



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-10791-RPQ/759

**ESTIMATIVA DE ÁREA PLANTADA COM
CANA-DE-AÇÚCAR EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO POR MEIO
DE IMAGENS DE SATÉLITES E TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO: ANO
SAFRA 2003/2004.**

Bernardo Friedrich Theodor Rudorff
Luciana Miura Sugawara Berka
Alexandre Cândido Xavier
Mauricio Alves Moreira
Valdete Duarte
Viviane Gomes Cardoso Rosa
Yosio Edemir Shimabukuro

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Geraldo Sant'ana de Camargo Barros e à Dra. Heloísa Lee Burnquist, do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), por terem viabilizado o fornecimento de dois computadores através de recursos da Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queirós (FEALQ), conforme Termo de Depósito e Comodato celebrado entre INPE e FEALQ em 11 de junho de 2003.

Ao Dr. Antonio de Pádua Rodrigues, da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (UNICA), por ter viabilizado a contratação de três bolsistas que atuaram nas atividades deste projeto.

Ao Dr. João Vianei, Chefe da Divisão de Sensoriamento Remoto, pelo apoio no fornecimento das imagens do satélite Landsat, que em muito excederam a quantidade inicialmente prevista na proposta do projeto.

À Engenheira Agrônoma Regina Siméa Sbruzzi e ao MSc. Clerio Lemos de Sousa pelo auxílio fornecido na interpretação das imagens.

SUMÁRIO

	<u>Pág</u>
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABELAS	7
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 2 MATERIAL E MÉTODO	11
2.1 Área de Estudo	11
2.2 Imagens de Sensoriamento Remoto	11
2.3 Classificação das Imagens	14
2.3.1. Classificação Digital das Imagens.....	15
2.3.2 Classificação/Interpretação Visual das Imagens	16
2.4. Definição do Tema Cana	18
2.5. Trabalho a Campo	18
2.6. Estimativa da Área Plantada.....	18
CAPÍTULO 3 RESULTADOS	19
CAPÍTULO 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
APÊNDICE A	31
APÊNDICE B	33
APÊNDICE C	35
APÊNDICE D	37
APÊNDICE E	39

LISTA DE FIGURAS

2.1 – Localização das imagens (órbita-ponto) sobre mapa de densidade de área de cana por município (IBGE, 2003) e sobre um mosaico de imagens Landsat.	13
2.2 - Região do município de Guaíra, SP (órbita 220; ponto 74) em imagens adquiridas em quatro datas: PERÍODO 1 (20/10/2002), PERÍODO 2 (25/02/2003), PERÍODO 3 (30/04/2003) e PERÍODO 4 (15/10/2003).....	14
2.3 – Segmentação da imagem Landsat-7 de uma região do município de Guaíra, SP adquirida no PERÍODO 2 (25 de fevereiro de 2003).....	15
2.4 - Exemplo de resultado da classificação digital/visual (amarelo - cana safra 2003/04; verde cana planta safra 2004/05) sobreposto a uma imagem Landsat-7 em uma região do município de Guaíra, SP.	17
3.1 – Localização das áreas de cana nos municípios do Estado de São Paulo.	22
3.2 – Proporção de cana safra 2003/2004, cana reforma e cana expansão por município do Estado de São Paulo.	23
3.3 - Área e porcentagem de cana safra 2003/2004 por Região Administrativa no Estado de São Paulo.	24
3.4 - Área e porcentagem de cana reforma por Região Administrativa no Estado de São Paulo.	25
3.5 - Área e porcentagem de cana expansão por Região Administrativa no Estado de São Paulo.	25

LISTA DE TABELAS

2.1 – Períodos e datas de aquisição das imagens Landsat.....	12
--	----

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

As estatísticas agrícolas geradas pelos órgãos oficiais, atualmente, não se beneficiam plenamente dos avanços na área de sensoriamento remoto. Em geral, estes órgãos utilizam métodos subjetivos para estimar a produção agrícola (Pino, 2001). Uma alternativa para suprir esta deficiência consiste no uso de imagens de satélites de observação da terra, também conhecidas por imagens de sensoriamento remoto. Os órgãos oficiais têm interesse em incorporar as novas tecnologias do sensoriamento remoto e do geoprocessamento em seus procedimentos de geração de previsão e estimativa de safra; contudo, ainda não se dispõe de métodos operacionais que utilizem as imagens de sensoriamento remoto, a fim de estimar a área plantada em grandes regiões. No passado, foi transmitida a idéia de que estas imagens poderiam resolver um grande número dos problemas ligados ao levantamento de informações para previsão de safra. Com o passar do tempo, esta expectativa foi frustrada e precisa ser resgatada através da demonstração da viabilidade de se utilizar novos métodos de análise que efetivamente contribuam na melhoria das estimativas de safras agrícolas. Certamente já foi aprendida a lição de que o sensoriamento remoto é muito relevante, porém é apenas uma das várias componentes do sistema de previsão de safra. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através da sua Divisão de Sensoriamento Remoto (DSR), reúne capacitação técnico-científica para desenvolver e adaptar métodos que podem monitorar e melhorar a geração das estimativas de área plantada, por meio de imagens de sensoriamento remoto, para as grandes culturas agrícolas. Dentre elas destaca-se a cultura da cana-de-açúcar que possui características favoráveis para sua identificação nas imagens de satélites, por ser uma cultura semi-perene plantada em grandes áreas (Mendonça et al., 1986). É incontestável que o levantamento da área plantada com cana-de-açúcar, por meio do seu mapeamento em imagens de satélite, trás inúmeros benefícios, quando comparado aos resultados de métodos subjetivos. Os mais relevantes são: a) obtenção de mapas temáticos, contendo a distribuição espacial da cultura, uma informação importante no planejamento e monitoramento do meio ambiente; b) maior

confiabilidade e rapidez na obtenção das informações; c) a informação de área é obtida de feições concretas, observadas na imagem pelo analista; d) o trabalho de campo, para coleta de dados sobre a cultura, é muito reduzido. Além disso, o mapa temático com a distribuição espacial da cana é uma fonte de informação imprescindível nos estudos relacionados à estimativa de área, por meio de técnicas de amostragem. Neste sentido o presente projeto tem por objetivo mapear as lavouras de cana-de-açúcar destinadas para a safra 2003/2004 e as de cana planta para a safra 2004/2005, por meio de imagens de satélites de sensoriamento remoto, em nível municipal para todo o Estado de São Paulo.

CAPÍTULO 2

MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área de Estudo

A área de estudo abrange o Estado de São Paulo que foi responsável por 60,3% da produção nacional de cana (em toneladas) na safra 2002/03 (UNICA, 2003a). A colheita da cana em São Paulo ocorre predominantemente entre os meses de abril a novembro, sendo que para a safra 2003/04 ela foi antecipada para o final do mês de março de 2003 (UNICA, 2003a). O plantio da cana em São Paulo ocorre entre os meses de agosto a outubro para cana de ano e entre os meses de outubro a abril para a cana de ano e meio.

