	04	02	52	19.700	54.525	7.10	24.06	3.39
194	34	95	205	04	02	50	26.475	55.350	7.36	24.40	3.32
195	34	95	205	04	02	56	19.175	57.750	6.93	25.42	3.68
196	34	83	205	04	02	52	20.025	54.400	7.21	24.00	3.34
197	34	84	205	04	02	43	20.500	55.100	7.37	24.30	3.30
198	34	85	205	04	02	48	20.700	54.900	7.43	24.21	3.26
199	34	86	205	04	02	48	20.325	51.250	7.31	22.67	3.11
200	34	88	205	04	02	41	21.500	51.210	7.70	22.65	2.95
201	34	89	205	04	02	39	21.790	51.960	7.80	22.97	2.95
202	34	90	205	04	02	46	20.250	52.925	7.28	23.38	3.21
203	34	91	205	04	02	49	19.890	53.750	7.13	23.73	3.33
204	12	47	205	04	02	57	18.000	54.835	6.53	24.19	3.71
205	12	28	205	04	02	62	19.335	54.500	6.98	24.04	3.45
206	14	94	205	04	02	72	17.750	60.750	6.43	26.69	4.14
207	22	33	205	04	02	58	17.710	60.835	6.44	26.73	4.16
208	22	37	205	04	02	41	23.150	53.800	8.25	23.75	2.88
209	21	27	205	04	02	47	18.665	54.025	6.76	23.87	3.54
210	21	25	205	04	02	50	19.625	52.125	7.08	23.04	3.26
211	21	60	205	05	02	53	19.585	51.680	7.06	22.85	3.24
212	34	77	205	05	02	43	18.665	53.085	6.76	23.45	3.48
213	34	78	205	05	02	50	19.540	54.040	7.05	23.85	3.39
214	34	81	205	05	02	50	18.800	58.300	6.88	25.65	3.78
215	33	23	205	05	02	46	20.915	58.165	7.51	25.60	3.42
216	33	93	408	02	02	62	18.375	61.290	6.66	26.92	4.05
217	33	92	408	02	02	63	18.465	61.750	6.76	27.11	4.02
218	33	95	408	02	02	52	20.140	57.970	7.25	25.51	3.53
219	33	96	408	02	02	50	23.695	56.430	8.43	24.86	2.95
220	33	97	408	02	02	50	23.875	54.210	8.49	23.92	2.82
221	34	66	408	02	02	58	20.665	57.025	7.42	25.14	3.39
222	34	67	408	02	02	59	18.640	57.890	6.75	25.48	3.78
223	34	58	408	03	02	65	20.375	58.125	7.33	25.58	3.50
224	34	6	408	03	02	63	16.250	51.710	5.95	22.86	3.85
225	34	7	408	03	02	66	19.210	56.750	6.94	25.00	3.61
226	34	8	408	03	02	68	18.265	57.710	6.62	25.40	3.84
227	34	10	408	03	02	67	20.250	58.290	7.28	25.65	3.53
228	34	11	408	03	02	63	19.390	59.710	7.00	26.25	3.76
229	34	12	408	03	02	70	18.445	60.665	6.68	26.66	3.99
230	34	57	408	03	02	75	19.710	60.290	7.10	26.50	3.74
231	34	2	408	03	02	69	17.665	56.165	6.42	24.75	3.86
232	34	3	408	03	02	50	19.625	55.250	7.08	24.36	3.45
233	34	4	408	03	02	68	16.000	58.000	5.87	25.53	4.36
234	34	5	408	03	02	56	21.335	52.915	7.65	23.37	3.06
235	33	58	408	03	02	38	23.915	53.375	8.51	23.57	2.78
236	33	62	408	03	02	70	16.960	58.500	6.19	25.74	4.17
237	33	59	408	03	02	16	25.835	57.625	9.15	25.37	2.70
238	23	93	408	03	02	51	21.585	49.875	7.73	22.89	2.86
239	23	56	408	03	02	51	21.275	55.000	7.63	24.26	3.19
240	22	92	408	03	02	62	17.375	51.960	6.33	22.97	3.64

(continua)

Tabela A.2 - Conclusão

N	F	T	V	E	S	P0	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI
241	35	68	408	03	02	53	16.665	52.155	6.09	23.06	3.79
242	35	69	408	03	02	55	15.875	47.460	5.83	21.06	3.62
243	35	60	408	03	02	56	18.375	51.835	6.66	22.92	3.45
244	35	63	408	03	02	67	17.000	51.000	6.20	22.56	3.64
245	35	96	408	03	02	65	17.915	54.585	6.51	24.08	3.71
246	15	3	408	03	02	57	20.915	56.000	7.51	24.60	3.29
247	14	93	408	04	02	72	17.335	58.500	6.31	25.74	4.08
248	33	64	408	06	02	43	21.915	51.750	7.84	22.88	2.92
249	33	64	408	04	02	43	22.335	50.915	7.98	22.53	2.83
250	33	65	408	04	02	43	20.665	60.790	7.42	26.71	3.60
251	33	66	408	04	02	41	24.335	51.500	8.65	22.77	2.64
252	33	67	408	04	02	47	25.125	53.835	8.91	23.76	2.67
253	33	68	408	04	02	49	20.515	55.335	7.51	24.40	3.26
254	33	69	408	04	02	53	19.500	54.290	7.93	23.96	3.41
255	33	70	408	04	02	68	17.900	55.025	6.50	24.27	3.74
256	33	25	703	01	02	58	15.250	51.500	6.95	22.77	3.28
257	33	17	703	01	02	90	19.425	56.425	7.01	24.86	3.55
258	23	91	703	01	02	122	16.405	65.305	6.00	28.62	4.77
259	33	28	703	01	02	75	16.175	52.075	5.93	23.02	3.89
260	22	82	703	01	02	78	17.540	57.915	6.38	25.49	4.00
261	33	78	703	02	02	60	23.750	55.085	8.45	24.29	2.88
262	33	79	703	02	02	56	21.165	51.625	7.59	22.83	3.01
263	23	55	703	02	02	56	19.290	50.790	6.96	22.47	3.23
264	22	77	703	02	02	73	19.000	64.345	6.87	28.21	4.11
265	22	79	703	02	02	66	17.950	64.456	6.52	28.26	4.34
266	23	94	703	02	02	54	22.000	52.710	7.87	23.29	2.97
267	23	95	703	02	02	61	19.425	58.725	7.01	25.83	3.69
268	32	4	703	02	02	84	20.835	65.750	7.48	28.81	3.86
269	31	36	703	02	02	82	19.540	61.040	7.05	26.81	3.81
270	31	37	703	02	02	69	19.375	53.960	6.99	23.82	3.41
271	34	68	703	02	02	77	19.200	62.475	6.93	27.42	3.96
272	34	69	703	02	02	76	20.290	65.165	7.30	28.56	3.92
273	41	86	703	02	02	59	10.400	62.775	4.00	27.55	6.90
274	41	87	703	02	02	49	19.875	52.835	7.16	23.34	3.27
275	35	87	703	02	02	79	16.750	57.150	6.12	25.17	4.12
276	42	79	703	02	02	94	17.775	60.850	6.46	26.73	4.15
277	14	19	703	02	02	74	20.460	66.665	7.35	29.20	3.98
278	22	38	703	02	02	63	18.335	56.540	6.65	24.91	3.75
279	22	12	703	02	02	77	18.075	69.225	6.56	30.28	4.62
280	22	10	703	02	02	80	17.710	65.500	6.44	28.70	4.47
281	22	9	703	02	02	70	17.415	63.750	6.34	27.96	4.42
282	21	74	703	02	02	77	17.335	52.915	6.31	23.37	3.71
283	21	73	703	02	02	88	16.250	63.085	5.95	27.68	4.66
284	22	4	703	03	02	62	19.320	53.240	6.97	23.53	3.38
285	21	43	703	03	02	91	17.165	70.375	6.26	30.77	4.92
286	11	5	703	03	02	70	17.165	58.960	6.26	25.93	4.15
287	11	4	703	03	02	70	18.290	61.625	6.63	27.06	4.09
288	34	54	703	03	02	58	22.780	53.470	8.13	23.61	2.91
289	23	88	703	03	02	69	17.750	59.470	6.45	26.15	4.06

OBS.: N = N<sup>o</sup> da amostra; F = Fazenda; T = Talhão; V = Variedade;  
 E = Estágio; S = Safra 84/85; R2 = Reflectância na banda 2;  
 R4 = Reflectância na banda 4.

TABELA A.3

DADOS DE PRODUTIVIDADE EM TON/HA, DADOS ESPECTRAIS DO SENSOR MSS E ÍNDICE VEGETATIVO (RVI) POR VARIEDADE/ESTÁGIO PARA AS ÁREAS CANAVIEIRAS UTILIZADAS NO ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL NA SAFRA 85/86

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI
1	23	77	03	01	03	110	10.625	45.335	7.57	22.53	2.98
2	16	72	03	01	03	130	13.165	50.835	5.48	25.17	4.60
3	16	70	03	01	03	161	12.425	53.075	5.19	26.25	5.06
4	16	71	03	01	03	131	13.415	51.040	5.57	25.27	4.54
5	16	51	03	01	03	117	13.250	50.335	5.51	24.93	4.53
6	16	1	03	01	03	116	14.250	49.460	5.89	24.51	4.17
7	16	2	03	01	03	112	12.835	35.445	5.35	17.77	3.33
8	11	27	03	01	03	113	16.500	53.750	6.76	26.57	3.94
9	11	19	03	01	03	118	15.215	47.720	6.26	23.68	3.79
10	11	21	03	01	03	114	13.415	41.835	5.57	20.85	3.75
11	33	10	03	01	03	103	11.710	42.790	4.91	21.31	4.34
12	32	77	03	01	03	103	14.835	49.585	6.12	24.57	4.02
13	32	21	03	01	03	80	14.335	45.415	5.93	22.57	3.81
14	32	25	03	01	03	134	14.960	41.290	6.17	20.59	3.34
15	32	26	03	01	03	156	12.625	44.165	5.27	21.97	4.18
16	32	27	03	01	03	126	12.875	39.960	5.37	19.95	3.72
17	32	76	03	01	03	108	12.960	50.835	5.40	25.17	4.67
18	31	11	03	01	03	127	13.500	42.210	5.61	21.03	3.76
19	31	12	03	01	03	127	13.085	41.665	5.45	20.77	3.82
20	33	53	03	02	03	96	12.250	44.625	5.13	22.19	4.34
21	15	94	03	02	03	104	38.750	34.710	5.31	17.43	1.14
22	15	92	03	02	03	110	37.700	35.500	4.90	17.81	1.20
23	14	57	03	02	03	99	13.250	47.915	5.51	23.77	4.32
24	14	12	03	02	03	99	14.125	47.040	5.85	23.35	4.00
25	16	69	03	02	03	110	12.165	53.665	5.09	26.53	5.22
26	16	48	03	02	03	119	12.050	56.125	5.04	27.71	5.50
27	16	73	03	02	03	114	11.050	52.175	4.66	25.81	5.54
28	16	75	03	02	03	110	11.960	52.280	5.01	25.87	5.17
29	16	67	03	02	03	102	12.800	51.225	5.34	25.36	4.76
30	16	60	03	02	03	117	15.250	55.750	6.28	27.53	4.39
31	16	59	03	02	03	114	11.790	46.665	4.95	23.17	4.69
32	16	82	03	02	03	115	12.030	54.095	5.04	26.74	5.31
33	16	81	03	02	03	114	12.225	52.450	5.11	25.95	5.08
34	21	76	03	02	03	103	15.835	43.790	6.50	21.79	3.36
35	21	75	03	02	03	95	14.290	47.125	5.91	23.39	3.96
36	22	1	03	03	03	71	14.000	45.375	5.80	22.55	3.90
37	16	80	03	03	03	104	11.750	56.415	4.93	27.85	5.65
38	16	77	03	03	03	106	12.750	46.000	5.32	22.85	4.30
39	16	83	03	03	03	100	12.425	56.550	5.19	27.92	5.38
40	16	58	03	03	03	84	13.665	43.915	5.67	21.85	3.86
41	16	57	03	03	03	87	13.250	45.500	5.51	22.61	4.11
42	16	55	03	03	03	75	13.500	43.835	5.61	21.81	3.90
43	16	65	03	03	03	95	12.375	49.085	5.17	24.33	4.71
44	16	66	03	02	03	92	11.915	48.570	5.00	26.08	4.83
45	16	76	03	01	03	107	12.165	56.335	5.09	27.81	5.47
46	14	4	03	02	03	73	14.375	46.790	5.94	23.23	3.92
47	16	54	03	03	03	91	14.030	44.280	5.81	22.02	3.80
48	16	53	03	03	03	84	13.125	43.050	5.46	21.43	3.93
49	12	58	03	03	03	94	12.500	43.230	5.22	21.52	4.13
50	12	57	03	01	03	97	13.415	42.710	5.57	21.27	3.82
51	43	70	03	03	03	78	14.950	36.750	6.16	18.41	2.99
52	43	69	03	01	03	106	11.400	60.350	4.79	29.74	6.21
53	12	5	03	03	03	88	14.585	42.415	6.02	21.13	3.51
54	12	5	03	03	03	88	13.290	41.835	5.52	20.85	3.78
55	31	55	03	03	03	64	15.335	35.835	6.31	17.97	2.85
56	42	78	03	03	03	71	16.085	46.865	6.60	23.27	3.53
57	35	85	03	03	03	77	15.225	42.700	6.27	21.27	3.40
58	35	51	03	03	03	73	12.165	47.125	5.09	23.39	4.60
59	35	5	03	04	03	83	14.025	46.500	5.81	23.09	3.98
60	35	6	03	04	03	88	13.500	47.790	5.61	23.71	4.24
61	35	4	03	04	03	85	13.600	46.025	5.64	22.86	4.06
62	35	2	03	04	03	88	13.125	43.700	5.46	21.75	3.99
63	31	26	03	04	03	69	13.250	39.835	5.51	19.89	3.62
64	31	15	03	04	03	69	13.500	42.625	5.61	21.23	3.79
65	31	18	03	04	03	63	14.710	43.585	6.07	21.69	3.58
66	31	1	03	04	03	90	12.400	42.400	5.18	21.12	4.08
67	11	79	03	04	03	109	12.540	56.040	5.24	27.67	5.29
68	11	78	03	04	03	107	12.125	58.000	5.08	28.61	5.64
69	11	77	03	04	03	99	11.145	52.105	4.70	25.78	5.49
70	43	78	03	04	03	101	13.890	56.010	5.45	27.66	5.08
71	43	78	03	04	03	101	13.090	56.010	5.45	27.66	5.08
72	43	68	03	04	03	52	14.950	40.500	6.16	20.21	3.29
73	43	67	03	04	03	64	13.750	44.300	5.70	22.03	3.87
74	43	60	03	04	03	79	14.875	44.500	6.13	22.13	3.61
75	43	54	03	04	03	72	13.665	49.960	5.67	24.75	4.37
76	43	79	03	04	03	100	13.095	54.945	5.45	27.14	4.99
77	14	80	03	04	03	66	14.750	47.525	6.09	23.58	3.88
78	16	85	03	04	03	88	12.335	52.960	5.16	26.19	5.09
79	16	86	03	04	03	97	11.915	60.210	5.00	29.67	5.95
80	16	78	03	04	03	105	12.290	57.375	5.14	28.31	5.51