2.2 Imagens de Sensoriamento Remoto

No presente projeto foram utilizadas imagens adquiridas pelos sensores TM e ETM+ a bordo dos satélites Landsat-5 e Landsat-7, respectivamente. As imagens destes sensores possuem resolução espacial de 30 x 30m (0,09 ha) e resolução temporal de 16 dias. Estes sensores adquirem as imagens em diferentes faixas de comprimento de onda nas regiões do visível e do infravermelho do espectro eletromagnético. Cada imagem recobre uma área no terreno com dimensão de 185 x 185 km, cuja identificação para fins de localização se dá por meio do número da órbita e do número do ponto dentro de cada órbita, conforme mostrado na Figura 2.1. Sempre que a data e o horário da passagem do satélite, sobre uma determinada área, coincide com uma atmosfera livre da presença de nuvens obtém-se uma imagem passível de ser utilizada para a identificação e mapeamento de alvos da superfície terrestre. Neste sentido, inicialmente foram selecionadas as imagens livres de cobertura de nuvens obtidas entre os meses de janeiro e março de 2003 (aqui denominado de PERÍODO 2; Tabela 2.1) por ser o período que antecede o início da safra 2003/04; além disso, espera-se que a cana destinada à colheita já se encontre suficientemente desenvolvida para ser identificada nas imagens adquiridas por ocasião desse período. Contudo, devido à grande variação na resposta

espectral da cana-de-açúcar em função do amplo período de plantio, dos diversos cortes (soca) e tipos de manejo foi necessário adquirir imagens em um segundo período entre os meses de abril e maio de 2003 (PERÍODO 3; Tabela 2.1). Com o andamento das atividades de interpretação foi verificado que um terceiro período de aquisição de imagens, correspondente ao final da colheita do ano safra anterior (2002/2003), seria relevante para aumentar a confiabilidade nos resultados do mapeamento das áreas de cana nas imagens (PERÍODO 1; Tabela 2.1). Adicionalmente foram selecionadas imagens do final da safra de 2003/04 (PERÍODO 4, Tabela 2.1) para mapear áreas de cana nova, ou seja, áreas de cana não colhidas em 2003 e destinadas para a safra 2004/05. Foi utilizado um total de 58 imagens das quais 43 foram adquiridas pelo Landsat-7 (ETM+) e 15 pelo Landsat-5 (TM). O Landsat-7 deixou de operar a partir de junho de 2003 devido a uma falha no sistema sensor ETM+.

TABELA 2.1 – Períodos e datas de aquisição das imagens Landsat

Órb/Ponto	PERÍODO-1	CD #	PERÍODO-2	CD #	PERÍODO-3	CD #	PERÍODO-4	CD #
219/75	13/10/02	3231	06/03/03	2880	23/04/03	2911	24/10/03 TM	3327
219/76	25/07/02	2445	02/02/03	3342	25/05/03	3289	24/10/03 TM	3326
220/74	20/10/02	2627 3113	25/02/03	2720	30/04/03	2798	15/10/03 TM	3328
220/75	17/08/02	2321	25/02/03	3338	30/04/03	3225	15/10/03 TM	3349
220/76	17/08/02	2322	08/01/03 25/02/03	3346 2731	16/05/03	3224	15/10/03 TM	3332
220/77	10/03/02	1816 1817	08/01/03	3347	30/04/03	3229	-	-
221/74	11/10/02	2639	04/03/03	3339	07/05/03	3228	20/09/03 TM	3329
221/75	25/09/02	3119	04/03/03	3340	07/05/03	3222	20/09/03 TM	3331
221/76	11/10/02	3127	04/03/03	3341	07/05/03	2101	20/09/03 TM	3330
222/74	02/10/02	3128	23/02/03	3343	14/05/03	3230	13/10/03 TM	3333
222/75	02/10/02	3129	23/02/03	3344	14/05/03	3143	13/10/03 TM	3334
222/76	03/11/02	2625	27/03/03	2774	28/04/03 30/05/03	3299 2908	13/10/03 TM	3335
223/74	06/08/02	3120	02/03/03*	2882	14/06/03*TM	3227	04/10/03*TM	3337
223/75	06/08/02	3138	18/03/03*	2881 3345	14/06/03*TM	3226	04/10/03*TM	3336
223/76	06/08/02	3137	-	-	-	-	-	-

* Deslocado +3 seg. sul

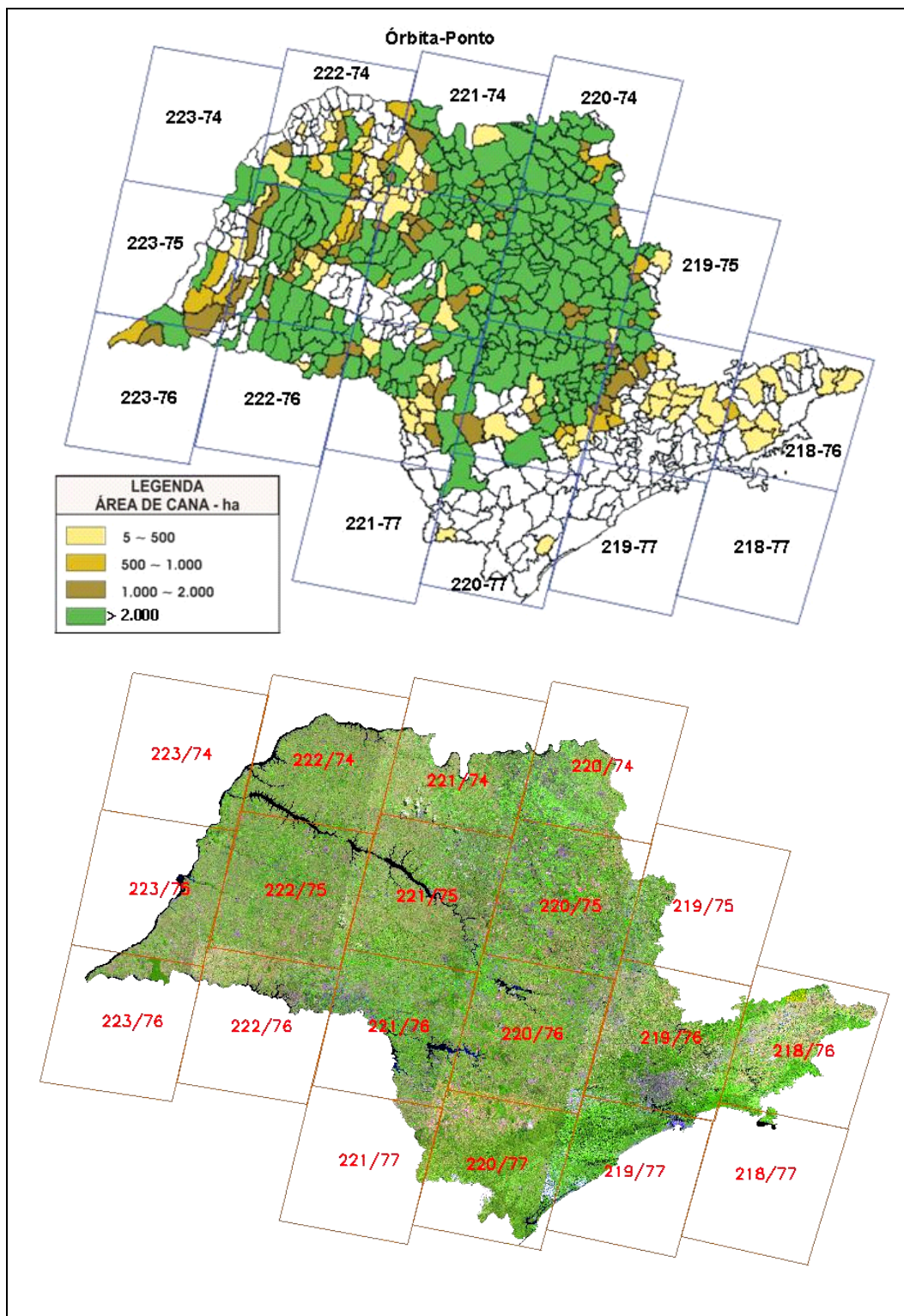


FIGURA 2.1 – Localização das imagens (órbita-ponto) sobre mapa de densidade de área de cana por município (IBGE, 2003) e sobre um mosaico de imagens Landsat.

2.3 Classificação das Imagens

O aplicativo computacional utilizado nas etapas do processo de classificação digital e visual das imagens foi o SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), versão 3.6.03 (INPE, 2003). Numa primeira etapa as imagens foram inseridas num banco de dados por meio do módulo de importação do SPRING. O processo de importação engloba também o registro das imagens. Nesse processo foi utilizada uma base cartográfica do IBGE para o georreferenciamento das imagens. A classificação das imagens Landsat envolveu duas etapas distintas: classificação digital e classificação visual. A Figura 2.2 apresenta uma região do município de Guaíra, SP (órbita 220; ponto 74) vista nas quatro imagens adquiridas para os períodos 1, 2, 3 e 4.

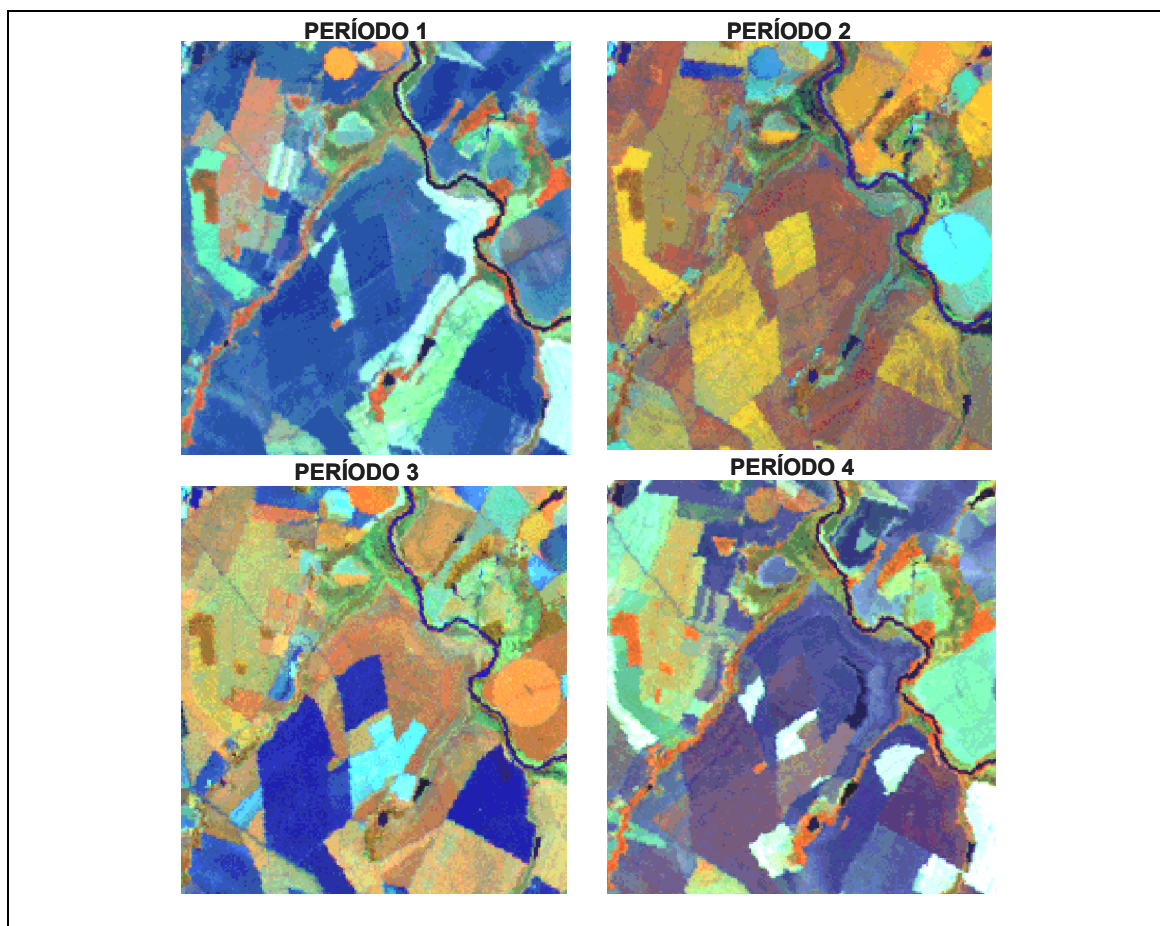


FIGURA 2.2 - Região do município de Guaíra, SP (órbita 220; ponto 74) em imagens adquiridas em quatro datas: PERÍODO 1 (20/10/2002), PERÍODO 2 (25/02/2003), PERÍODO 3 (30/04/2003) e PERÍODO 4 (15/10/2003).

2.3.1. Classificação Digital das Imagens

A primeira fase da classificação digital envolveu a segmentação das imagens, em que foi utilizado um algoritmo denominado crescimento de regiões. O objetivo dessa segmentação foi agrupar regiões contínuas, similares radiometricamente, a partir de pixels individuais, até que todos sejam processados (Nascimento, 1996). O processo de segmentação exige a definição dos limiares de similaridade e área. O primeiro define se duas regiões são espectralmente similares, quando o valor da distância euclidiana mínima entre as médias das regiões é inferior ao limiar estipulado e o segundo representa a área mínima, em pixels, para que uma região seja individualizada. Os limiares utilizados na segmentação das imagens foram de 5 níveis de cinza para a similaridade e de 50 pixels (aproximadamente 4,5 ha) para a área. Esta técnica foi aplicada nas imagens do PERÍODO-2 (Tabela 2.1), com o uso dos dados originais das bandas 3, 4 e 5 dos sensores TM e ETM⁺. A Figura 2.3 mostra parte de uma imagem do Landsat-7 em composição colorida (R-4, G-5, B-3) e o resultado da segmentação.

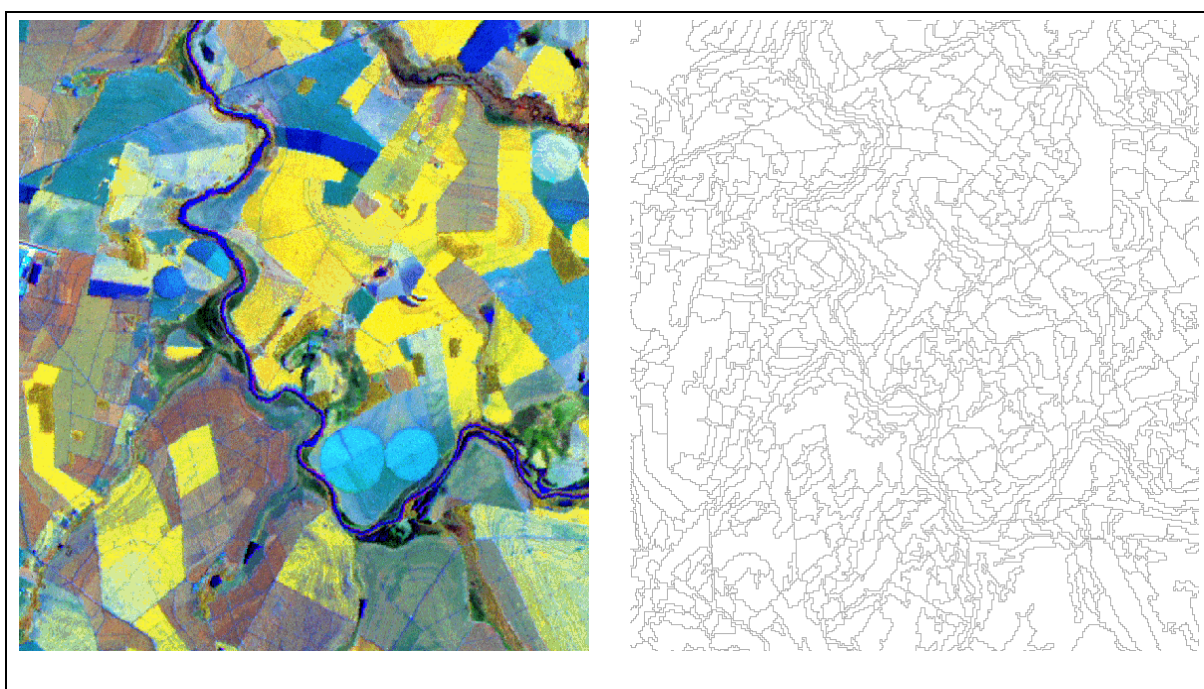


FIGURA 2.3 – Segmentação da imagem Landsat-7 de uma região do município de Guaíra, SP adquirida no PERÍODO 2 (25 de fevereiro de 2003).