(continua)

Tabela A.3 - Continuação

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI
81	21	16	03	04	03	73	12.835	40.085	5.35	20.01	3.75
82	23	70	03	04	03	76	13.975	46.825	5.79	23.25	4.02
83	23	60	03	04	03	48	17.525	42.950	7.15	23.39	3.00
84	23	82	03	04	03	74	15.675	47.800	6.44	23.71	3.69
85	23	83	03	04	03	69	13.960	47.085	5.78	23.37	4.05
86	23	81	03	04	03	66	18.000	47.210	7.33	23.43	3.20
87	23	58	03	04	03	60	16.710	43.750	6.84	21.77	3.19
88	22	17	03	05	03	74	13.700	42.775	5.68	21.30	3.76
89	22	18	03	05	03	69	13.915	40.790	5.76	20.35	3.54
90	21	22	03	05	03	89	12.665	49.665	5.28	24.61	4.66
91	21	19	03	05	03	70	13.625	43.165	5.65	21.49	3.01
92	21	12	03	05	03	94	14.000	35.960	5.80	18.03	3.12
93	21	11	03	05	03	95	13.210	43.085	5.49	21.45	3.91
94	21	7	03	05	03	57	19.625	40.635	7.96	20.37	2.56
95	14	59	03	05	03	56	15.825	56.485	6.50	27.88	4.30
96	12	62	03	05	03	67	13.165	50.500	5.48	25.01	4.57
97	12	29	03	05	03	95	13.165	50.165	5.48	24.85	4.54
98	12	26	03	05	03	89	13.290	41.915	5.52	20.89	3.79
99	12	24	03	05	03	106	12.210	44.125	5.10	21.95	4.30
100	12	21	03	05	03	101	12.875	41.085	5.37	20.49	3.83
101	43	81	03	05	03	92	12.415	54.375	5.19	26.87	5.19
102	43	82	03	05	03	89	12.375	53.540	5.17	26.47	5.12
103	11	92	03	05	03	91	12.375	48.540	5.17	24.07	6.66
104	11	94	03	05	03	99	12.625	57.150	5.27	28.49	5.41
105	11	55	03	05	03	60	14.210	44.835	5.88	22.29	3.80
106	11	52	03	05	03	60	13.750	45.000	5.70	22.37	3.93
107	11	59	03	05	03	77	13.540	47.040	5.62	23.35	4.16
108	11	56	03	05	03	51	16.000	43.835	6.57	21.81	3.33
109	11	54	03	05	03	69	14.335	46.875	5.93	23.27	3.93
110	23	87	03	05	03	72	14.460	49.640	5.97	24.60	4.12
111	32	53	03	05	03	72	12.375	47.210	5.17	23.43	4.54
112	35	84	03	05	03	57	14.710	41.125	6.07	20.51	3.38
113	35	24	03	06	03	79	13.540	47.585	5.62	23.61	4.21
114	35	19	03	06	03	76	13.875	48.625	5.75	24.11	4.20
115	35	89	03	06	03	67	12.915	45.040	5.38	22.39	4.17
116	35	20	03	06	03	76	11.375	40.290	4.78	20.11	4.21
117	32	20	03	06	03	65	14.125	47.210	5.85	23.43	4.01
118	32	65	03	06	03	70	14.650	45.500	5.82	22.61	3.89
119	32	19	03	06	03	58	14.165	45.500	5.86	22.61	3.86
120	11	71	03	06	03	79	14.960	52.125	6.17	25.79	4.19
121	12	1	03	06	03	85	14.500	47.750	5.99	23.69	3.96
122	14	1	03	06	03	70	14.665	46.085	6.35	22.89	3.79
123	12	60	03	06	03	86	12.875	42.540	5.37	21.19	3.96
124	12	59	03	06	03	68	12.665	46.290	5.28	22.99	4.36
125	12	53	03	06	03	89	14.540	43.085	6.01	21.45	3.58
126	12	51	03	06	03	84	13.625	48.125	5.65	23.87	4.23
127	21	38	03	06	03	79	13.250	42.915	5.51	21.37	3.88
128	21	37	03	06	03	90	13.165	47.460	5.48	23.55	4.31
129	21	40	03	06	03	74	14.335	44.500	5.93	22.13	3.74
130	21	42	03	06	03	74	15.250	45.500	6.28	22.61	3.61
131	21	39	03	06	03	77	12.665	43.960	5.28	21.87	4.15
132	22	21	03	06	03	81	12.210	41.125	5.10	20.51	4.02
133	23	78	03	07	03	63	14.540	44.335	6.01	22.05	3.68
134	21	57	03	07	03	66	14.665	45.000	6.05	22.37	3.70
135	21	9	03	07	03	77	13.165	46.710	5.48	23.19	4.24
136	12	32	03	07	03	83	12.525	47.775	5.23	23.70	4.54
137	11	1	03	07	03	66	14.875	43.790	6.13	21.79	3.56
138	31	19	03	07	03	47	16.375	41.585	6.71	20.73	3.10
139	42	66	03	07	03	65	11.165	49.210	4.71	24.39	5.19
140	35	88	03	07	03	63	12.085	42.585	5.06	21.21	4.20
141	31	13	03	08	03	80	13.250	43.085	5.51	21.45	3.90
142	12	9	03	08	03	59	13.750	33.625	5.70	16.91	2.97
143	21	21	03	08	03	83	13.390	44.960	5.56	22.35	4.02
144	22	25	03	08	03	65	11.875	40.085	4.98	20.01	4.02
145	23	79	03	09	03	87	12.305	50.875	5.15	25.19	4.90
146	21	5	03	09	03	57	12.415	42.460	5.19	21.15	4.08
147	21	2	03	09	03	80	11.500	48.165	4.84	23.89	4.95
148	12	7	03	09	03	71	14.250	36.165	5.89	18.13	3.08
149	11	10	03	09	03	76	14.500	43.790	5.99	21.79	3.64
150	11	17	03	09	03	71	14.000	44.210	5.80	21.99	3.80
151	12	28	205	05	03	58	14.250	50.540	5.89	25.33	4.25
152	14	94	205	05	03	60	13.250	50.335	5.51	24.93	4.53
153	42	76	205	05	03	44	15.165	47.665	6.25	23.65	3.79
154	42	75	205	05	03	42	18.125	48.540	7.38	24.07	3.27
155	34	95	205	05	03	49	15.375	49.625	6.33	24.59	3.89
156	34	95	205	05	03	49	15.375	49.625	6.33	24.59	3.89
157	34	95	205	05	03	45	14.725	50.125	6.08	24.23	4.09
158	34	96	205	05	03	53	15.600	48.800	6.41	24.19	3.78
159	34	94	205	05	03	49	15.075	47.800	6.21	23.71	3.82
160	34	93	205	05	03	46	15.525	48.700	6.38	24.15	3.79

(continua)

Tabela A.3 - Conclusão

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI
161	34	90	205	05	03	48	16.050	46.650	6.59	23.16	3.52
162	34	91	205	05	03	47	21.350	39.875	8.62	19.91	2.31
163	34	89	205	05	03	32	16.085	33.250	6.60	16.73	2.54
164	34	67	408	03	03	55	13.000	45.500	5.41	22.61	4.18
165	34	66	408	03	03	52	15.655	47.000	6.43	23.33	3.63
166	33	97	408	03	03	55	13.790	50.290	5.72	24.91	4.36
167	33	96	408	03	03	54	14.360	53.515	5.94	26.46	4.46
168	33	95	408	03	03	62	11.890	54.265	4.98	26.82	5.39
169	33	93	408	03	03	54	12.875	55.375	5.37	27.35	5.10
170	34	2	408	04	03	52	13.625	46.915	5.65	23.29	4.13
171	34	58	408	04	03	47	15.790	45.125	6.49	22.43	3.46
172	34	57	408	04	03	58	14.165	49.750	5.86	24.65	4.21
173	34	12	408	04	03	59	13.985	50.095	5.79	24.82	4.29
174	34	11	408	04	03	58	13.805	49.735	5.72	24.64	4.31
175	34	8	408	04	03	55	13.375	51.595	5.56	25.54	4.60
176	34	10	408	04	03	51	14.960	49.875	6.17	24.71	4.01
177	34	7	408	04	03	51	14.125	48.235	5.85	24.21	4.15
178	34	5	408	04	03	48	14.625	43.165	6.04	21.49	3.57
179	34	4	408	04	03	52	12.750	52.000	5.32	25.73	4.25
180	34	3	408	04	03	47	14.250	48.125	5.89	23.87	4.06
181	35	96	408	04	03	61	15.500	48.500	6.37	24.05	3.78
182	35	69	408	04	03	48	14.915	50.625	6.15	25.07	4.08
183	23	93	408	04	03	58	16.540	47.290	6.77	23.47	3.47
184	33	62	408	04	03	48	14.835	50.750	6.12	25.13	4.11
185	15	3	408	04	03	54	15.835	48.915	6.50	24.25	3.74
186	22	92	408	04	03	56	13.165	46.040	5.48	22.87	4.18
187	14	93	408	05	03	63	13.915	47.665	5.76	23.65	4.11
188	33	67	408	05	03	31	17.835	46.790	7.27	24.19	3.33
189	33	68	408	05	03	31	14.540	43.960	6.01	21.87	3.65
190	33	66	408	05	03	27	17.335	45.885	7.08	22.41	3.17
191	33	65	408	05	03	31	19.040	44.210	5.42	21.99	1.43
192	33	70	408	05	03	50	12.850	47.675	5.36	23.65	4.42
193	33	69	408	05	03	37	14.460	46.500	5.97	23.09	3.87
194	23	83	703	01	03	93	13.250	50.700	5.51	25.11	4.56
195	31	83	703	01	03	100	13.570	51.445	5.63	25.46	4.53
196	31	81	703	01	03	100	15.430	47.230	6.35	23.44	3.70
197	33	19	703	01	03	105	13.335	53.540	5.54	26.47	4.78
198	33	20	703	01	03	109	15.000	52.750	6.18	26.09	4.23
199	34	60	703	01	03	102	13.375	51.500	5.56	25.49	4.59
200	34	79	703	01	03	93	14.825	50.325	6.11	24.93	4.08
201	34	76	703	01	03	88	13.990	49.465	5.79	24.51	4.24
202	33	85	703	01	03	88	13.750	48.915	5.70	24.25	4.26
203	23	62	703	01	03	98	12.400	52.800	5.18	26.12	5.05
204	33	81	703	01	03	114	12.915	49.375	5.38	24.47	4.55
205	33	28	703	02	03	79	13.750	46.250	5.70	22.97	4.04
206	22	82	703	02	03	69	19.250	44.210	7.81	21.99	2.82
207	33	17	703	02	03	82	14.150	57.675	5.86	28.46	4.87
208	33	26	703	02	03	85	14.875	48.040	6.13	23.83	3.89
209	33	25	703	02	03	65	14.585	47.500	6.02	23.57	3.92
210	33	27	703	02	03	81	15.610	55.160	6.42	27.25	4.25
211	33	14	703	02	03	100	14.085	62.040	5.83	30.55	5.25
212	23	91	703	02	03	88	13.985	62.155	5.79	30.61	5.29
213	23	72	703	02	03	79	14.835	56.165	6.12	27.73	4.54
214	33	78	703	03	03	59	15.085	44.665	6.21	22.21	3.58
215	34	68	703	03	03	66	15.225	51.950	6.27	25.71	4.11
216	35	87	703	03	03	64	13.500	47.125	5.61	23.39	4.18
217	41	87	703	03	03	64	14.750	50.165	6.09	24.85	4.09
218	42	79	703	03	03	80	13.400	52.400	5.57	25.92	4.66
219	34	69	703	03	03	71	14.500	53.500	5.99	26.45	4.42
220	23	95	703	03	03	62	13.875	53.900	5.75	26.64	4.64
221	31	36	703	03	03	59	16.000	48.085	6.57	23.85	3.64
222	31	37	703	03	03	58	13.040	45.710	5.43	22.71	4.19
223	14	19	703	03	03	59	15.665	57.750	6.44	28.49	4.43
224	22	79	703	03	03	60	14.600	54.300	6.03	26.84	4.46
225	22	38	703	03	03	60	15.165	58.500	6.25	28.85	4.63
226	22	77	703	03	03	64	15.530	57.415	6.39	28.33	4.44
227	21	73	703	03	03	76	14.585	54.210	6.02	26.79	4.46
228	21	74	703	03	03	74	14.250	42.460	5.89	24.15	3.59
229	22	10	703	03	03	76	19.290	55.960	7.83	27.63	3.53
230	21	43	703	04	03	79	15.165	54.290	6.25	26.83	4.30
231	11	4	703	04	03	90	13.790	57.710	5.72	28.47	4.99
232	23	88	703	04	03	68	15.095	54.235	6.22	26.80	4.32
233	34	54	703	04	03	54	15.875	43.625	5.75	21.71	3.78

OBS.: N = Nº da amostra; F = Fazenda; T = Talhão; V = Variedade;  
 E = Estágio; S = Safra 85/86; R2 = Reflectância na banda 2;  
 R4 = Reflectância na banda 4.