Após a segmentação, foi realizada a extração das regiões, cuja finalidade foi rotular cada polígono obtido na segmentação. Na rotulação são determinados alguns parâmetros do polígono, como: posicionamento, média de níveis de cinza, matriz de covariância, que serão utilizados na classificação. Em seguida as imagens foram classificadas através de um algoritmo não supervisionado, denominado ISOSEG, que agrupa as regiões em classes espectralmente homogêneas. As classes espectrais foram superpostas às imagens e analisadas individualmente, sendo então associadas às classes temáticas de uso do solo. O critério para definir uma classe espectral como pertencente a um determinado tema de uso do solo é particularmente importante no processo de classificação, pois irá definir as classes temáticas que representarão a realidade existente no campo. Nesta fase é, então, estipulado um novo limiar, denominado de “limiar de aceitação”, fundamentado em probabilidade estatística. De acordo com o limiar de aceitação utilizado, haverá maior ou menor distinção de alvos nas imagens. Esta fase do trabalho foi muito importante e precisou ser realizada variando esse limiar e analisando os resultados obtidos, a fim de reduzir ao máximo a fase da interpretação visual. Todavia, por mais cautelosa que seja a escolha desses limiares é inevitável a ocorrência de erro de classificação (acima de 20%) por omissão (cana classificada como não-cana) ou inclusão (não-cana classificada como cana), por causa da semelhança no comportamento espectral de alvos distintos, que são agrupados como uma única classe espectral. Esse erro de classificação precisa ser minimizado por meio da classificação/interpretação visual utilizando-se a ferramenta de edição matricial do SPRING.

2.3.2 Classificação/Interpretação Visual das Imagens

A classificação ou interpretação visual, mais conhecida como interpretação na tela do computador, permite modificar o resultado da classificação digital. Neste processo, foi utilizada uma ferramenta, implementada no SPRING, denominada edição matricial, que consiste de um link dinâmico entre o analista e o computador, que permite visualizar vários Planos de Informação (PIs) de forma simultânea e interativa para corrigir os erros da classificação automática no mapa temático. Através desse procedimento é possível aumentar a exatidão do mapa temático final. A

classificação/interpretação visual foi realizada utilizando imagens adquiridas de um a quatro períodos (Tabela 2.1) de forma interativa até que o intérprete tenha certeza de que a classe rotulada num dado polígono represente a realidade no campo. Esta fase foi a mais demorada no processo de obtenção dos resultados, porque exige uma análise visual de cada polígono resultante da classificação.

A Figura 2.4 apresenta, como exemplo, o resultado da classificação temática de uma região do município de Guaíra, SP onde as áreas de cana safra 2003/04 estão em amarelo e as áreas de cana planta safra 2004/05 estão em verde e no fundo uma imagem Landsat.

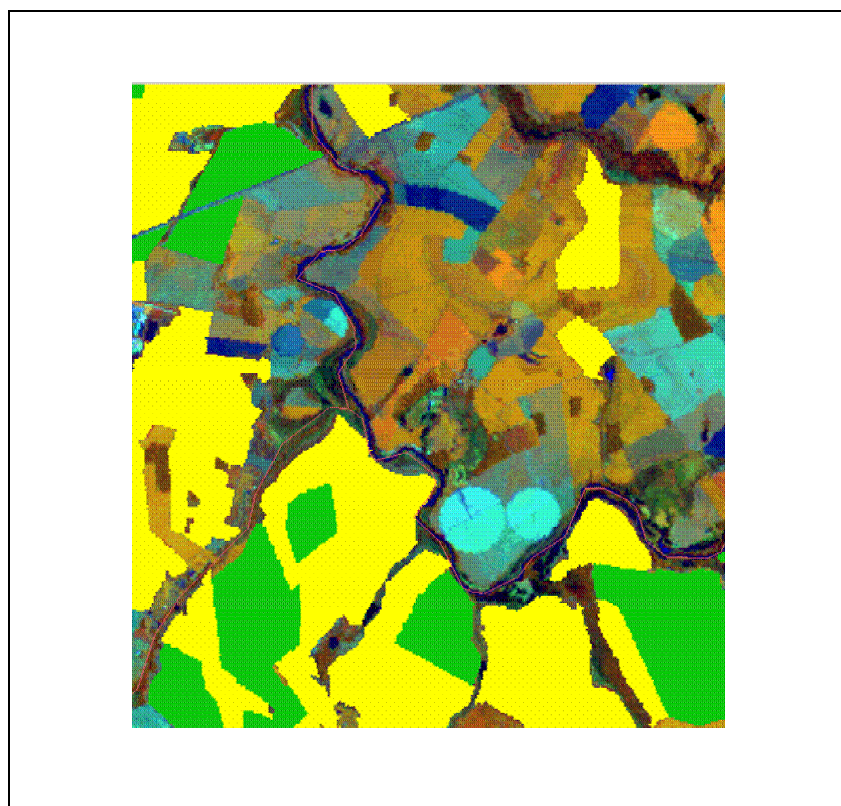


FIGURA 2.4 - Exemplo de resultado da classificação digital/visual (amarelo - cana safra 2003/04; verde cana planta safra 2004/05) sobreposto a uma imagem Landsat-7 em uma região do município de Guaíra, SP.

Imagens multitemporais do sensor MODIS (período de março/2002 a março/2003) também estavam disponíveis ao intérprete, mas foram de pouca ou nenhuma utilidade, principalmente, devido à boa disponibilidade de imagens multitemporais do Landsat.

Uma tabela obtida a partir de dados do IBGE (IBGE, 2003) com informações sobre área plantada com as diferentes culturas agrícolas em cada município também estava disponível aos intérpretes através do módulo de consulta “informação” do SPRING.

2.4. Definição do Tema Cana

O tema cana foi subdividido em: **cana safra 2003/04**, ou seja, a cana colhida ao longo do período de corte do ano de 2003; **cana expansão**, ou seja, a cana planta em área onde anteriormente não havia cana e prevista para ser colhida na safra 2004/05; e **cana reforma**, ou seja, a cana planta em área onde na safra 2002/03 havia cana e prevista para ser colhida na safra 2004/05.

2.5. Trabalho a Campo

Inicialmente havia sido previsto um trabalho a campo a ser realizado para dirimir as dúvidas com relação ao tema cana nos casos em que a informação disponível nas imagens do satélite não fosse suficiente para uma clara definição da área em questão. Contudo, o uso de imagens adquiridas em quatro períodos distintos e específicos reduziu drasticamente o trabalho a campo que ficou restrito à visita em algumas áreas da região canavieira da imagem 219-76 (Figura 2.1) para dirimir dúvidas e treinar os intérpretes.

2.6. Estimativa da Área Plantada

Ao final do processo de classificação foi obtido um Plano de Informação (PI) temático contendo as classes cana safra 2003/04, cana expansão e cana reforma. Através do cruzamento desse PI com o mapa cadastral contendo os limites políticos municipais foi estimada a área plantada com cana em cada município. No aplicativo SPRING já existe uma ferramenta denominada “Estatística de Imagem por Polígono” que realiza este cruzamento automaticamente e armazena o resultado em uma tabela, contudo esta tabela não traz o nome dos municípios, apenas seus identificadores (GeoID). Desta forma, foi feita uma ligação entre esta tabela e uma tabela que continha a lista de municípios com os respectivos Geo ID’s para se obter os dados desejados de forma concisa.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

O resultado preliminar da classificação digital das imagens feito apenas com base nas imagens do PERÍODO-2 (Tabela 2.1) deixou muito a desejar. Foi verificado qualitativamente que os erros de omissão e inclusão eram elevados. Com isso o trabalho de interpretação para correção destes erros seria muito grande. Assim, optou-se por utilizar apenas o resultado da segmentação e realizar a interpretação visual em duas etapas. Na primeira etapa, os polígonos, resultantes da segmentação, que apresentavam todas as características de área plantada com cana no PERÍODO-2 foram classificados de forma interativa pelo analista como sendo cana. Na segunda etapa, o mapa temático resultante foi sobreposto (acoplado) às imagens das demais datas para o refinamento da classificação, por meio de uma interpretação visual criteriosa. As imagens do PERÍODO-2 foram muito boas para identificar a grande maioria da cana disponível para a safra 2003/04. Entretanto, em regiões com plantio de milho houve semelhança de comportamento espectral da cana com alguns talhões do milho. Nesse caso as imagens do PERÍODO-3 se mostraram muito boas na separação espectral desses dois temas, por causa da diferenciação no comportamento espectral ocasionado pelo estágio fenológico das duas culturas. Imagens do PERÍODO-3 também foram muito importantes para mapear áreas de cana colhidas no final da safra 2002/03 ou áreas de cana de ano plantadas de outubro a dezembro de 2002 e que ainda não tinham um padrão espectral bem definido nas imagens do PERÍODO-2.

Como o objetivo inicial e principal do trabalho foi mapear as áreas de cana destinadas para a safra 2003/04, foi necessário separar a cana-de-ano-e-meio destinada para a safra 2004/05 da cana colhida em 2003. Por exemplo, fica difícil julgar se uma área de cana será colhida em 2003 ou 2004 quando na imagem do PERÍODO-2 ela ainda se apresenta com aspecto de solo exposto e somente na imagem do PERÍODO-3 ela apresenta aspecto típico de cana. Assim, foi necessário verificar o aspecto espectral desta área na imagem do PERÍODO-4, correspondente ao período final da colheita da

safra 2003/04. Se na imagem do PERÍODO-4 essa área continuou com aspecto típico de cana então se entende que ela será colhida na safra 2004/05. Se o padrão desta área na imagem se assemelha a solo exposto, então se entende que ela foi colhida em 2003 (safra 2003/04).

Desta forma, obteve-se o mapa temático das áreas de cana para a safra 2003/04 e cana planta em áreas de reforma (cana reforma) para a safra 2004/05. A esta altura do trabalho foi verificado que com auxílio das imagens do PERÍODO-1 seria possível mapear a cana planta em áreas de expansão (cana expansão) de acordo com o seguinte critério de interpretação. Se a área de cana planta tem aspecto de área de cana na imagem do PERÍODO-1 então ela é classificada como cana reforma, caso contrário ela será classificada como cana expansão. As imagens do PERÍODO-1 também foram muito úteis para separar eventual confusão da classe cana com vegetação natural que nesta data é bem realçada por causa do contraste espectral entre estes dois alvos.

O trabalho de interpretação visual foi feito por uma equipe de intérpretes experientes e todos os resultados da classificação foram revisados por um dos intérpretes.

É interessante ressaltar que foram observados diferentes comportamentos espectrais para a cana, devido a fatores como: idade, cultivares, manejo, influência do solo etc. Entretanto, isto não prejudicou ou impediu a identificação da cana nas imagens devido ao uso do critério temporal por meio do qual a cana pode ser identificada, apesar de seus diferentes padrões, em pelo menos uma das imagens dos períodos analisados ao longo do ciclo de crescimento da cana.

O resultado geral da classificação mostrou que o Estado de São Paulo tem 3,09 milhões de ha de cana o que equivale a cerca de 12,5% da área total do estado. Do total da área de cana (3,09 milhões de ha) 2,57 milhões de ha foram colhidos na safra 2003/2004. O restante da área de cana de 523 mil ha é cana planta para a safra 2004/05 sendo que deste valor, 17%, ou seja, 431 mil ha são cana planta em reforma (14%) e 92 mil ha são cana planta em área de expansão (3%), ou seja, área nova de cana.

A Figura 3.1 apresenta a distribuição espacial da cana safra 2003/04, cana reforma e cana expansão nos municípios do Estado de São Paulo. A Figura 3.2 apresenta a proporção de cana safra 2003/04, cana reforma e cana expansão por município do Estado de São Paulo. Nota-se que os maiores percentuais de cana expansão estão concentrados na região noroeste do estado; contudo, em termos absolutos, a expansão da área de cana pode ser observada em toda a região produtora de cana do estado (Figura 3A). Nota-se também na Figura 3.2 que as áreas de cana reforma estão uniformemente distribuídas, em especial, nos municípios tradicionais de cultivo da cana onde cerca de 20% da área canavieira foi reformada. Isto pode ser confirmado observando-se a Figura 2A (anexo) onde a maior densidade de áreas com cana reforma ocorre nos municípios das tradicionais regiões de cultivo da cana

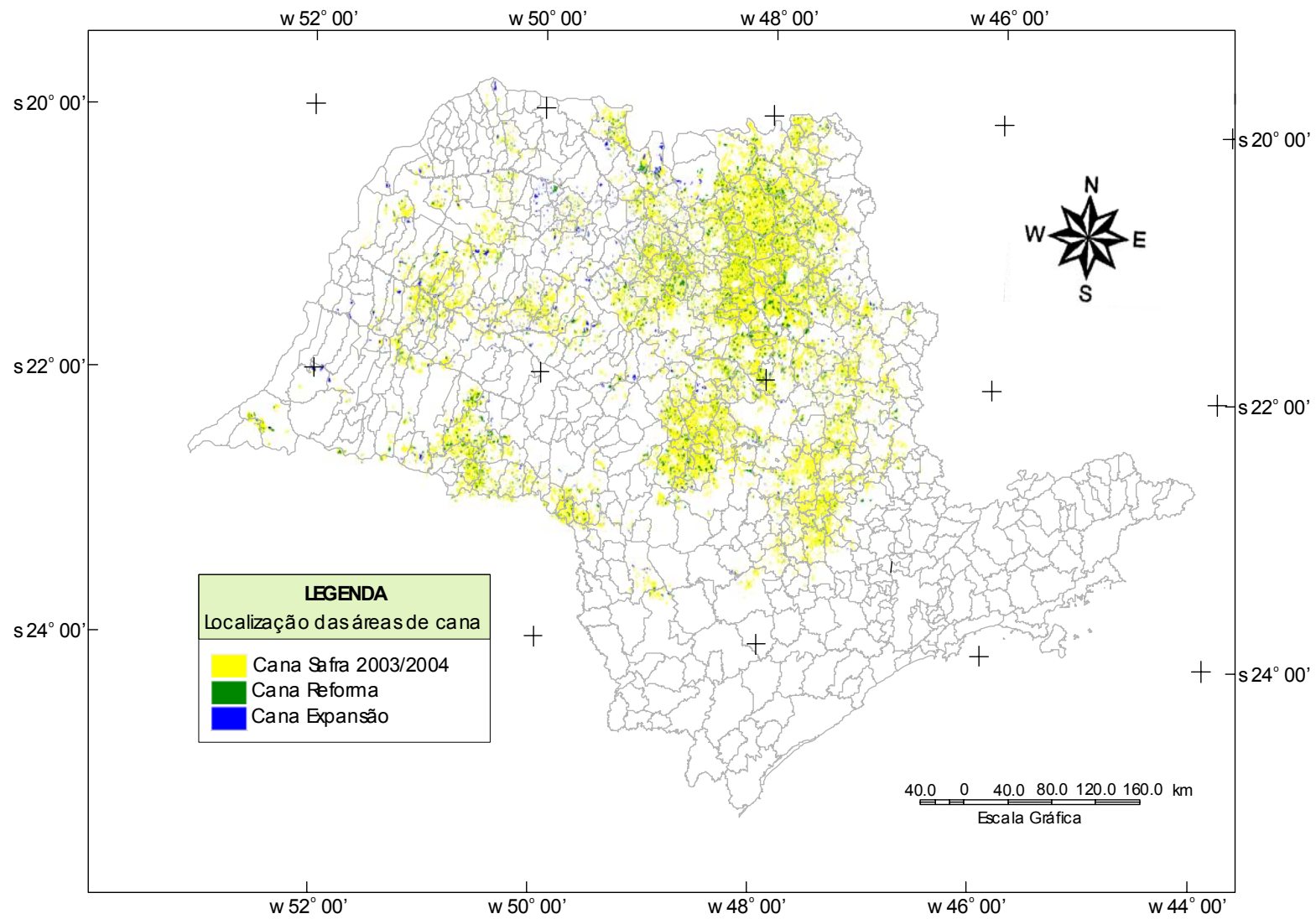


FIGURA 3.1 – Localização das áreas de cana nos municípios do Estado de São Paulo.