TABELA A.4

DADOS DE PRODUTIVIDADE EM TON/HA, DADOS ESPECTRAIS DO SENSOR MSS E ÍNDICE VEGETATIVO (RVI) POR VARIEDADE/ESTÁGIO PARA AS ÁREAS CANAVIEIRAS UTILIZADAS NA OBTENÇÃO DO MODELO DE PRODUTIVIDADE NA SAFRA 83/84

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI	PEF
1	35	51	J	C1	1	93	14.750	56.125	5.35	24.30	4.54	110
2	14	4	J	C1	1	102	15.290	44.460	5.53	19.44	3.52	140
3	35	85	J	C1	1	106	17.160	53.400	6.14	23.16	3.78	140
4	22	1	J	C1	1	106	15.415	47.040	5.57	20.52	3.69	140
5	16	54	J	C1	1	115	15.000	47.220	5.44	20.59	3.79	110
6	43	69	J	C1	1	117	13.900	62.250	5.08	26.85	5.30	106
7	12	57	J	C1	1	127	14.750	52.290	5.35	22.70	4.25	140
8	42	78	J	C1	1	133	14.565	50.075	5.29	21.78	4.12	140
9	12	58	J	C1	1	138	14.695	51.730	5.34	22.47	4.22	140
10	16	58	J	C1	1	139	14.250	49.665	5.19	21.61	4.17	140
11	16	66	J	C1	1	143	13.405	52.195	4.91	22.66	4.62	140
12	12	5	J	C1	1	151	14.960	55.290	5.42	23.95	4.42	140
13	16	76	J	C1	1	178	14.250	54.210	5.19	23.50	4.53	140
14	16	80	J	C1	1	179	13.085	55.915	4.80	24.21	5.04	140
15	31	18	J	C2	1	70	19.625	51.085	6.95	22.20	3.20	89
16	43	68	J	C2	1	73	15.400	52.700	5.57	22.87	4.11	102
17	23	60	J	C2	1	80	17.550	50.375	6.27	21.91	3.50	102
18	43	54	J	C2	1	86	16.210	50.165	5.83	21.82	3.75	77
19	21	16	J	C2	1	89	15.000	49.000	5.44	21.33	3.93	113
20	16	85	J	C2	1	91	13.375	53.290	4.90	23.12	4.72	77
21	23	82	J	C2	1	91	16.100	55.100	5.80	23.87	4.12	102
22	14	80	J	C2	1	91	15.150	53.100	5.49	23.04	4.21	113
23	23	70	J	C2	1	93	15.600	54.675	5.63	23.70	4.21	113
24	35	6	J	C2	1	97	16.085	54.750	5.79	23.73	4.10	113
25	35	2	J	C2	1	100	15.675	53.450	5.66	23.19	4.10	113
26	43	79	J	C2	1	103	15.445	59.210	5.58	25.58	4.59	113
27	11	78	J	C2	1	103	13.665	59.250	5.00	25.60	5.13	77
28	16	86	J	C2	1	105	12.375	59.835	4.58	25.84	5.65	83
29	16	78	J	C2	1	142	13.625	57.290	4.98	24.78	4.98	102
30	11	56	J	C3	1	56	18.835	47.165	6.69	20.57	3.08	95
31	11	52	J	C3	1	63	17.625	47.250	6.30	20.81	3.28	77
32	21	7	J	C3	1	63	18.290	45.960	6.51	20.07	3.09	95
33	22	17	J	C3	1	73	16.625	49.325	5.97	21.47	3.60	95
34	14	59	J	C3	1	79	15.040	61.180	5.45	26.40	4.85	95
35	12	62	J	C3	1	82	15.000	54.835	5.44	23.76	4.38	82
36	35	84	J	C3	1	82	17.290	51.165	6.19	22.23	3.30	95
37	32	53	J	C3	1	83	18.250	52.750	6.50	22.89	3.53	77
38	21	22	J	C3	1	87	14.750	57.085	5.35	24.70	4.62	82
39	11	92	J	C3	1	97	14.625	52.500	5.31	22.79	4.30	77
40	43	81	J	C3	1	98	14.250	59.790	5.19	25.82	4.98	77
41	23	87	J	C3	1	98	16.280	55.790	5.86	24.16	4.13	95
42	21	12	J	C3	1	100	14.540	53.415	5.29	23.17	4.39	77
43	12	26	J	C3	1	112	14.125	54.085	5.15	23.45	4.56	95
44	12	24	J	C3	1	119	14.540	58.290	5.29	25.20	4.77	95
45	21	42	J	C4	1	67	17.790	49.375	6.35	21.49	3.39	71
46	14	1	J	C4	1	71	16.040	48.625	5.78	21.18	3.67	71
47	32	19	J	C4	1	72	17.290	52.540	6.19	22.81	3.69	87
48	12	51	J	C4	1	73	16.250	50.085	5.85	21.79	3.73	76
49	12	60	J	C4	1	81	15.500	56.710	5.60	24.54	4.39	87
50	21	37	J	C4	1	84	16.665	57.290	5.98	24.78	4.15	52
51	11	71	J	C4	1	87	14.665	55.540	5.33	24.06	4.52	76
52	12	1	J	C4	1	92	16.500	55.665	5.93	24.11	4.07	76
53	22	21	J	C4	1	93	14.290	51.835	5.20	22.51	4.33	76
54	35	19	J	C4	1	94	15.835	58.460	5.71	25.27	4.43	87
55	35	89	J	C4	1	94	15.500	50.460	5.60	21.94	3.92	87
56	31	19	J	C5	1	54	20.710	49.415	7.31	21.51	2.95	80
57	42	66	J	C5	1	57	14.750	45.210	5.35	19.76	3.70	48
58	11	1	J	C5	1	63	18.000	45.960	6.42	20.07	3.13	74
59	21	57	J	C5	1	68	17.585	46.960	6.28	20.49	3.27	61
60	23	78	J	C5	1	72	15.085	49.085	5.46	21.37	3.92	89
61	21	9	J	C5	1	75	16.750	52.790	6.01	22.91	3.82	65
62	35	88	J	C5	1	88	15.500	52.415	5.60	22.75	4.07	80
63	12	32	J	C5	1	99	16.250	56.600	5.85	24.50	4.20	80
64	12	10	J	C6	1	71	16.970	50.750	6.08	22.06	3.63	65
65	12	9	J	C6	1	78	17.710	47.165	6.32	20.57	3.26	70
66	31	13	J	C6	1	82	17.335	52.290	6.20	22.70	3.67	70
67	22	25	J	C6	1	82	14.500	51.960	5.27	22.57	4.29	74
68	11	9	J	C6	1	87	14.500	55.585	5.27	24.07	4.57	80
69	21	21	J	C6	1	90	16.885	52.530	6.03	22.80	3.79	70
70	11	17	J	C7	1	70	17.085	48.790	6.12	21.25	3.48	68
71	11	10	J	C7	1	71	16.040	50.500	5.78	21.96	3.81	68
72	12	7	J	C7	1	81	16.085	48.540	5.79	21.14	3.66	63
73	21	5	J	C7	1	81	16.040	52.040	5.78	22.60	3.92	73
74	21	2	J	C7	1	88	15.750	52.835	5.68	22.93	4.04	63
75	23	79	J	C7	1	89	14.210	54.125	5.18	23.47	4.54	81
76	35	70	25	C3	1	42	22.750	48.250	7.98	21.02	2.64	48
77	32	5	25	C3	1	45	22.375	50.945	7.85	22.14	2.83	43
78	35	55	25	C3	1	48	20.710	52.415	7.31	22.75	3.12	48
79	35	71	25	C3	1	49	22.165	53.290	7.78	23.12	2.98	48
80	22	33	25	C3	1	52	18.085	55.960	6.45	24.23	3.76	43

(continua)

Tabela A.4 - Conclusão

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI	PEF
81	42	75	25	C3	1	52	20.625	54.290	7.20	23.53	3.24	48
82	22	37	25	C3	1	52	22.325	56.875	7.44	24.61	3.15	43
83	34	89	25	C3	1	52	22.540	48.875	7.91	21.20	2.70	48
84	34	88	25	C3	1	53	16.915	47.585	6.72	20.75	3.09	48
85	32	7	25	C3	1	53	22.460	50.790	7.88	22.08	2.81	43
86	21	27	25	C3	1	53	20.335	52.500	7.18	22.79	3.18	43
87	21	25	25	C3	1	54	20.500	50.665	7.24	22.03	3.05	43
88	42	76	25	C1	1	57	21.165	55.835	7.46	24.18	3.25	48
89	34	85	25	C3	1	58	19.250	57.525	6.83	24.88	3.65	48
90	34	90	25	C3	1	59	20.725	57.975	7.31	25.07	3.43	48
91	34	94	25	C3	1	60	19.550	58.875	6.93	25.44	3.68	43
92	34	96	25	C3	1	60	21.650	61.500	7.62	26.53	3.49	43
93	34	86	25	C3	1	60	18.350	54.450	6.53	23.60	3.62	48
94	34	84	25	C3	1	60	17.975	61.675	6.41	26.61	4.16	48
95	34	93	25	C3	1	61	20.600	55.850	7.27	24.18	3.33	43
96	34	91	25	C3	1	62	19.375	58.250	6.87	25.18	3.67	43
97	34	95	25	C3	1	66	18.700	59.500	6.65	25.70	3.87	43
98	34	83	25	C3	1	67	20.975	62.550	7.39	26.97	3.65	48
99	14	94	25	C3	1	69	17.750	61.585	6.34	26.57	4.20	48
100	12	28	25	C3	1	76	17.085	61.085	6.12	26.36	4.31	59
101	12	47	25	C3	1	79	15.625	60.540	5.64	26.14	4.64	63
102	12	48	25	C3	1	83	15.905	58.625	5.73	25.34	4.43	59
103	33	23	25	C4	1	47	21.665	54.750	7.62	23.73	3.12	48
104	21	60	25	C4	1	52	18.470	55.640	6.57	24.10	3.67	43
105	34	77	25	C4	1	53	18.500	54.915	6.58	23.80	3.62	48
106	34	78	25	C4	1	55	21.500	54.875	7.57	23.78	3.15	48
107	34	81	25	C4	1	56	21.925	56.650	7.71	24.52	3.19	48
108	35	69	48	C2	1	48	20.915	42.375	7.37	18.58	2.52	55
109	34	58	48	C2	1	54	22.375	56.960	7.85	24.65	3.14	63
110	15	3	48	C2	1	63	17.750	53.790	6.34	23.33	3.69	63
111	34	8	48	C2	1	64	18.055	58.235	6.44	25.18	3.92	63
112	22	92	48	C2	1	64	17.000	45.750	6.09	19.98	3.29	73
113	34	5	48	C2	1	67	21.250	54.790	7.48	23.74	3.18	63
114	35	96	48	C2	1	68	18.250	56.585	6.50	24.49	3.77	55
115	34	2	48	C2	1	71	17.960	58.165	6.41	25.15	3.93	55
116	33	62	48	C2	1	80	20.915	61.250	7.37	26.43	3.59	55
117	33	67	48	C3	1	59	25.915	59.085	9.01	25.53	2.84	63
118	33	65	48	C3	1	63	18.665	59.415	6.64	25.67	3.87	63
119	33	64	48	C3	1	66	25.500	59.915	8.88	25.88	2.92	63
120	14	93	48	C3	1	70	15.750	52.750	5.68	22.89	4.04	55
121	33	69	48	C3	1	74	17.875	59.665	6.38	25.77	4.05	63
122	33	70	48	C3	1	77	20.325	61.625	7.18	26.59	3.71	63
123	33	78	73	C1	1	77	18.500	52.835	6.58	22.93	3.49	111
124	22	10	73	C1	1	88	15.665	59.165	5.65	25.56	4.53	111
125	31	36	73	C1	1	88	17.625	62.165	6.30	26.81	4.26	94
126	41	87	73	C1	1	90	14.750	60.415	5.35	26.08	4.88	90
127	34	68	73	C1	1	91	17.750	61.100	6.34	26.37	4.17	90
128	23	95	73	C1	1	92	15.450	62.400	5.58	26.91	4.83	94
129	22	79	73	C1	1	94	16.550	63.650	5.94	27.43	4.62	101
130	42	79	73	C1	1	96	16.425	57.625	5.90	24.92	4.23	90
131	22	77	73	C1	1	98	16.780	61.460	6.02	26.52	4.41	101
132	22	38	73	C1	1	99	15.125	64.915	5.48	27.96	5.11	94
133	21	74	73	C1	1	104	17.290	58.085	6.19	25.11	4.07	90
134	21	73	73	C1	1	121	15.665	63.335	5.65	27.30	4.83	94
135	14	19	73	C1	1	131	15.500	60.710	5.60	26.21	4.69	111

OBS.: N = Nº da amostra; F = Fazenda; T = Talhão; V = Variedade;  
 E = Estágio; S = Safra 83/84; R2 = Reflectância na banda 2;  
 R4 = Reflectância na banda 4



TABELA A.5

DADOS DE PRODUTIVIDADE EM TON/HA, DADOS ESPECTRAIS DO SENSOR MSS E ÍNDICE VEGETATIVO (RVI) POR VARIEDADE/ESTÁGIO PARA AS ÁREAS CANAVIEIRAS UTILIZADAS NA OBTENÇÃO DO MODELO DE PRODUTIVIDADE NA SAFRA 84/85