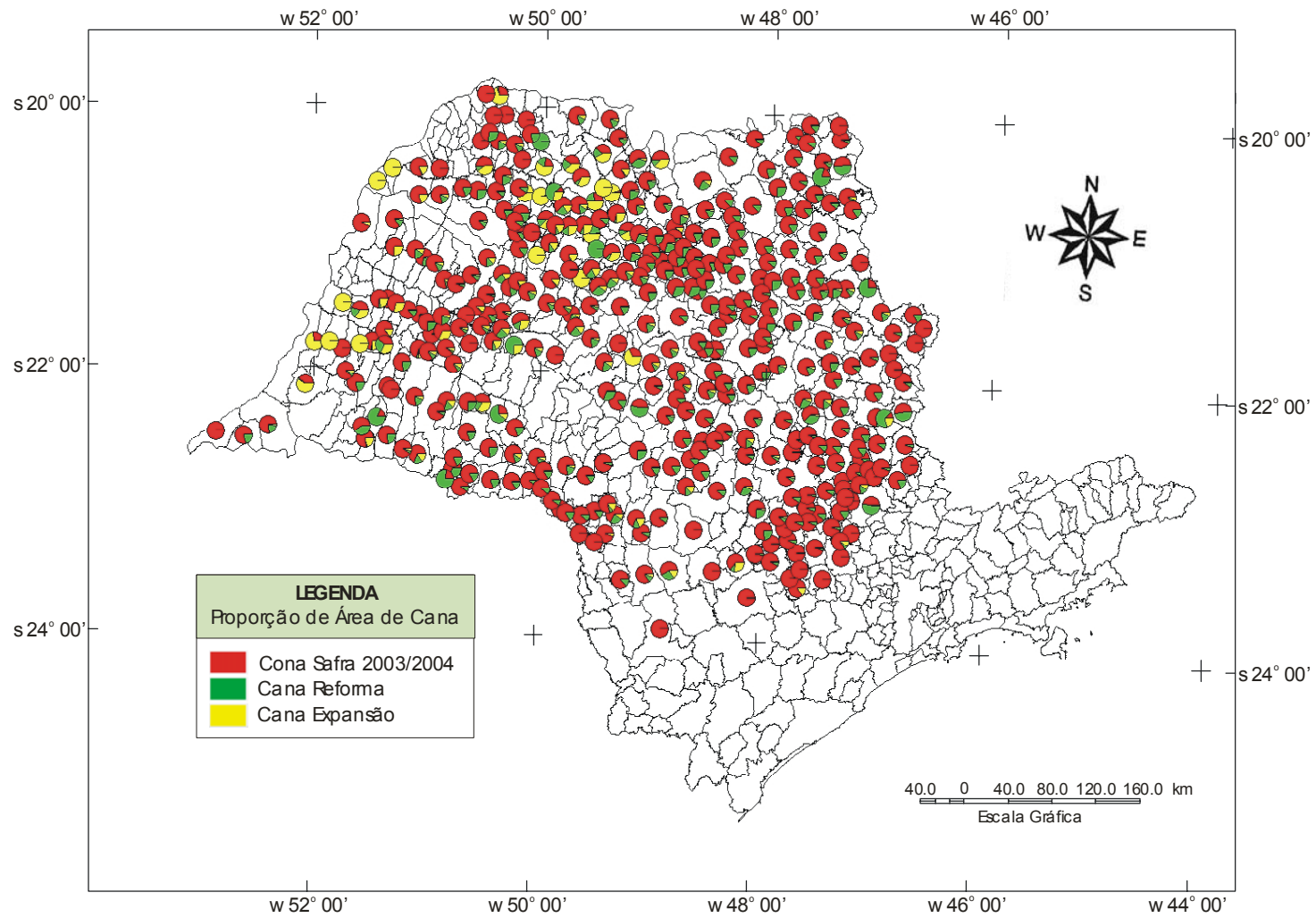


FIGURA 3.2 – Proporção de cana safra 2003/2004, cana reforma e cana expansão por município do Estado de São Paulo.

A Figura 3.3 apresenta os valores de área (ha) e o percentual de cana safra 2003/04, em relação ao total de cana safra 2003/04 para o Estado de São Paulo, por Região Administrativa. As duas Regiões Administrativas com maior área de cana são Campinas e Ribeirão Preto.

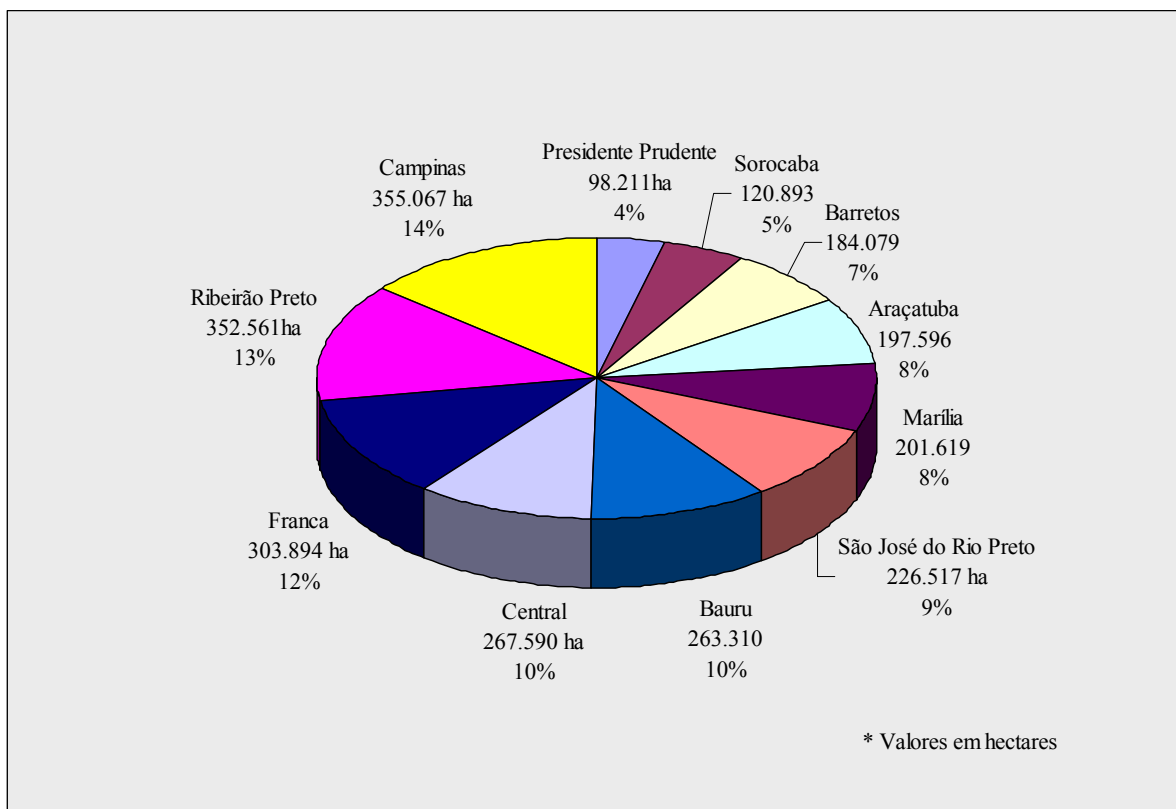


FIGURA 3.3 - Área e porcentagem de cana safra 2003/2004 por Região Administrativa no Estado de São Paulo.