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI	PEF
1	21	75	3	1	2	73	16.960	51.960	6.19	22.97	3.72	92
2	14	12	3	1	2	73	18.415	51.710	6.67	22.46	3.43	103
3	33	53	3	1	2	76	17.290	47.585	6.30	21.12	3.36	103
4	16	59	3	1	2	122	16.335	47.835	5.98	21.22	3.56	111
5	16	68	3	1	2	126	14.350	56.825	5.32	25.03	4.71	103
6	14	58	3	1	2	143	15.375	53.625	5.66	23.67	4.19	103
7	14	4	3	2	2	62	16.500	53.540	6.03	23.64	3.92	79
8	35	65	3	2	2	67	17.175	52.475	6.26	23.19	3.71	79
9	42	78	3	2	2	70	16.900	51.410	6.17	22.74	3.69	76
10	22	1	3	2	2	74	16.625	51.585	6.74	22.81	3.39	76
11	12	57	3	2	2	77	16.210	52.960	5.94	23.39	3.95	80
12	16	76	3	2	2	80	16.000	57.415	5.87	25.28	4.31	71
13	16	58	3	2	2	84	16.835	54.960	6.15	24.24	3.95	75
14	16	66	3	2	2	86	15.125	56.360	5.58	24.83	4.46	79
15	12	5	3	2	2	87	16.165	57.210	5.92	25.19	4.26	76
16	43	69	3	2	2	93	15.900	61.750	5.83	27.11	4.65	76
17	35	51	3	2	2	93	14.750	55.250	5.45	24.36	4.48	76
18	43	68	3	3	2	57	19.425	49.700	7.01	22.01	3.15	74
19	31	18	3	3	2	58	21.790	49.335	7.80	21.86	2.81	70
20	23	60	3	3	2	65	19.425	45.250	7.01	21.82	3.12	70
21	21	16	3	3	2	66	18.915	50.415	6.84	22.31	3.27	70
22	14	80	3	3	2	70	16.575	54.600	6.06	24.09	3.98	74
23	23	70	3	3	2	74	16.525	52.125	6.04	23.04	3.82	70
24	23	58	3	3	2	75	19.710	51.460	7.10	22.76	3.21	70
25	45	54	3	3	2	76	17.460	52.790	6.35	23.32	3.68	66
26	23	82	3	3	2	78	17.890	53.225	6.48	23.50	3.63	74
27	43	79	3	3	2	83	17.945	58.890	6.52	25.90	3.98	56
28	11	78	3	3	2	84	15.165	61.290	5.59	26.92	4.82	60
29	16	78	3	3	2	95	16.000	57.250	5.87	25.21	4.30	66
30	35	6	3	3	2	96	16.500	55.415	6.03	24.43	4.06	70
31	35	2	3	3	2	89	15.750	50.575	5.78	22.38	3.88	70
32	16	85	3	3	2	95	14.750	54.790	5.45	24.17	4.44	60
33	16	86	3	3	2	97	14.915	60.835	5.51	26.73	4.86	66
34	11	56	3	4	2	38	22.165	45.875	7.92	20.39	2.58	69
35	21	7	3	4	2	46	20.335	47.000	7.31	20.87	2.86	65
36	21	20	3	4	2	46	21.210	44.290	7.60	19.72	2.60	65
37	11	52	3	4	2	59	17.750	45.415	6.45	21.89	3.40	65
38	14	59	3	4	2	61	19.005	56.405	7.14	25.09	4.08	76
39	22	17	3	4	2	62	18.025	51.750	6.54	22.88	3.50	69
40	35	84	3	4	2	67	16.290	48.460	5.96	21.49	3.61	61
41	14	51	3	4	2	67	15.375	51.415	5.66	22.74	4.02	68
42	11	92	3	4	2	71	16.085	45.290	5.90	21.84	3.71	52
43	12	53	3	4	2	73	15.540	51.710	5.71	22.86	4.01	61
44	21	22	3	4	2	81	17.585	55.915	6.40	24.64	3.86	61
45	23	87	3	4	2	82	17.500	54.500	6.37	24.04	3.78	61
46	12	62	3	4	2	83	17.040	58.460	6.21	25.72	4.15	61
47	43	81	3	4	2	83	17.375	57.665	6.33	25.38	4.02	52
48	12	26	3	4	2	84	16.085	55.750	5.90	24.57	4.17	68
49	12	24	3	4	2	87	17.500	56.665	6.37	24.96	3.93	69
50	21	12	3	4	2	94	15.125	51.540	5.58	22.79	4.09	95
51	32	19	3	5	2	48	17.540	52.210	6.38	23.07	3.62	63
52	11	71	3	5	2	49	18.915	45.250	6.84	20.13	2.95	50
53	21	42	3	5	2	64	19.210	52.915	6.74	23.37	3.37	47
54	12	51	3	5	2	73	17.875	52.000	6.49	22.99	3.55	56
55	14	1	3	5	2	73	17.085	51.710	6.23	22.86	3.68	62
56	12	60	3	5	2	74	16.165	57.710	5.92	25.40	4.30	63
57	22	21	3	5	2	74	16.750	51.125	6.12	22.62	3.70	56
58	11	71	3	C6	3	79	14.960	52.125	6.17	25.79	4.19	71
59	22	21	3	C6	3	81	12.210	41.125	5.10	20.51	4.02	83
60	12	51	3	C6	3	84	13.625	46.125	5.65	23.87	4.23	75
61	12	1	3	C6	3	85	14.500	47.750	5.99	23.69	3.96	75
62	21	37	3	C6	3	90	13.165	47.460	5.48	23.55	4.31	71
63	31	19	3	C7	3	47	16.375	41.585	6.71	20.73	3.10	69
64	23	78	3	C7	3	63	14.540	44.335	6.01	22.05	3.68	75
65	35	88	3	C7	3	63	12.085	42.585	5.06	21.21	4.20	69
66	42	66	3	C7	3	65	11.165	49.210	4.71	24.39	5.19	56
67	11	1	3	C7	3	66	14.875	43.790	6.13	21.79	3.56	75
68	21	57	3	C7	3	66	14.665	45.000	6.05	22.37	3.70	69
69	21	9	3	C7	3	77	13.165	46.710	5.48	23.19	4.24	64
70	12	32	3	C7	3	83	12.525	47.775	5.23	23.76	4.54	64
71	12	9	3	C8	3	59	13.750	33.625	5.70	16.91	2.97	56
72	22	25	3	C8	3	65	11.875	40.085	4.98	20.01	4.02	75
73	12	10	3	C8	3	73	21.765	25.040	8.78	12.79	1.46	56
74	31	13	3	C8	3	80	13.250	43.085	5.51	21.45	3.90	69
75	21	21	3	C8	3	83	13.390	44.960	5.56	22.35	4.02	75
76	21	5	3	C9	3	57	12.415	42.460	5.19	21.15	4.08	75
77	12	7	3	C9	3	71	14.250	36.165	5.89	18.13	3.08	60
78	11	10	3	C9	3	76	14.500	43.790	5.99	21.75	3.64	75
79	21	2	3	C9	3	80	11.500	48.165	4.84	23.89	4.95	56
80	23	79	3	C9	3	87	12.305	50.875	5.15	25.15	4.90	75

(continua)

Tabela A.5 - Conclusão

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI	PEF
81	21	2	3	2	2	81	15.960	53.000	5.85	23.44	4.01	46
82	42	75	25	4	2	33	24.125	52.460	8.58	23.10	2.71	43
83	35	70	25	4	2	37	27.040	47.875	9.55	21.24	2.23	43
84	34	89	25	4	2	39	21.790	51.960	7.80	22.97	2.95	43
85	35	71	25	4	2	40	27.000	48.375	9.54	21.87	2.30	43
86	22	37	25	4	2	41	23.150	53.800	8.25	23.75	2.88	43
87	35	55	25	4	2	42	20.665	50.040	7.42	22.16	2.99	43
88	34	93	25	4	2	45	20.725	52.350	7.44	23.13	3.11	43
89	34	90	25	4	2	46	20.250	52.925	7.28	23.38	3.21	43
90	32	7	25	4	2	47	21.415	50.585	7.67	22.39	2.92	43
91	12	27	25	4	2	47	18.665	54.085	6.76	23.87	3.54	43
92	32	5	25	4	2	47	22.610	53.250	8.07	23.52	2.92	43
93	34	86	25	4	2	48	20.325	51.250	7.31	22.67	3.11	43
94	34	85	25	4	2	48	20.780	54.900	7.43	24.21	3.26	43
95	34	83	25	4	2	52	20.025	54.400	7.21	24.00	3.34	43
96	34	96	25	4	2	52	20.025	55.650	7.21	24.53	3.41	43
97	34	95	25	4	2	56	18.875	55.325	6.83	24.19	3.58	43
98	12	47	25	4	2	57	18.000	54.835	6.53	24.19	3.71	43
99	12	28	25	4	2	62	19.335	54.500	6.98	24.04	3.45	46
100	34	77	25	4	2	43	18.665	53.085	6.76	23.45	3.48	43
101	33	23	25	4	2	46	20.915	58.165	7.51	25.60	3.42	43
102	34	81	25	4	2	50	18.800	58.300	6.80	25.65	3.78	43
103	33	59	48	3	2	36	25.835	57.625	9.15	25.37	2.78	49
104	23	93	48	3	2	51	21.585	49.875	7.73	22.05	2.86	58
105	35	69	48	3	2	55	15.875	47.460	5.83	21.06	3.62	50
106	34	5	48	3	2	56	21.335	52.915	7.65	23.37	3.16	50
107	15	3	48	3	2	57	20.915	56.000	7.51	24.68	3.29	53
108	22	92	48	3	2	62	17.375	51.960	6.33	22.97	3.64	53
109	35	96	48	3	2	65	17.915	54.585	6.51	24.08	3.71	50
110	34	58	48	3	2	65	20.375	58.125	7.33	25.58	3.50	53
111	34	8	48	3	2	68	18.265	57.710	6.62	25.40	3.84	53
112	34	2	48	3	2	69	17.665	56.165	6.42	24.75	3.86	50
113	33	62	48	3	2	70	16.960	58.500	6.19	25.74	4.17	58
114	33	64	48	4	2	43	22.335	50.915	7.98	22.53	2.83	49
115	33	65	48	4	2	43	20.665	60.790	7.42	26.71	3.60	49
116	33	67	48	4	2	47	25.125	53.835	8.91	23.76	2.67	49
117	33	69	48	4	2	53	19.500	54.290	7.03	23.96	3.41	50
118	33	70	48	4	2	68	17.900	55.025	6.50	24.27	3.74	50
119	14	93	48	4	2	72	17.335	58.500	6.31	25.74	4.08	53
120	33	25	73	1	2	58	19.250	51.500	6.95	22.77	3.28	88
121	33	27	73	1	2	70	19.365	55.660	6.99	24.54	3.52	88
122	33	28	73	1	2	75	16.175	52.075	5.93	23.02	3.89	88
123	22	82	73	1	2	78	17.540	57.915	6.38	25.49	4.00	78
124	33	17	73	1	2	90	19.425	56.425	7.01	24.86	3.55	78
125	23	91	73	1	2	122	16.405	65.305	8.00	28.62	4.77	78
126	41	87	73	2	2	49	19.875	52.835	7.16	23.34	3.27	56
127	33	78	73	2	2	60	23.750	53.085	8.45	24.29	2.88	60
128	23	95	73	2	2	61	19.425	58.725	7.01	25.83	3.69	66
129	22	38	73	2	2	63	18.335	56.540	6.65	24.91	3.75	70
130	22	79	73	2	2	66	17.950	64.450	6.52	28.26	4.34	60
131	22	77	73	2	2	73	19.000	64.345	6.87	28.21	4.11	74
132	14	19	73	2	2	74	20.460	66.665	7.35	29.20	3.58	60
133	21	74	73	2	2	77	17.335	52.915	6.31	23.37	3.71	60
134	34	68	73	2	2	77	19.200	62.475	6.93	27.42	3.96	60
135	22	10	73	2	2	90	17.710	65.500	6.44	28.70	4.47	70
136	11	36	73	2	2	82	15.540	61.040	7.05	26.81	3.81	74
137	32	4	73	2	2	84	20.835	65.750	7.48	28.81	3.86	70
138	21	13	73	2	2	88	16.250	63.085	5.95	27.68	4.66	53
139	42	79	73	2	2	94	17.775	60.850	6.46	26.73	4.15	74

OBS.: N = Nº da amostra; F = Fazenda; T = Talhão; V = Variedade;  
 E = Estágio; S = Safra 84/85; R2 = Reflectância na banda 2;  
 R4 = Reflectância na banda 4.

TABELA A.6

DADOS DE PRODUTIVIDADE EM TON/HA, DADOS ESPECTRAIS DO SENSOR MSS E ÍNDICE VEGETATIVO (RVI), POR VARIEDADE/ESTÁGIO PARA AS ÁREAS CANAVIEIRAS UTILIZADAS NA OBTENÇÃO DO MODELO DE PRODUTIVIDADE NA SAFRA 85/86

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI	PEF
1	11	27	3	C1	3	113	16.500	53.750	6.76	26.57	3.94	130
2	11	21	3	C1	3	114	13.415	41.835	5.57	20.85	3.75	130
3	11	19	3	C1	3	118	15.215	47.720	6.26	23.68	3.79	130
4	32	27	3	C1	3	126	12.075	39.960	5.37	19.95	3.72	130
5	31	12	3	C1	3	127	13.085	41.665	5.45	20.77	3.82	130
6	21	75	3	C2	3	95	14.290	47.125	5.91	23.35	3.96	111
7	33	53	3	C2	3	98	12.250	44.625	5.13	22.19	4.34	111
8	14	12	3	C2	3	99	14.125	47.040	5.85	23.35	4.00	111
9	16	67	3	C2	3	108	12.800	51.225	5.34	25.36	4.76	105
10	16	59	3	C2	3	114	11.790	46.665	4.95	23.17	4.69	111
11	16	68	3	C2	3	119	12.050	56.125	5.04	27.71	5.50	96
12	42	78	3	C3	3	71	16.085	46.865	6.60	23.27	3.53	103
13	22	1	3	C3	3	71	14.000	45.375	5.80	22.55	1.90	89
14	14	4	3	C3	3	73	14.375	46.790	5.94	23.23	3.92	83
15	35	51	3	C3	3	73	12.165	47.125	5.09	23.39	4.60	89
16	35	85	3	C3	3	77	15.225	42.700	6.27	21.27	3.40	83
17	41	70	3	C3	3	78	14.950	36.750	6.16	18.41	2.99	98
18	16	58	3	C3	3	84	13.665	43.915	5.67	21.85	3.86	98
19	12	5	3	C3	3	88	13.290	41.835	5.52	20.85	3.78	83
20	15	54	3	C3	3	91	14.030	44.280	5.81	22.02	3.80	103
21	16	66	3	C3	3	92	11.915	48.570	5.00	24.08	4.83	89
22	12	57	3	C3	3	97	13.415	42.710	5.57	21.27	3.82	103
23	43	69	3	C3	3	106	11.400	60.350	4.79	29.74	6.21	83
24	16	76	3	C3	3	107	12.165	56.335	5.09	27.81	5.47	83
25	16	80	3	C3	3	108	11.750	56.415	4.93	27.85	5.65	83
26	43	68	3	C4	3	52	14.950	40.500	6.16	20.21	3.29	90
27	31	18	3	C4	3	63	14.710	43.585	6.07	21.65	3.58	82
28	43	54	3	C4	3	72	13.665	49.960	5.67	24.75	4.37	77
29	21	16	3	C4	3	73	12.835	40.085	5.35	20.01	3.75	90
30	23	82	3	C4	3	74	15.675	47.800	6.44	23.71	3.69	82
31	23	70	3	C4	3	76	13.975	46.825	5.79	23.25	4.02	90
32	16	85	3	C4	3	88	12.335	52.960	5.16	26.19	5.09	82
33	35	2	3	C4	3	88	13.125	43.700	5.46	21.75	3.99	90
34	35	6	3	C4	3	88	13.500	47.790	5.61	23.71	4.24	90
35	16	86	3	C4	3	97	11.915	60.210	5.00	29.67	5.95	82
36	43	79	3	C4	3	100	13.095	54.945	5.45	27.14	4.99	72
37	16	78	3	C4	3	105	12.290	57.375	5.14	28.31	5.51	77
38	11	78	3	C4	3	107	12.125	58.000	5.08	28.61	5.64	77
39	11	55	3	C5	3	51	16.000	43.835	6.57	21.81	3.33	87
40	14	59	3	C5	3	56	15.825	56.485	6.50	27.88	4.30	83
41	21	7	3	C5	3	57	19.625	40.835	7.96	20.37	2.56	83
42	35	84	3	C5	3	57	14.730	41.125	6.07	20.51	3.38	75
43	11	52	3	C5	3	60	13.750	45.000	5.70	22.37	3.93	87
44	32	53	3	C5	3	72	12.375	47.210	5.17	23.43	4.54	71
45	23	87	3	C5	3	72	14.460	49.640	5.97	24.60	4.12	75
46	22	17	3	C5	3	74	13.700	42.775	5.68	21.30	3.76	87
47	12	62	3	C5	3	87	13.165	50.500	5.48	25.01	4.57	75
48	12	26	3	C5	3	89	13.290	41.915	5.52	20.89	3.79	71
49	21	22	3	C5	3	89	12.665	49.665	5.28	24.61	4.66	83
50	11	92	3	C5	3	91	12.375	48.540	5.17	24.07	4.66	61
51	43	81	3	C5	3	92	12.415	54.375	5.19	26.87	5.19	66
52	12	24	3	C5	3	106	12.210	44.125	5.10	21.95	4.30	71
53	32	19	3	C6	3	58	14.165	45.500	5.86	22.61	3.86	87
54	35	89	3	C6	3	67	12.915	45.040	5.38	22.39	4.17	75
55	14	1	3	C6	3	70	14.665	46.085	6.05	22.89	3.79	83
56	21	42	3	C6	3	74	15.250	45.500	6.28	22.61	3.61	66
57	15	19	3	C6	3	76	13.875	48.625	5.75	24.11	4.20	83
58	21	37	3	E	2	75	16.125	57.250	5.91	25.21	4.27	47
59	35	19	3	E	2	82	16.460	56.915	6.02	25.07	4.17	60
60	35	89	3	E	2	85	17.585	50.960	6.40	22.55	3.53	82
61	12	1	3	E	2	86	17.415	51.165	6.34	22.63	3.58	56
62	42	66	3	E	2	36	16.875	41.085	6.16	18.36	2.99	47
63	31	19	3	E	2	41	21.210	48.875	7.60	21.66	2.85	62
64	23	78	3	E	2	52	17.040	48.165	6.21	21.36	3.44	62
65	11	1	3	E	2	53	18.085	48.585	6.56	21.54	3.29	59
66	21	9	3	E	2	65	17.875	55.250	6.49	24.36	3.76	50
67	21	57	3	E	2	65	17.625	50.125	6.41	22.19	3.47	56
68	12	32	3	E	2	80	17.425	56.000	6.34	24.68	3.50	62
69	35	88	3	E	2	86	16.000	53.750	5.87	23.73	4.05	62
70	12	9	3	E	2	43	18.210	41.375	6.60	18.49	2.80	43
71	12	10	3	E	2	49	18.290	44.530	6.63	19.82	3.00	43
72	22	25	3	E	2	59	16.875	48.165	6.16	21.36	3.47	54
73	11	9	3	E	2	64	17.210	53.000	6.27	23.41	3.74	57
74	21	21	3	E	2	77	17.000	55.930	6.20	24.65	3.98	51
75	31	13	3	E	2	80	19.540	55.250	7.05	24.36	3.46	57
76	11	17	3	E	2	58	17.915	51.000	6.51	22.56	3.47	54
77	11	10	3	E	2	65	15.710	50.750	5.77	22.46	3.90	54
78	21	5	3	E	2	66	17.125	50.875	6.24	22.51	3.61	57
79	12	7	3	E	2	76	15.915	51.125	5.84	22.62	3.88	43
80	23	79	3	E	2	80	14.610	54.770	5.40	24.16	4.48	51

(continua)

Tabela A.6 - Conclusão

N	F	T	V	E	S	PO	MSS2	MSS4	R2	R4	RVI	PEF
81	34	89	25	C5	3	32	16.085	33.250	6.60	16.73	2.54	51
82	34	93	25	C5	3	46	15.525	48.700	6.38	24.15	3.79	45
83	34	95	25	C5	3	49	15.375	49.625	6.33	24.59	3.89	45
84	34	96	25	C5	3	53	15.600	48.800	6.41	24.19	3.78	45
85	12	28	25	C5	3	58	14.250	50.540	5.89	25.03	4.25	45
86	34	58	48	C4	3	47	15.790	45.125	6.49	22.43	3.46	69
87	34	5	48	C4	3	48	14.625	43.165	6.04	21.49	3.57	58
88	35	69	48	C4	3	48	14.915	50.625	6.15	25.07	4.08	64
89	33	62	48	C4	3	40	14.835	50.750	6.12	25.13	4.11	58
90	34	2	48	C4	3	52	13.625	46.915	5.65	23.25	4.13	58
91	15	3	48	C4	3	54	15.835	48.915	6.50	24.25	3.74	64
92	34	8	48	C4	3	55	13.375	51.595	5.56	25.54	4.60	69
93	22	92	48	C4	3	56	13.165	46.040	5.48	22.87	4.18	64
94	33	65	48	C5	3	31	39.040	44.210	5.42	21.99	1.43	52
95	33	67	48	C5	3	31	17.835	48.790	7.27	24.19	3.33	52
96	33	69	48	C5	3	37	14.460	46.500	5.97	23.09	3.87	58
97	33	70	48	C5	3	50	12.850	47.675	5.36	23.65	4.42	58
98	14	93	48	C5	3	63	13.915	47.665	5.76	23.65	4.11	69
99	33	85	73	C1	3	88	13.750	48.915	5.70	24.25	4.26	97
100	14	76	73	C1	3	88	13.990	49.465	5.79	24.51	4.24	97
101	34	79	73	C1	3	93	14.825	50.325	6.11	24.93	4.08	97
102	23	63	73	C1	3	93	13.250	50.700	5.51	25.11	4.56	97
103	23	62	73	C1	3	98	12.400	52.900	5.18	26.12	5.05	97
104	31	83	73	C1	3	100	13.570	51.445	5.63	25.46	4.53	97
105	31	81	73	C1	3	100	15.430	47.230	6.35	23.44	3.70	97
106	34	80	73	C1	3	102	13.375	51.500	5.56	25.49	4.59	97
107	33	19	73	C1	3	105	13.335	53.540	5.54	26.47	4.78	97
108	33	20	73	C1	3	109	15.000	52.750	6.18	26.09	4.23	90
109	33	81	73	C1	3	114	12.915	49.375	5.38	24.47	4.55	97
110	33	25	73	C2	3	65	14.585	47.500	6.02	23.57	3.92	89
111	22	82	73	C2	3	69	19.250	44.210	7.81	21.95	2.82	78
112	33	28	73	C2	3	79	13.750	46.250	5.70	22.97	4.04	89
113	23	72	73	C2	3	79	14.835	56.165	6.12	27.73	4.54	78
114	33	27	73	C2	3	81	15.610	55.160	6.42	27.25	4.25	89
115	33	17	73	C2	3	82	14.150	57.675	5.86	28.46	4.87	59
116	33	26	73	C2	3	85	14.875	48.040	6.13	23.83	3.89	89
117	23	91	73	C2	3	88	13.985	62.155	5.79	30.61	5.29	72
118	33	14	73	C2	3	100	14.085	62.040	5.83	30.55	5.25	72
119	14	19	73	C3	3	59	15.665	57.750	6.44	28.49	4.43	72
120	31	36	73	C3	3	59	16.000	48.085	6.57	23.85	3.64	61
121	33	78	73	C3	3	59	15.085	44.665	6.21	22.21	3.58	67
122	22	79	73	C3	3	60	14.600	54.300	6.03	26.84	4.46	67
123	22	38	73	C3	3	60	15.165	58.500	6.25	28.85	4.63	61
124	23	95	73	C3	3	62	13.875	53.900	5.75	26.64	4.64	61
125	22	77	73	C3	3	64	15.530	57.415	6.39	28.33	4.44	67
126	41	87	73	C3	3	64	14.750	50.165	6.09	24.85	4.09	54
127	34	68	73	C3	3	66	15.225	51.950	6.27	25.71	4.11	67
128	21	74	73	C3	3	74	14.250	42.460	5.89	21.15	3.59	61
129	21	73	73	C3	3	76	14.585	54.210	6.02	26.75	4.46	67
130	22	10	73	C3	3	76	19.290	55.960	7.83	27.63	3.53	61
131	42	79	73	C3	3	80	13.400	52.400	5.57	25.92	4.66	72

OBS.: N = Nº da amostra; F = Fazenda; T = Talhão; V = Variedade;  
 E = Estágio; S = Safra 85/86; R2 = Reflectância na banda 2;  
 R4 = Reflectância na banda 4.

APÊNDICE B

LISTAGEM DO PROGRAMA DO MODELO  
AGROMETEOROLÓGICO E  
ARQUIVOS DE DADOS

LISTAGEM DO PROGRAMA PARA CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE ESTIMADA (PE)  
DA CANA-DE-AÇÚCAR PELO MODELO AGROMETEOROLÓGICO

WORKFILE: USR1/SAFRAS (06/25/87)