As maiores áreas de reforma de cana foram observadas na Região Administrativa de Ribeirão Preto (Figura 3.4) e as maiores áreas de expansão de cana foram observadas nas Regiões Administrativas de São José do Rio Preto, Araçatuba e Presidente Prudente que juntas correspondem a 54% da expansão de área de cana no estado de São Paulo (Figura 3.5).

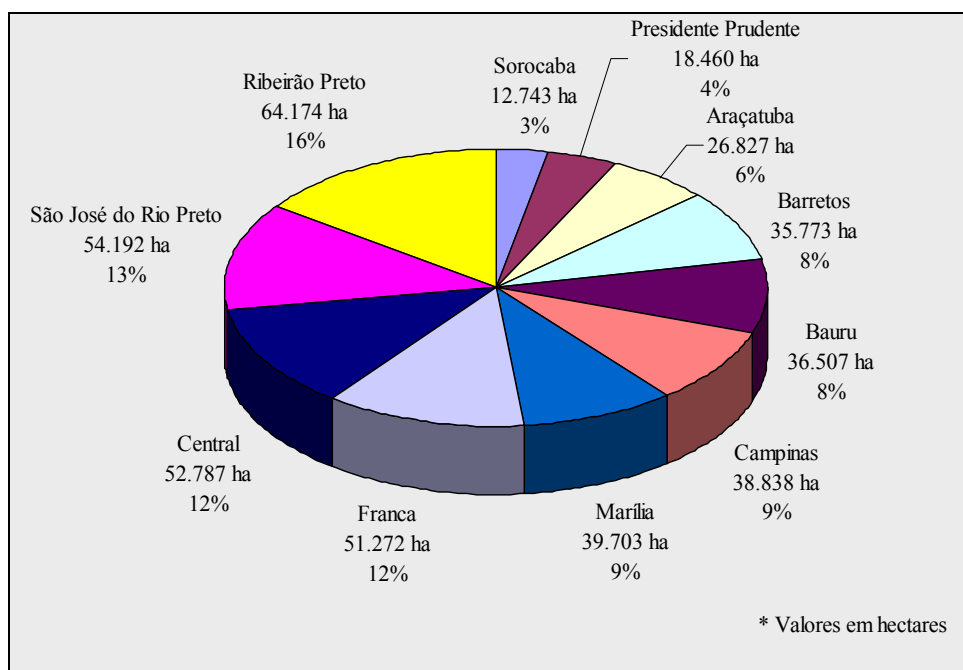


FIGURA 3.4 - Área e porcentagem de cana reforma por Região Administrativa no Estado de São Paulo.

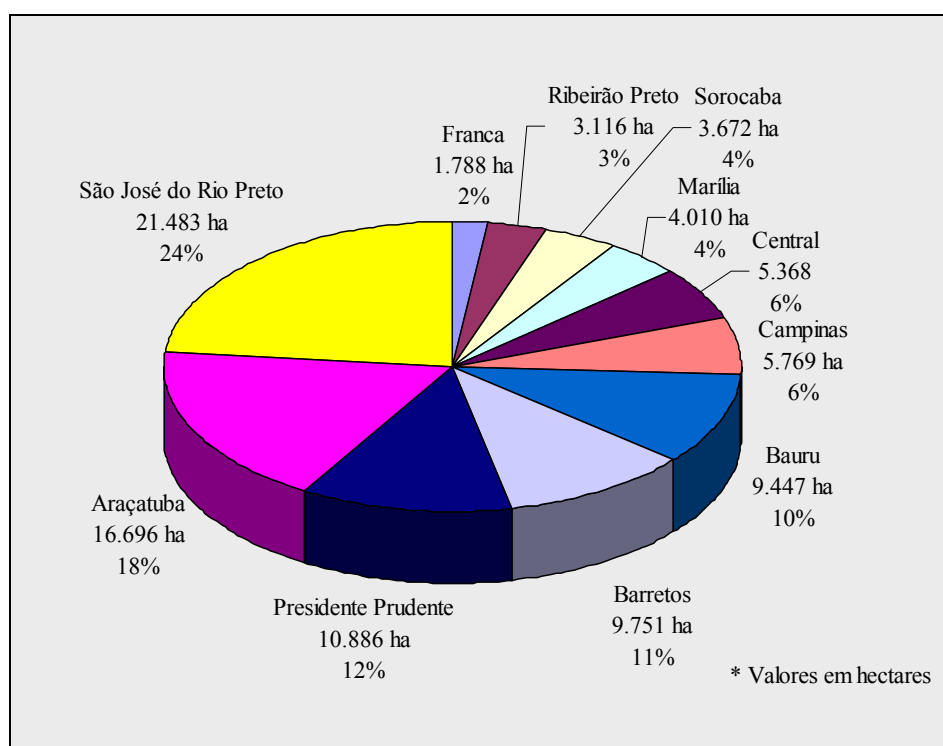


FIGURA 3.5 - Área e porcentagem de cana expansão por Região Administrativa no Estado de São Paulo.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostrou que as imagens de sensoriamento remoto obtidas pelos satélites da série Landsat, em quatro diferentes e específicas épocas, ao longo de um ano, permitem mapear as áreas ocupadas com a cultura da cana-de-açúcar e subdividi-las em: 1) área de cana disponível para colheita; 2) área de cana em reforma; e 3) área de cana em expansão. O mapeamento dessas áreas canavieiras foi realizado inicialmente por meio da segmentação da imagem em polígonos com características espectrais similares. Utilizando o procedimento de edição matricial os polígonos com aparência de cana na imagem adquirida de um a dois meses antes do início da safra foram visualmente associados à classe cana. Imagens do final da safra anterior bem como imagens dos períodos inicial e final da safra corrente foram necessárias para proporcionar uma boa definição e caracterização das áreas canavieiras por meio de técnicas de interpretação visual auxiliadas pela ferramenta computacional de edição matricial das diferentes classes temáticas de interesse: cana safra 2003/2004, cana reforma, cana expansão e outros.

Um dos objetivos deste trabalho consiste na elaboração de um mapa temático da cana-de-açúcar no ano safra 2003/04 a partir do qual possam ser realizadas estimativas de área, com previsão, utilizando-se imagens adquiridas no início do ano safra e que possam ser interpretadas visando atualizar a distribuição das áreas canavieiras em função das possíveis alterações ocorridas por: renovação, expansão ou retração das áreas de cana. A elaboração de tal mapa atualizado para a safra 2004/05 está em andamento e os resultados serão publicados em breve. Neste trabalho não houve uma preocupação maior no controle do tempo gasto para a geração do mapa temático, mas estima-se que estiveram envolvidos dois técnicos em tempo integral por quatro meses e mais três técnicos em tempo parcial por três meses. Finalmente, podemos concluir que imagens de sensoriamento remoto, comparáveis às dos sensores a bordo dos satélites da série Landsat, adquiridas ao longo do ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura da cana podem ser utilizadas no mapeamento das áreas canavieiras.

Recomenda-se que a qualidade do mapa temático seja avaliada de forma quantitativa. Estudos com técnicas de amostragem devem ser realizados para verificar a precisão da estimativa da área de cana por métodos objetivos de amostragem a fim de que as estimativas possam ser obtidas independente da disponibilidade de imagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades**. [S.l]. Disponível em: <<http://www1.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: maio 2003.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING)**. São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring>>. Acesso em: 10 maio 2003.

Mendonça, F.J.et al. **CANASATE – Mapeamento da cana-de-açúcar por satélite**. São José dos Campos: INPE, 1986. (INPE 3843-RPE/503).

Nascimento, P.S.R.; Almeida Filho, R. **Utilização da técnica de segmentação em Imagens TM/Landsat visando otimizar a técnica de interpretação visual**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., Salvador, 1996. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1996.

Pino, F.A. Estimativa subjetiva de safras agrícolas. **Informações Econômicas**. São Paulo: v. 31, n. 6, 2001.

Informação ÚNICA. São Paulo: União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (UNICA), ano 6, n. 52, mar/abr. 2003.