4:19 PM

```
1000 C*****
1010 C*
1020 C*  PROGRAMA      :  SAFRAS (MODELO AGROMETEOROLOGICO)      *
1030 C*
1040 C*  AUTORES       :  BERNARDO FRIEDRICH THEODOR RUDORFF      *
1050 C*                  MOACIR 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="DADMET")
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
1270      DIMENSION KAYO(100),NES(100),IDEC(100),VD(100),AH(100),AP(100),
1280 *AU(100),AT(100),AV2(100),ATX(100),ATI(100),HINSOL(100),NDI(100)
1290 *,PRECIP(100),UMIREL(100),TEMEDI(100),VMED2M(100),TMAX(100),
1300 *TMIV(100),ILAT(100),IND(100),VALUE(100,100),CIAF(100),CCOL(100),
1310 *ICU(100),AETH(100,100),ITEMP(100),EA(100),DELTA(100),AMDA(12),
1320 *TPMSH(100,100),ETH(100),ARM(100),BR(1),RMP(100),ACMETM(100)
1330 *,PNEST(100),ETHC(100),VEGACU(100),TKY(5),RMPYAC(50),ACMETA(100)
1340 DATA TKY/1,2,1.15,1.25,0.85,1.25/
1350 DATA AMDA/3HJAN,3HFEV,3HMAR,3HABR,3HMAI,3HJUN,3HJUL,3HAGO,3HSET,
1360 *3HOU1,3HYOY,3HDEZ/
1370
1380
1390 C*  ARMAZENAMENTO DAS TABELAS
1400
1410
1420      WRITE(5,1)
1430 1  FORMAT(1H1,20X,ES A F R A S',//,7I(' '),//////,
1440 *20X,DA R M 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),(AETH(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(I2,7(2X,F6.3))
1600 9  CONTINUE
1610
1620
1630 C*  IDENTIFICACAO DA AREA
1640
```

```
1650
1660 WRITE(4,66)
1670 WRITE(5,11)
1680 10 FORMAT(1H1,20X,0S A F R A S0,/,71(0=0),//////,
1690 *0 SUA OPCAO PARA MEDIAS EH :0,/,13X,
1700 *1 - MENSAIS',/,13X,'2 - DECENDIOS',//////)
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,(S A F R A S0,/,71(0=0),//////,
1750 *0 QUAL O TIPO DE CULTURA?0,/,10X,01 - CANA0,
1760 *,/10X,'2 - FEIJAO',/,10X,'3 - MILHO',/,10X,'4 - SOJA',/,10X,
1770 *05 - ARROZO,//////)
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 14 WRITE(5,15)
1820 15 FORMAT(1H1,20X,'S A F R A S',/,71('='),//////,
1830 *0 ENTRE COM O MES ANTERIOR,/,0 E O ANO DO PLANTIO,/)
1840 READ(5,/)IMES,IANO
1850 IF(IMES.LT.1.OR.IMES.GT.12.OR.IANO.GT.99)GO TO 14
1860 16 WRITE(5,17)
1870 17 FORMAT(1H1,20X,0S A F R A S0,/,71(0=0),//////,
1880 *0 ENTRE COM O CICLO DA CULTURA EM MESES',/)
1890 READ(5,/)ICICLO
1900 DO 20 I=1,3
1910 18 READ(1,19)KANO(I),MES(I),IDEC(I),NOI(I),AH(I),AP(I),AU(I),AT(I),
1920 *AV2(I),ATX(I),ATI(I)
1930 IF(KANO(I).NE.IANO.OR.IMES.NE.MES(I))GO TO 18
1940 19 FORMAT(2I3,I2,I3,F6.2,2F6.1,F7.1,F6.1,F7.1,F6.1,F7.1)
1950 NDIA=NDIA+NOI(I)
1960 AHINSO=AHINSO+AH(I)
1970 APRECI=APRECI+AP(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 CONTINUE
2040 VO(I)=VOIA
2050 HINSOL(I)=AHINSO/3.
2060 PRECIP(I)=APRECI
2070 UMIREL(I)=AUMIRE/3.
2080 TEMEDI(I)=ATEMED/3
2090 VMED2M(I)=AVMED2/3
2100 TMAX(I)=ATMAX/3
2110 TMIN(I)=ATMIN/3
2120 NDIA=0
2130 AHINSO=0.0
2140 APRECI=0.0
2150 AUMIRE=0.0
2160 ATEMED=0.0
2170 AVMED2=0.0
2180 ATMAX=0.0
2190 ATMIN=0.0
2200 DO 22 K=2,ICICLO+1
2210 DO 21 I=1,3
2220 READ(1,19)KAVO(K),MES(K),IDEC(K),VOI(I),AH(I),AP(I),AU(I),AT(I),
2230 *AV2(I),ATX(I),ATI(I)
2240 NDIA=NDIA+NOI(I)
2250 AHINSO=AHINSO+AH(I)
2260 APRECI=APRECI+AP(I)
2270 AUMIRE=AUMIRE+AL(I)
2280 ATEMED=ATEMED+AT(I)
2290 AVMED2=AVMED2+AV2(I)
2300 ATMAX=ATMAX+ATX(I)
2310 ATMIN=ATMIN+ATI(I)
2320 21 CONTINUE
2330 AMOGER=AMOGER+ATEMED
2340 ND(K)=NDIA
2350 HINSOL(K)=AHINSO/3
2360 PRECIP(K)=APRECI
2370 UMIREL(K)=AUMIRE/3
```

```
2380      TEMEDI(K)=ATEMEC/3
2390      VMED2M(K)=AVMED2/3
2400      TMAX(K)=ATMAX/3
2410      TMIN(K)=ATMIN/3
2420      NDIA=0
2430      AHINSO=0.0
2440      APRECI=0.0
2450      AUMIRE=0.0
2460      ATEMED=0.0
2470      AVMED2=0.0
2480      ATMAX=0.0
2490      ATMIN=0.0
2500  22  CONTINUE
2510      AMCIC=AMDGER/(3.*ICICLO)
2520      GO TO 28
2530
2540
2550  C*   CALCULO POR DECENSIOS
2560
2570
2580  23  WRITE(5,24)
2590  24  FORMAT(1H1,20X,CS A F R A S0,/,71(0=0),//////
2600      *D ENTRE COM O MES,ANO,/,E DECENSO ANTERIOR AO PLANTIO 0,/)
2610      READ(5,/)IMES,IANO,KDEC
2620      IF(IANO.GT.99.OR.IMES.LT.1.OR.IMES.GT.12.OR.KDEC.GT.3.OR.
2630      *KDEC.LT.1)GO TO 23
2640      WRITE(5,25)
2650  25  FORMAT(1H1,20X,CS A F R A S0,/,71(0=0),//////
2660      *D ENTRE COM O NUMERO DE DECENSIOS DO CICLO DA CULTURAO,/)
2670      READ(5,/)ICICLA
2680  26  READ(1,19)KANO(1),MES(1),IDEC(1),ND(1),HINSOL(1),PRECIP(1),
2690      *UMIREL(1),TEMEDE(1),VMED2M(1),TMAX(1),TMIN(1),PNEST(1)
2700      IF(KANO(1).NE.IANO.OR.MES(1).NE.IMES.OR.IDEC(1).NE.KDEC)GO TO 26
2710      DO 27 K=2,ICICLA+1
2720      READ(1,19)KANO(K),MES(K),IDEC(K),ND(K),HINSOL(K),PRECIP(K),
2730      *UMIREL(K),TEMEDE(K),VMED2M(K),TMAX(K),TMIN(K),PNEST(K)
2740      SMEN=SMEN+TEMEDE(K)
2750  27  CONTINUE
2760      AMCIC=SMEN/ICICLA
2770  28  IRUDA=ICICLO+1
2780      IF(MEDIA.EQ.2)IRUDA=ICICLA+1
2790
2800  C*   CALCULO DO YH
2810
2820      CPMSL=0.5
2830      WRITE(5,29)
2840  29  FORMAT(1H1,20X,CS A F R A S0,/,71(0=0),//////
2850      *O QUAL A LATITUDE MAIS PROXIMA DE SUA AREA ?0,
2860      */,1X,10, 15, 20, 25, 30, 35 GRAUS 0)
2870      READ(5,/)LAT
2880      WRITE(5,30)
2890  30  FORMAT(1H1,20X,CS A F R A S0,/,71(0=0),//////
2900      *O QUAL A ALTITUDE DE SUA REGIAO ?0)
2910      READ(5,/)IALT
2920      WRITE(5,31)
2930  31  FORMAT(1H1,20X,CS A F R A S0,/,71(0=0),//////
2940      *O QUAL A CAPACIDADE DE RETENCAO DE AGUA DO SOLO?0)
2950      READ(5,/)ICRAS
2960      WRITE(5,32)
2970  32  FORMAT(1H1,20X,CS A F R A S0,/,71(0=0),//////
2980      *O LOCALIZE SUA REGIAO NO MAPA E ENTRE COM 1,2 OU 3*)
2990      READ(5,/)R
3000      IF(R.EQ.1)GO TO 33
3010      IF(R.EQ.2)GO TO 34
3020      IF(R.EQ.3)GO TO 35
3030  33  A=0.18
3040      B=0.55
3050      GO TO 36
3060  34  A=0.25
3070      B=0.45
3080      GO TO 36
3090  35  A=0.29
3100      B=0.42
```



```
3110 36  WRITE(5,37)
3120 37  FORMAT(1H1,20X,CS A F R A S0,///,71(0=0),//////,
3130 *0 SEUS PARAMETROS PARA CALCULO DA EVAPOTRANSPIRACAO,/,
3140 *0 JA SE ENCONTRAM EM DISCO ? S/N ')
3150 READ(5,67)BR(1)
3160 DO 42 I=2,IRODA
3170 DO 38 K=1,30
3180 IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.1)RMOCDC=VALUE(K,MES(I))
3190 IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.2)HMI=VALUE(K,MES(I))
3200 IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.3)RET=VALUE(K,MES(I))
3210 IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.4)TPMSBN=VALUE(K,MES(I))
3220 IF(ILAT(K).EQ.LAT.AND.IND(K).EQ.5)TPMSBL=VALUE(K,MES(I))
3230 38  CONTINUE
3240 RROI=((A+H+HINSOL(I))/HMI)*RET*59
3250 FDCN=(RMOCDC*0.5+RROI)/(0.8*RMOCDC)
3260 DO 39 L=1,21
3270 IF(IEMP(L).EQ.IFIX(TEMEDI(I)))ATPMSH=TPMSH(L,IC)
3280 39  CONTINUE
3290 IF(ATPMSH.LT.20) GO TO 40
3300 AA=0.8
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)=C*MSL*CI*F(IC)*CCOL(IC)*ND(I)*((FCN*(AA+BB*ATPMSH)
3400 *+TPMSBN)+((1-FDCN)*(CC+DD*ATPMSH)*TPMSBL))
3410 RMPI=RMPI+RMP(I)
3420 IF(IC.EQ.1)RMP1A(I)=RMPI
3430 42  CONTINUE
3440 IF(IC.EQ.1)GO TO 45
3450 WRITE(4,43)IRODA-1,RMP1
3460 43  FORMAT(0 REVDIMENTO MAXIMO ACUMULADO NO MES/DEC 0,12,0 =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(IEMP(LM).EQ.IFIX(TEMEDI(M)))ADELTA=DELTA(LM)
3520 IF(IEMP(LM).EQ.IFIX(TEMEDI(M)))AEA=EA(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*(0.079*SQRT(ED))
3620 RLLOL=ETROL*EIROL*EEDROL
3630 RROCIM=(A+(B+HINSOL(M)/HMI))*RET
3640 RLTOC=RROCIM*0.75-RLLOL
3650 GAMA=0.66
3660 PVMAR=1000
3670 IF(IC.EQ.1)PPNEST=PVMAR/(1+((9.81*IALT)/(278.04*(TEMEDI(M)+273)))
3680 IF(IC.EQ.1)TABLEX=(ADELTA*PVMAR)/(GAMA*PPNEST)
3690 IF(IC.EQ.1)TABLEX=(ADELTA*PVMAR)/(GAMA*PPNEST(M))
3700 ZDELTA=TMAX(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*VMED2H(M)*(10.0/36.0)+1.0
3780 ET0=((TABLEX*RLTOC)+(0.26*(AEA-ED))*BDELTA)/(TABLEX+1)
3790 IF(BR(1).EQ.1HS)GO TO 50
3800 IF(MEDIA.EQ.1)WRITE(5,48)ICICLO,M-1
3810 48  FORMAT(1H1,20X,DS A F R A S0,///,71(0=0),//////,
3820 *1H1,0SUA OPCAO : MEDIAS MENSIS0,/,
3830 *1 DURACAO DO CICLO :*,12,1 MESES*,//, ENTRE COM KC,KY E AZ,
```

```
3840      *D PROFUNDADE DO SISTEMA RADICULAR PARA 00,12,0 MES0,////)
3850      IF(MEDIA.E0.2)WRITE(5,49)ICICLA,M-1
3860      49  FORMAT(1H1,20X,DS A F R A S0,/,/71(0=0),//////)
3870      *1H1,0SUA OPCAO      : MEDIAS DECENDIAIS',/
3880      *' DURACAO DO CICLO :0,12,0 DECENDIOS0,/'
3890      *D ENTRE COM KC,MY E PROFUNDADE DO SISTEMA RADICULAR PARA0,/'
3900      *D 00,12,0 DECENDIOS,////)
3910      READ(5,/)CK,YK,C
3920      GO TO 51
3930      50  READ(3,/)CK,YK,D
3940      51  ETH(M)=CK*ETO
3950      ETMD(M)=ETH(M)*KD(M)
3960      PPTETH=PRECIP(M)-ETPD(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=ETH(M)*0.5
4090      IF(ETH(M).LT.2.0)CETM=2.0
4100      IF(ETH(M).GT.10.0)CETM=10.0
4110      BETH=AETH(2,(FIX(CETM-1)))
4120      IF(IC.EQ.2)BETH=AETH(1,(FIX(CETM-1)))
4130      AGAREM=(1-BETH)*CRAS+D
4140      ARMPRE=ARM(M-1)*D+PRECIP(M)
4150      IF(ARMPRE.GT.CRAS)ARMPRE=CRAS
4160      ASI=(ARMPRE-AGAREM)/ETMD(M)
4170      IF(ASI.GE.1.0)GO TO 56
4180      WRITE(5,55)ASI,AGAREM,ETH(M)
4190      55  FORMAT(1H1,20X,DS A F R A S0,/,/71(0=0),//////)
4200      *' DADO ASI =0,F7.3,C AGAREM =0,F6.1,0 ETH =0,F5.3,/'
4210      *D PROCURE NA TABELA 1 O VALOR DE ETA E ENTRE COM O MES00)
4220      READ(5,/)ETA
4230      GO TO 57
4240      56  ETA=ETH(M)
4250      57  AIPM=1.0-(YK*(1.0-ETA/ETH(M)))
4260      C*  WRITE(4,58)M-1,AIPM
4270      58  FORMAT(0 INDICE DE PENALIZACAO PARA 0 0,12,0 MES/DECENDIO = 0,
4280      *F10.2,/)
4290      ACTA=ACTA+ETA
4300      ACHETA(M)=ACTA
4310      ACTM=ACTM+ETH(M)
4320      ACHETM(M)=ACTM
4330      C*  WRITE(4,59)ETO,ETH(M),ETA,ACTM,ACTA,ASI,AGAREM
4340      59  FORMAT(0 ETO      =0,F8.3,/'
4350      *0 ETH      =0,F8.3,/'0 ETA      =0,F8.3,/'
4360      *' ETH ACUMULADO =',F8.3,/'0 ETA ACUMULADO =0,F8.3,/'
4370      *0 ASI      =0,F8.3,/'0 AGAREM    =0,F8.3,/'72(0+0),//)
4380      60  CONTINUE
4390      IF(IC.NE.1)GO TO 63
4400      DO 62 I=2,IRODA
4410      RIPG=1-(TKY(I)*(1-ACHETA(I)/ACHETM(I)))
4420      RRG=RIPG*RMP1AC(I)/1000.
4430      WRITE(4,61)ANDA(MES(2)),KAND(2),ANDA(MES(I)),KAND(I),
4440      *RMP1AC(I)/1000.,RRG,RIPG,I-1
4450      61  FORMAT(////,' PARA PLANTIO EM ',A3,'/19',I2,2X,
4460      *DE COLHEITA EM ',A3,'/19',I2,2,/'
4470      *0 REVNDIMENTO MAXIMO      =0,F12.2,/'
4480      *' RENDIMENTO REAL          =',F12.2,/'
4490      *0 INDICE DE PENALIZACAO GERAL =0,F6.4,/'
4500      *0 DURACAO DO CICLO        = 0,12,1X,0MESES0,////,71(0=0))
4510      62  CONTINUE
4520      GO TO 65
4530      63  RIPG=1.-(TKY(IC)*(1.-ACTA/ACTM))
4540      RRG=RIPG*RMP1
4550      WRITE(4,64)IDEC(2),MES(2),RIPG,RRG
4560      64  FORMAT(////0 INDCICE DE PEVALIZACAO GERAL0,/,0 PARA PLANTIO NO 0,
```

```
4570      *I2,' DECENDIO DO MES ',I2,' >>>>>',F8.4,/,
4580      *0 RENDIMENTO REAL GERAL >>>>>0,F8.1)
4590      65  WRITE(5,66)
4600      66  FORMAT(1H1,////,3X,7('S'),4X,7('A'),3X,9('F'),2X,8('R'),4X,7(OA0)
4610      *,4X,7(OS0),/,2X,9(OS0),2X,9(OA0),2X,9(OFO),2X,9(OR0),2X,9(OA0),2X,
4620      *9(OS0),/,2X,2(OS0),5X,2(OS0),2X,2(OA0),5X,2(OA0),2X,2(OFO),5X,
4630      *2('F'),2X,2('R'),5X,2('R'),2X,2('A'),5X,2('A'),2X,2('S'),5X,
4640      *2(OS0),/,2X,2(OS0),9X,2(OA0),5X,2(OA0),2X,2(OFO),9X,2(OR0),
4650      *5X,2(OR0),2X,2(OA0),5X,2(OA0),2X,2(OS0),/,2X,8(OS0),3X,9(OA0),
4660      *2X,6('F'),5X,9('R'),2X,9('A'),2X,8('S'),/,3X,8('S'),2X,
4670      *9(OA0),2X,6(OFO),5X,8(OR0),3X,9(OA0),3X,8(OS0),/,9X,2(OS0),
4680      *2X,2(OA0),5X,2(OA0),2X,2(OFO),9X,2(OR0),2X,2(OR0),5X,2(OA0),
4690      *5X,2('A'),9X,2('S'),/,2X,2('S'),5X,2('S'),2X,2('A'),5X,2('A')
4700      *,2X,2(OFO),9X,2(OR0),3X,2(OR0),4X,2(OA0),5X,2(OA0),2X,2(OS0),
4710      *5X,2(OS0),/,2X,9(OS0),2X,2(OA0),5X,2(OA0),2X,2(OFO),9X,2(OR0)
4720      *,4X,2('R'),3X,2('A'),5X,2('A'),2X,9('S'),/,3X,7('S'),3X,2('A'),
4730      *5X,2(OA0),2X,2(OFO),9X,2(OR0),5X,2(OR0),2X,2(OA0),5X,2(OA0),
4740      *3X,7(OS0),////)
4750      REWIND 3
4760      REWIND 1
4770      AHVSO=0.0
4780      APRECI=0.0
4790      AUMIRE=0.0
4800      ATEMED=0.0
4810      AVMED2=0.0
4820      ATMAX=0.0
4830      ATMIN=0.0
4840      RMP7=0.0
4850      ACTA=0.0
4860      ACTH=0.0
4870      VDIA=0
4880      AMOGER=0.0
4890      WRITE(5,/)0      QUER (C) CONTINUAR OU (P) PARAR ??0
4900      READ(5,67)OR(1)
4910      67  FORMAT(A1)
4920      IF(OR(1).EQ.1HC)GO TO 10
4930      STOP
4940      END
```

TABELA B1

LISTAGEM DO ARQUIVO TABELAS

0521/TABELAS (04/73/87)													
100	10 1	175.0	177.0	169.0	145.0	111.0	291.0	299.0	332.0	159.0	375.0	377.0	374.0
200	10 2	12.6	12.4	12.1	11.8	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	12.0	12.0	12.4	13.5	14.3	15.9	16.2	16.2
400	10 4	216.0	235.0	230.0	219.0	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	385.0	370.0	376.0	401.0	422.0	437.0	440.0	440.0
600	15 1	397.0	391.0	363.0	329.0	287.0	264.0	274.0	312.0	345.0	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	11.6	13.1	14.6	15.8	16.5	16.6
900	15 4	242.0	233.0	229.0	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	428.0	399.0	366.0	347.0	355.0	386.0	414.0	436.0	450.0	454.0
1100	20 1	199.0	196.0	157.0	113.0	264.0	238.0	249.0	295.0	317.0	375.0	394.0	400.0
1200	20 2	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	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	395.0	345.0	292.0	237.0	208.0	220.0	269.0	320.0	369.0	397.0	408.0
1700	25 2	13.5	13.0	12.3	11.6	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	9.3	11.1	13.3	15.6	17.2	17.8
1900	25 4	251.0	242.0	221.0	193.0	163.0	147.0	153.0	180.0	207.0	231.0	242.0	255.0
2000	25 5	474.0	453.0	416.0	371.0	323.0	297.0	307.0	352.0	396.0	438.0	465.0	476.0
2100	30 1	411.0	386.0	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	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
2400	30 4	258.0	243.0	216.0	182.0	144.0	130.0	137.0	168.0	200.0	232.0	251.0	261.0
2500	30 5	483.0	450.0	412.0	356.0	299.0	269.0	281.0	331.0	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	291.0	351.0	396.0	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	7.8	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	118.0	152.0	189.0	232.0	252.0	264.0
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	0.30											
3300	0.5	0.40											
3400	0.5	0.35											
3500	0.5	0.45											
3600	1	0.80	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	15.000					
3900	16	19.170	1.162	15.000	23.500	7.000	21.000	21.000					
4000	17	19.370	1.228	22.500	27.000	11.000	25.000	25.000					
4100	18	20.630	1.308	30.000	30.000	19.000	29.000	29.000					
4200	19	21.960	1.373	37.500	32.000	31.000	31.000	31.000					
4300	20	23.370	1.445	45.000	33.000	35.000	32.500	32.500					
4400	21	24.860	1.531	52.500	34.000	38.500	33.500	33.500					
4500	22	26.430	1.610	58.000	34.000	40.000	34.000	34.000					
4600	23	28.090	1.703	62.000	33.000	42.000	34.500	34.500					
4700	24	29.930	1.795	64.000	31.500	44.000	35.000	35.000					
4800	25	31.670	1.888	65.000	30.000	45.000	35.000	35.000					
4900	26	33.610	1.987	65.000	27.000	45.000	35.500	35.500					
5000	27	35.550	2.092	65.000	25.000	45.000	35.500	35.500					
5100	28	37.800	2.204	65.000	22.500	45.000	35.500	35.500					
5200	29	40.060	2.317	65.000	19.000	45.000	35.500	35.500					
5300	30	42.430	2.435	65.000	15.000	45.000	35.000	35.000					
5400	31	44.930	2.561	65.000	9.500	45.000	35.000	35.000					
5500	32	47.550	2.686	65.000	5.500	45.000	34.500	34.500					
5600	33	50.310	2.818	65.000	2.500	45.000	34.000	34.000					
5700	34	53.200	2.957	65.000	0.500	45.000	33.500	33.500					

TABELA B2

LISTAGEM DOS ARQUIVOS CONTENDO OS VALORES DE KC, KY e D PARA CANA PLANTA DE ANO E MEIO PARA PLANTIOS EFETUADOS DE NOVEMBRO A ABRIL

PLANTIO EM NOVEMBRO	PLANTIO EM DEZEMBRO	PLANTIO EM JANEIRO
DSR1/KCKYP1 (04/20/87)	DSR1/KCKYP2 (04/21/87)	DSR1/KCKYP3 (04/22/87)
100 0.00 0.00 0.00	100 0.30 0.75 0.20	100 0.30 0.75 0.20
200 0.30 0.75 0.20	200 0.50 0.75 0.30	200 0.50 0.75 0.30
300 0.50 0.75 0.30	300 0.70 0.75 0.40	300 0.70 0.75 0.40
400 0.70 0.75 0.40	400 0.80 0.75 0.50	400 0.80 0.75 0.50
500 0.80 0.75 0.50	500 0.90 0.75 0.60	500 0.90 0.75 0.50
600 0.90 0.75 0.60	600 1.10 0.75 0.70	600 0.90 0.75 0.60
700 1.10 0.75 0.70	700 1.10 0.75 0.70	700 0.90 0.75 0.60
800 1.20 0.75 0.80	800 1.10 0.75 0.80	800 0.90 0.75 0.70
900 1.20 0.75 0.80	900 1.10 0.75 0.90	900 0.90 0.75 0.70
1000 1.20 0.75 1.00	1000 1.10 0.75 0.90	1000 1.10 0.75 0.80
1100 1.20 0.75 1.00	1100 1.20 0.75 1.00	1100 1.10 0.75 0.90
1200 1.20 0.75 1.00	1200 1.30 0.75 1.00	1200 1.10 0.75 1.00
1300 1.30 0.75 1.00	1300 1.30 0.75 1.00	1300 1.30 0.75 1.00
1400 1.30 0.75 1.00	1400 1.30 0.75 1.00	1400 1.20 0.75 1.00
1500 1.30 0.75 1.00	1500 1.20 0.75 1.00	1500 1.20 0.75 1.00
1600 1.30 0.75 1.00	1600 1.20 0.75 1.00	1600 1.00 0.50 1.00
1700 1.20 0.75 1.00	1700 1.10 0.75 1.00	1700 0.90 0.50 1.00
1800 1.10 0.75 1.00	1800 0.90 0.50 1.00	1800 0.70 0.10 1.00
1900 1.00 0.75 1.00	1900 0.80 0.50 1.00	1900 0.60 0.10 1.00
2000 0.80 0.50 1.00	2000 0.70 0.10 1.00	2000 0.60 0.10 1.00
2100 0.70 0.50 1.00	2100 0.60 0.10 1.00	2100 0.60 0.10 1.00
2200 0.60 0.10 1.00	2200 0.60 0.10 1.00	
2300 0.60 0.10 1.00	2300 0.60 0.10 1.00	
2400 0.60 0.10 1.00		
2500 0.60 0.10 1.00		
PLANTIO EM FEVEREIRO	PLANTIO EM MARÇO	PLANTIO EM ABRIL
DSR1/KCKYP4 (04/29/87)	DSR1/KCKYP5 (04/29/87)	DSR1/KCKYP6 (04/29/87)
100 0.00 0.00 0.00	100 0.00 0.00 0.00	100 0.00 0.00 0.00
200 0.30 0.75 0.20	200 0.30 0.75 0.20	200 0.30 0.75 0.20
300 0.50 0.75 0.30	300 0.50 0.75 0.30	300 0.50 0.75 0.30
400 0.70 0.75 0.40	400 0.60 0.75 0.30	400 0.50 0.75 0.30
500 0.80 0.75 0.40	500 0.70 0.75 0.40	500 0.60 0.75 0.40
600 0.80 0.75 0.50	600 0.70 0.75 0.40	600 0.60 0.75 0.40
700 0.80 0.75 0.50	700 0.70 0.75 0.40	700 0.60 0.75 0.40
800 0.80 0.75 0.60	800 0.70 0.75 0.50	800 0.70 0.75 0.50
900 0.80 0.75 0.60	900 0.80 0.75 0.60	900 0.70 0.75 0.60
1000 0.90 0.75 0.70	1000 1.00 0.75 0.70	1000 1.10 0.75 0.70
1100 1.10 0.75 0.80	1100 1.20 0.75 0.80	1100 1.20 0.75 0.80
1200 1.30 0.75 0.90	1200 1.30 0.75 0.90	1200 1.30 0.75 0.90
1300 1.30 0.75 1.00	1300 1.30 0.75 1.00	1300 1.30 0.75 1.00
1400 1.30 0.75 1.00	1400 1.20 0.75 1.00	1400 1.20 0.75 1.00
1500 1.20 0.75 1.00	1500 1.20 0.75 1.00	1500 1.00 0.50 1.00
1600 1.20 0.75 1.00	1600 1.30 0.50 1.00	1600 0.80 0.50 1.00
1700 1.00 0.50 1.00	1700 0.80 0.50 1.00	1700 0.70 0.10 1.00
1800 0.80 0.50 1.00	1800 0.70 0.10 1.00	1800 0.60 0.10 1.00
1900 0.70 0.10 1.00	1900 0.60 0.10 1.00	1900 0.60 0.10 1.00
2000 0.60 0.10 1.00	2000 0.60 0.10 1.00	2000 0.60 0.10 1.00
2100 0.60 0.10 1.00	2100 0.60 0.10 1.00	
2200 0.60 0.10 1.00		

TABELA B3

LISTAGEM DOS ARQUIVOS CONTENDO OS VALORES DE KC, KY e D PARA  
CANA SOCA PARA OS CORTES EFETUADOS DE ABRIL A NOVEMBRO

CORTE EM ABRIL	CORTE EM MAIO	CORTE EM JUNHO	CORTE EM JULHO
DSK1/RCRY51 (04/29/97)	DSK1/RCRY52 (04/29/97)	DSK1/RCRY53 (04/29/97)	DSK1/RCRY54 (04/29/97)
100 0.00 0.00 0.00 200 0.30 0.75 0.30 300 0.30 0.75 0.30 400 0.40 0.75 0.40 500 0.40 0.75 0.50 600 0.40 0.75 0.60 700 0.50 0.75 0.70 800 0.70 0.75 0.80 900 0.60 0.75 0.90 1000 1.00 0.75 1.00 1100 1.20 0.75 1.00 1200 1.20 0.75 1.00 1300 1.10 0.75 1.00 1400 1.00 0.75 1.00 1500 0.90 0.50 1.00 1600 0.70 0.50 1.00 1700 0.50 0.10 1.00	100 0.00 0.00 0.00 200 0.30 0.75 0.30 300 0.30 0.75 0.40 400 0.40 0.75 0.50 500 0.40 0.75 0.60 600 0.50 0.75 0.70 700 0.70 0.75 0.80 800 0.80 0.75 0.90 900 1.00 0.75 1.00 1000 1.20 0.75 1.00 1100 1.20 0.75 1.00 1200 1.10 0.75 1.00 1300 1.00 0.75 1.00 1400 0.90 0.50 1.00 1500 0.70 0.50 1.00 1600 0.60 0.10 1.00 1700 0.50 0.10 1.00	100 0.00 0.00 0.00 200 0.30 0.75 0.30 300 0.30 0.75 0.40 400 0.40 0.75 0.50 500 0.40 0.75 0.60 600 0.70 0.75 0.80 700 0.80 0.75 0.90 800 1.00 0.75 1.00 900 1.20 0.75 1.00 1000 1.20 0.75 1.00 1100 1.10 0.75 1.00 1200 1.00 0.75 1.00 1300 0.90 0.50 1.00 1400 0.70 0.50 1.00 1500 0.60 0.10 1.00 1600 0.50 0.10 1.00 1700 0.60 0.10 1.00	100 0.00 0.00 0.00 200 0.30 0.75 0.30 300 0.30 0.75 0.40 400 0.50 0.75 0.50 500 0.70 0.75 0.70 600 0.80 0.75 0.80 700 0.90 0.75 1.00 800 0.90 0.75 1.00 900 1.20 0.75 1.00 1000 1.20 0.75 1.00 1100 1.00 0.75 1.00 1200 1.00 0.50 1.00 1300 0.90 0.50 1.00 1400 0.70 0.10 1.00 1500 0.60 0.10 1.00 1600 0.40 0.10 1.00
CORTE EM AGOSTO	CORTE EM SETEMBRO	CORTE EM OUTUBRO	CORTE EM NOVEMBRO
DSK1/RCRY55 (04/29/97)	DSK1/RCRY56 (04/29/97)	DSK1/RCRY57 (04/29/97)	DSK1/RCRY58 (04/29/97)
180 0.00 0.00 0.00 200 0.30 0.75 0.30 300 0.40 0.75 0.40 400 0.60 0.75 0.60 500 0.80 0.75 0.80 600 0.90 0.75 1.00 700 1.00 0.75 1.00 800 1.20 0.75 1.00 900 1.20 0.75 1.00 1000 1.10 0.75 1.00 1100 1.00 0.75 1.00 1200 0.80 0.50 1.00 1300 0.70 0.50 1.00 1400 0.60 0.10 1.00 1500 0.60 0.10 1.00 1600 0.60 0.10 1.00	100 0.00 0.00 0.00 200 0.30 0.75 0.30 300 0.40 0.75 0.40 400 0.50 0.75 0.60 500 0.80 0.75 0.80 600 1.00 0.75 1.00 700 1.20 0.75 1.00 800 1.20 0.75 1.00 900 1.10 0.75 1.00 1000 1.10 0.75 1.00 1100 1.00 0.50 1.00 1200 0.90 0.50 1.00 1300 0.70 0.10 1.00 1400 0.60 0.10 1.00 1500 0.60 0.10 1.00	100 0.00 0.00 0.00 200 0.30 0.75 0.30 300 0.40 0.75 0.40 400 0.60 0.75 0.60 500 0.80 0.75 0.80 600 1.10 0.75 1.00 700 1.20 0.75 1.00 800 1.20 0.75 1.00 900 1.10 0.75 1.00 1000 1.00 0.75 1.00 1100 0.90 0.50 1.00 1200 0.70 0.50 1.00 1300 0.60 0.10 1.00 1400 0.60 0.10 1.00 1500 0.60 0.10 1.00	100 0.00 0.00 0.00 200 0.30 0.75 0.30 300 0.40 0.75 0.40 400 0.60 0.75 0.60 500 0.80 0.75 0.80 600 1.10 0.75 1.00 700 1.20 0.75 1.00 800 1.10 0.75 1.00 900 1.20 0.75 1.00 1000 1.00 0.50 1.00 1100 0.80 0.50 1.00 1200 0.60 0.10 1.00 1300 0.60 0.10 1.00

TABELA B.4

LISTAGEM DO ARQUIVO CONTENDO DADOS METEOROLÓGICOS

A	M		NH	PPT	UR	TM	VV	TX	TI
81	11	1010	7.90	148.0	77.0	24.0	1.7	29.1	19.1
81	11	2010	7.90	148.0	77.0	24.0	1.7	29.1	19.1
81	11	3010	7.90	148.0	77.0	24.0	1.7	29.1	19.1
81	12	1010	5.80	167.0	79.0	22.9	1.8	27.6	18.3
81	12	2010	5.80	167.0	79.0	22.9	1.8	27.6	18.3
81	12	3010	5.80	167.0	79.0	22.9	1.8	27.6	18.3
82	1	1010	6.60	334.0	79.0	23.5	1.7	29.7	18.5
82	1	2010	6.60	334.0	79.0	23.5	1.7	29.7	18.5
82	1	3010	6.60	334.0	79.0	23.5	1.7	29.7	18.5
82	2	1010	7.50	254.0	77.0	25.2	1.3	30.4	20.2
82	2	2010	7.50	254.0	77.0	25.2	1.3	30.4	20.2
82	2	3010	7.50	254.0	77.0	25.2	1.3	30.4	20.2
82	3	1010	5.10	183.0	85.0	23.7	1.5	28.0	19.4
82	3	2010	5.10	183.0	85.0	23.7	1.5	28.0	19.4
82	3	3010	5.10	183.0	85.0	23.7	1.5	28.0	19.4
82	4	1010	9.00	53.0	77.0	21.1	1.8	26.5	15.7
82	4	2010	9.00	53.0	77.0	21.1	1.8	26.5	15.7
82	4	3010	9.00	53.0	77.0	21.1	1.8	26.5	15.7
82	5	1010	7.70	50.0	72.0	19.2	1.3	25.1	13.3
82	5	2010	7.70	50.0	72.0	19.2	1.3	25.1	13.3
82	5	3010	7.70	50.0	72.0	19.2	1.3	25.1	13.3
82	6	1010	5.30	185.0	80.0	20.2	1.2	25.1	15.4
82	6	2010	5.30	185.0	80.0	20.2	1.2	25.1	15.4
82	6	3010	5.30	185.0	80.0	20.2	1.2	25.1	15.4
82	7	1010	8.40	39.0	72.0	19.6	1.1	25.4	13.8
82	7	2010	8.40	39.0	72.0	19.6	1.1	25.4	13.8
82	7	3010	8.40	39.0	72.0	19.6	1.1	25.4	13.8
82	8	1010	7.40	17.0	71.0	20.9	1.3	27.1	14.9
82	8	2010	7.40	17.0	71.0	20.9	1.3	27.1	14.9
82	8	3010	7.40	17.0	71.0	20.9	1.3	27.1	14.9
82	9	1010	8.00	13.0	68.0	21.9	1.9	28.5	15.3
82	9	2010	8.00	13.0	68.0	21.9	1.9	28.5	15.3
82	9	3010	8.00	13.0	68.0	21.9	1.9	28.5	15.3
82	10	1010	6.80	222.0	78.0	23.0	1.6	28.6	17.3
82	10	2010	6.80	222.0	78.0	23.0	1.6	28.6	17.3
82	10	3010	6.80	222.0	78.0	23.0	1.6	28.6	17.3
82	11	1010	6.70	202.0	81.0	24.7	1.5	30.1	19.3
82	11	2010	6.70	202.0	81.0	24.7	1.5	30.1	19.3
82	11	3010	6.70	202.0	81.0	24.7	1.5	30.1	19.3
82	12	1010	4.50	279.0	85.0	23.2	1.5	27.5	18.9
82	12	2010	4.50	279.0	85.0	23.2	1.5	27.5	18.9
82	12	3010	4.50	279.0	85.0	23.2	1.5	27.5	18.9
83	1	1010	5.60	393.0	86.0	24.9	1.5	28.8	20.6
83	1	2010	5.60	393.0	86.0	24.9	1.5	28.8	20.6
83	1	3010	5.60	393.0	86.0	24.9	1.5	28.8	20.6
83	2	1010	6.40	153.0	81.0	25.2	1.4	30.8	19.6
83	2	2010	6.40	153.0	81.0	25.2	1.4	30.8	19.6
83	2	3010	6.40	153.0	81.0	25.2	1.4	30.8	19.6
83	3	1010	6.90	137.0	81.0	23.7	1.6	29.3	17.3
83	3	2010	6.90	137.0	81.0	23.7	1.6	29.3	17.3
83	3	3010	6.90	137.0	81.0	23.7	1.6	29.3	17.3
83	4	1010	6.20	160.0	82.0	22.2	1.0	28.3	17.1
83	4	2010	6.20	160.0	82.0	22.2	1.0	28.3	17.1
83	4	3010	6.20	160.0	82.0	22.2	1.0	28.3	17.1
83	5	1010	5.10	261.0	83.0	20.5	1.1	26.4	15.4
83	5	2010	5.10	261.0	83.0	20.5	1.1	26.4	15.4
83	5	3010	5.10	261.0	83.0	20.5	1.1	26.4	15.4
83	6	1010	4.70	240.0	81.0	17.6	0.9	22.8	12.4
83	6	2010	4.70	240.0	81.0	17.6	0.9	22.8	12.4
83	6	3010	4.70	240.0	81.0	17.6	0.9	22.8	12.4
83	7	1010	6.90	17.0	68.0	19.1	1.2	26.1	11.8
83	7	2010	6.90	17.0	68.0	19.1	1.2	26.1	11.8
83	7	3010	6.90	17.0	68.0	19.1	1.2	26.1	11.8
83	8	1010	9.30	0.0	63.0	18.6	1.3	25.6	13.5
83	8	2010	9.30	0.0	63.0	18.6	1.3	25.6	13.5
83	8	3010	9.30	0.0	63.0	18.6	1.3	25.6	13.5

(continua)

Tabela B.4 - Continuação

A	M		NH	PPT	UR	TM	VV	TX	TI
83	9	1010	4.80	218.0	83.0	18.5	1.6	23.2	14.1
83	9	2010	4.80	218.0	83.0	18.5	1.6	23.2	14.1
83	9	3010	4.80	218.0	83.0	18.5	1.6	23.2	14.1
83	10	1010	6.30	121.0	78.0	21.4	1.7	26.5	16.3
83	10	2010	6.30	121.0	78.0	21.4	1.7	26.5	16.3
83	10	3010	6.30	121.0	78.0	21.4	1.7	26.5	16.3
83	11	1010	7.70	132.0	72.0	22.4	1.2	27.9	17.0
83	11	2010	7.70	132.0	72.0	22.4	1.2	27.9	17.0
83	11	3010	7.70	132.0	72.0	22.4	1.2	27.9	17.0
83	12	1010	5.10	252.0	82.0	22.8	1.3	27.4	18.3
83	12	2010	5.10	252.0	82.0	22.8	1.3	27.4	18.3
83	12	3010	5.10	252.0	82.0	22.8	1.3	27.4	18.3
84	1	1010	7.80	160.0	73.0	27.0	1.2	34.0	20.0
84	1	2010	7.80	160.0	73.0	27.0	1.2	34.0	20.0
84	1	3010	7.80	160.0	73.0	27.0	1.2	34.0	20.0
84	2	1010	9.50	53.0	70.0	28.0	1.0	36.0	20.0
84	2	2010	9.50	53.0	70.0	28.0	1.0	36.0	20.0
84	2	3010	9.50	53.0	70.0	28.0	1.0	36.0	20.0
84	3	1010	6.80	113.0	76.0	26.0	1.3	33.0	19.0
84	3	2010	6.80	113.0	76.0	26.0	1.3	33.0	19.0
84	3	3010	6.80	113.0	76.0	26.0	1.3	33.0	19.0
84	4	1010	3.60	127.0	79.0	22.0	1.2	28.0	16.0
84	4	2010	3.60	127.0	79.0	22.0	1.2	28.0	16.0
84	4	3010	3.60	127.0	79.0	22.0	1.2	28.0	16.0
84	5	1010	7.70	49.0	73.0	22.0	0.6	29.0	15.0
84	5	2010	7.70	49.0	73.0	22.0	0.6	29.0	15.0
84	5	3010	7.70	49.0	73.0	22.0	0.6	29.0	15.0
84	6	1010	8.60	0.0	69.0	19.0	0.8	28.0	10.0
84	6	2010	8.60	0.0	69.0	19.0	0.8	28.0	10.0
84	6	3010	8.60	0.0	69.0	19.0	0.8	28.0	10.0
84	7	1010	8.80	8.0	61.0	20.0	1.2	28.0	11.0
84	7	2010	8.80	8.0	61.0	20.0	1.2	28.0	11.0
84	7	3010	8.80	8.0	61.0	20.0	1.2	28.0	11.0
84	8	1010	7.80	106.0	70.0	19.0	1.6	26.0	12.0
84	8	2010	7.80	106.0	70.0	19.0	1.6	26.0	12.0
84	8	3010	7.80	106.0	70.0	19.0	1.6	26.0	12.0
84	9	1010	7.70	100.0	63.0	20.0	1.2	28.0	12.0
84	9	2010	7.70	100.0	63.0	20.0	1.2	28.0	12.0
84	9	3010	7.70	100.0	63.0	20.0	1.2	28.0	12.0
84	10	1010	8.70	41.0	64.0	25.0	1.6	33.0	16.0
84	10	2010	8.70	41.0	64.0	25.0	1.6	33.0	16.0
84	10	3010	8.70	41.0	64.0	25.0	1.6	33.0	16.0
84	11	1010	8.40	129.0	71.0	25.0	1.6	32.0	18.0
84	11	2010	8.40	129.0	71.0	25.0	1.6	32.0	18.0
84	11	3010	8.40	129.0	71.0	25.0	1.6	32.0	18.0
84	12	1010	5.50	183.0	78.0	25.0	1.3	31.0	19.0
84	12	2010	5.50	183.0	78.0	25.0	1.3	31.0	19.0
84	12	3010	5.50	183.0	78.0	25.0	1.3	31.0	19.0
85	1	1010	6.20	143.0	78.0	24.0	1.6	31.0	18.0
85	1	2010	6.20	143.0	78.0	24.0	1.6	31.0	18.0
85	1	3010	6.20	143.0	78.0	24.0	1.6	31.0	18.0
85	2	1010	6.30	281.0	78.0	27.0	1.0	33.0	20.0
85	2	2010	6.30	281.0	78.0	27.0	1.0	33.0	20.0
85	2	3010	6.30	281.0	78.0	27.0	1.0	33.0	20.0
85	3	1010	6.40	204.0	80.0	25.0	1.0	30.0	19.0
85	3	2010	6.40	204.0	80.0	25.0	1.0	30.0	19.0
85	3	3010	6.40	204.0	80.0	25.0	1.0	30.0	19.0
85	4	1010	7.10	156.0	79.0	24.0	1.3	30.0	17.0
85	4	2010	7.10	156.0	79.0	24.0	1.3	30.0	17.0
85	4	3010	7.10	156.0	79.0	24.0	1.3	30.0	17.0
85	5	1010	8.30	62.0	71.0	19.0	0.9	27.0	11.0
85	5	2010	8.30	62.0	71.0	19.0	0.9	27.0	11.0
85	5	3010	8.30	62.0	71.0	19.0	0.9	27.0	11.0
85	6	1010	8.00	16.0	69.0	16.0	0.9	24.0	7.0
85	6	2010	8.00	16.0	69.0	16.0	0.9	24.0	7.0
85	6	3010	8.00	16.0	69.0	16.0	0.9	24.0	7.0
85	7	1010	9.20	16.0	65.0	16.0	1.1	25.0	8.0
85	7	2010	9.20	16.0	65.0	16.0	1.1	25.0	8.0
85	7	3010	9.20	16.0	65.0	16.0	1.1	25.0	8.0
85	8	1010	7.90	14.0	58.0	20.0	1.1	30.0	11.0
85	8	2010	7.90	14.0	58.0	20.0	1.1	30.0	11.0
85	8	3010	7.90	14.0	58.0	20.0	1.1	30.0	11.0
85	9	1010	7.30	83.0	67.0	22.0	1.3	29.0	14.0
85	9	2010	7.30	83.0	67.0	22.0	1.3	29.0	14.0
85	9	3010	7.30	83.0	67.0	22.0	1.3	29.0	14.0

(continua)



Tabela B.4 - Conclusão

A	M		NH	PPT	UR	TM	VV	TX	TI
85	10	1010	9.50	36.0	63.0	23.0	1.4	31.0	15.0
85	10	2010	9.50	36.0	63.0	23.0	1.4	31.0	15.0
85	10	3010	9.50	36.0	63.0	23.0	1.4	31.0	15.0
85	11	1010	8.50	165.0	67.0	25.0	1.5	33.0	18.0
85	11	2010	8.50	165.0	67.0	25.0	1.5	33.0	18.0
85	11	3010	8.50	165.0	67.0	25.0	1.5	33.0	18.0
85	12	1010	8.50	83.0	69.0	26.0	1.2	34.0	19.0
85	12	2010	8.50	83.0	69.0	26.0	1.2	34.0	19.0
85	12	3010	8.50	83.0	69.0	26.0	1.2	34.0	19.0
86	1	1010	7.80	133.0	76.0	26.0	1.1	30.0	21.0
86	1	2010	7.80	133.0	76.0	26.0	1.1	30.0	21.0
86	1	3010	7.80	133.0	76.0	26.0	1.1	30.0	21.0
86	2	1010	5.10	222.0	82.0	26.0	0.9	32.0	20.0
86	2	2010	5.10	222.0	82.0	26.0	0.9	32.0	20.0
86	2	3010	5.10	222.0	82.0	26.0	0.9	32.0	20.0
86	3	1010	6.10	237.0	80.0	25.0	1.1	32.0	19.0
86	3	2010	6.10	237.0	80.0	25.0	1.1	32.0	19.0
86	3	3010	6.10	237.0	80.0	25.0	1.1	32.0	19.0
86	4	1010	8.60	58.0	75.0	24.0	1.3	31.0	17.0
86	4	2010	8.60	58.0	75.0	24.0	1.3	31.0	17.0
86	4	3010	8.60	58.0	75.0	24.0	1.3	31.0	17.0
86	5	1010	6.20	88.0	76.0	21.0	0.9	27.0	15.0
86	5	2010	6.20	88.0	76.0	21.0	0.9	27.0	15.0
86	5	3010	6.20	88.0	76.0	21.0	0.9	27.0	15.0
86	6	1010	8.90	2.0	65.0	18.0	0.8	27.0	10.0
86	6	2010	8.90	2.0	65.0	18.0	0.8	27.0	10.0
86	6	3010	8.90	2.0	65.0	18.0	0.8	27.0	10.0
86	7	1010	7.80	15.0	67.0	17.0	1.3	25.0	9.0
86	7	2010	7.80	15.0	67.0	17.0	1.3	25.0	9.0
86	7	3010	7.80	15.0	67.0	17.0	1.3	25.0	9.0
86	8	1010	5.90	174.0	70.0	20.0	1.1	26.0	13.0
86	8	2010	5.90	174.0	70.0	20.0	1.1	26.0	13.0
86	8	3010	5.90	174.0	70.0	20.0	1.1	26.0	13.0
86	9	1010	7.30	70.0	68.0	21.0	1.6	29.0	14.0
86	9	2010	7.30	70.0	68.0	21.0	1.6	29.0	14.0
86	9	3010	7.30	70.0	68.0	21.0	1.6	29.0	14.0
86	10	1010	9.00	53.0	66.0	23.0	1.5	31.0	15.0
86	10	2010	9.00	53.0	66.0	23.0	1.5	31.0	15.0
86	10	3010	9.00	53.0	66.0	23.0	1.5	31.0	15.0
86	11	1010	7.30	152.0	65.0	25.0	1.6	33.0	18.0
86	11	2010	7.30	152.0	65.0	25.0	1.6	33.0	18.0
86	11	3010	7.30	152.0	65.0	25.0	1.6	33.0	18.0
86	12	1010	4.10	396.0	79.0	25.0	1.2	30.0	20.0
86	12	2010	4.10	396.0	79.0	25.0	1.2	30.0	20.0
86	12	3010	4.10	396.0	79.0	25.0	1.2	30.0	20.0
87	1	1010	6.70	265.0	73.0	24.5	1.2	29.0	20.0
87	1	2010	6.70	265.0	73.0	24.5	1.2	29.0	20.0
87	1	3010	6.70	265.0	73.0	24.5	1.2	29.0	20.0
87	2	1010	5.90	241.0	74.0	23.0	1.3	27.3	18.7
87	2	2010	5.90	241.0	74.0	23.0	1.3	27.3	18.7
87	2	3010	5.90	241.0	74.0	23.0	1.3	27.3	18.7
87	3	1010	8.10	51.0	72.0	23.2	1.1	28.5	17.9
87	3	2010	8.10	51.0	72.0	23.2	1.1	28.5	17.9
87	3	3010	8.10	51.0	72.0	23.2	1.1	28.5	17.9

OBS.: 1) A = Ano; M = Mês; NH = Número de horas de insolação por dia; PPT = Precipitação pluviométrica; UR = Umidade relativa; TM = Temperatura média; VV = Velocidade do vento a 2m.; TX = Temperatura máxima; TI = Temperatura mínima.

2) Os dados de precipitação e temperatura foram obtidos na Usina Barra Grande, a velocidade do vento em São Manuel e a insolação e umidade relativa em Botucatu.