APÊNDICE A

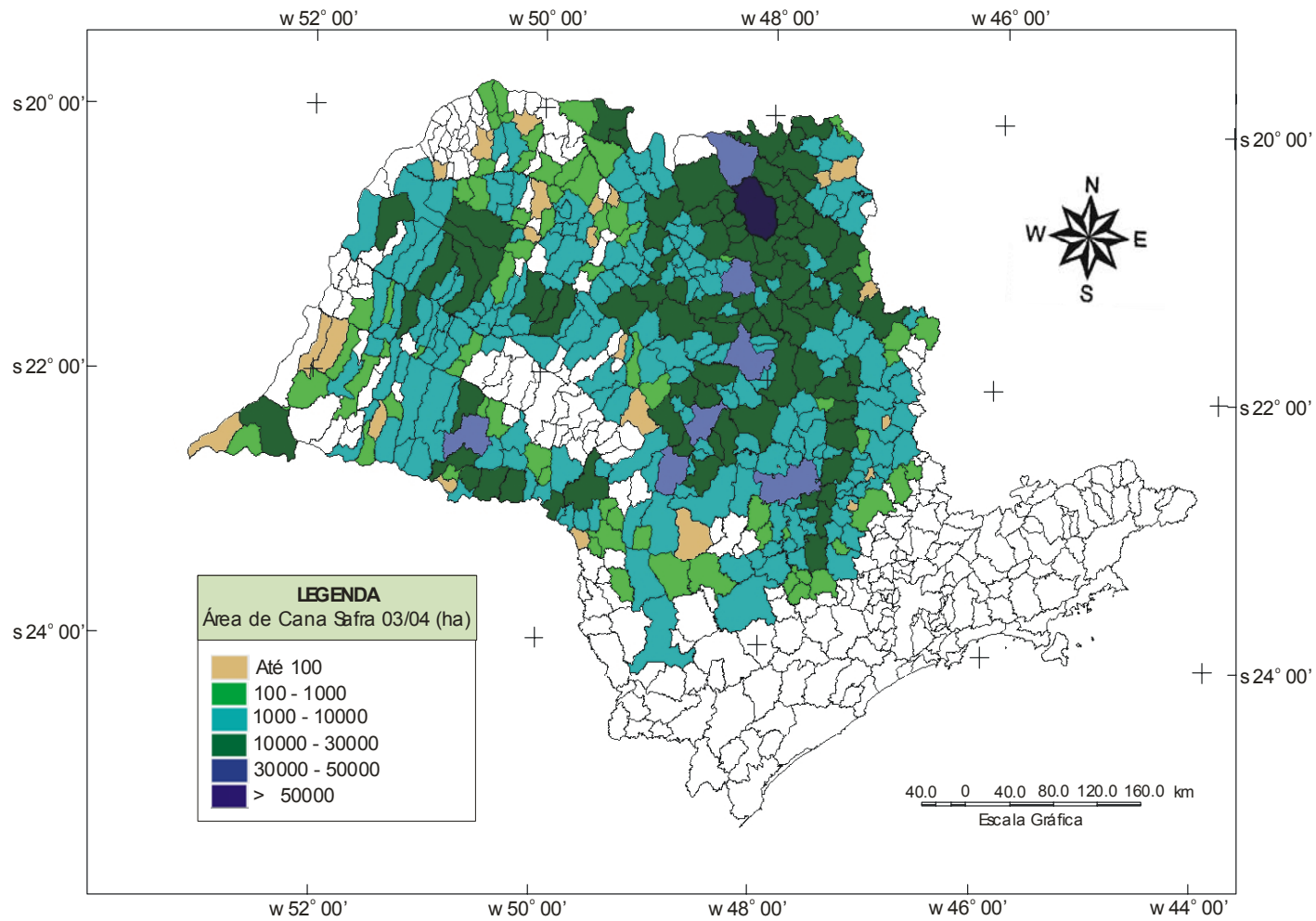


FIGURA A1 – Densidade de área de cana safra 2003/2004 por município no Estado de São Paulo.

APÊNDICE B

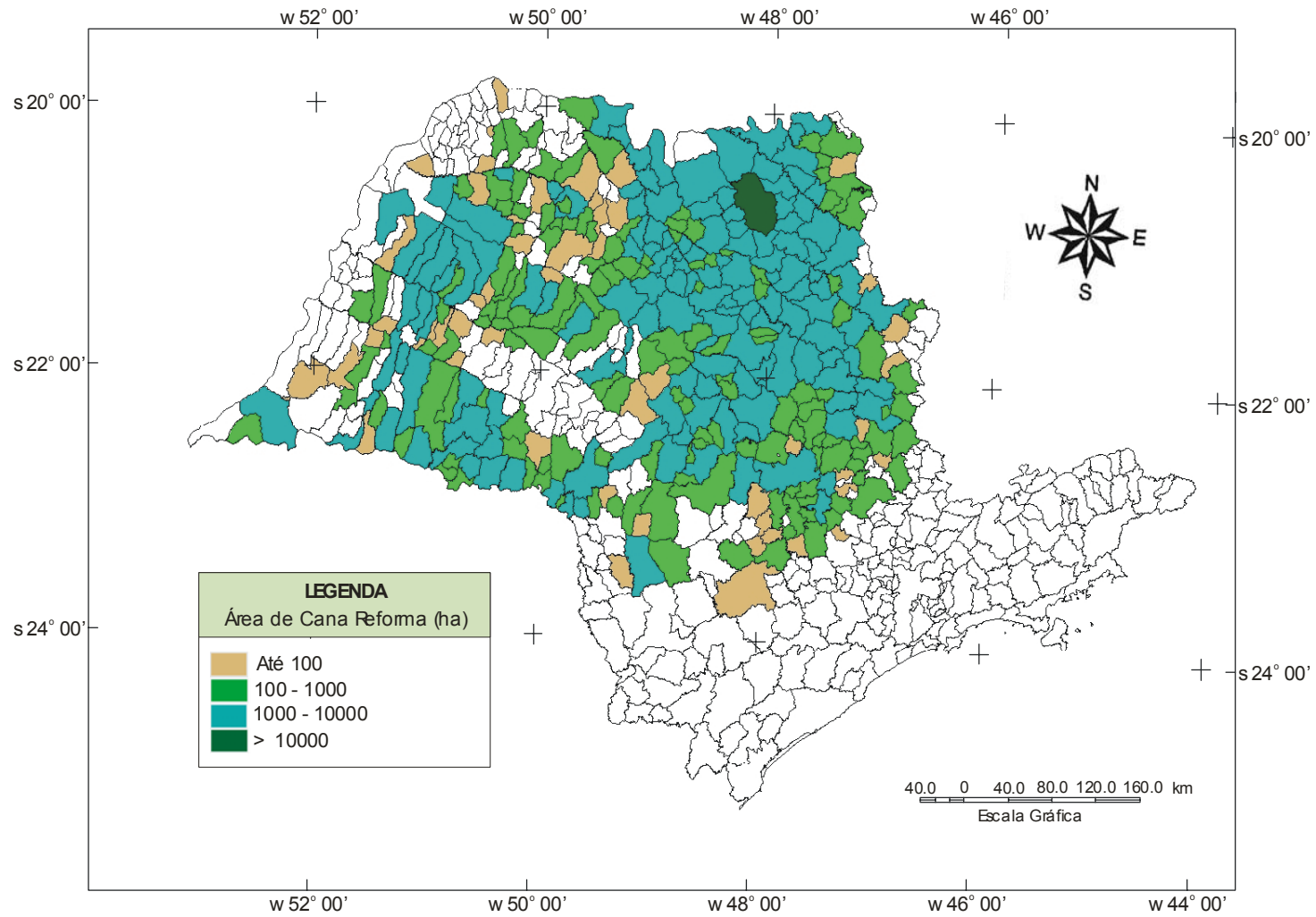


FIGURA A2 – Densidade de área de cana reforma, destinada para a safra 2004/2005, por município no Estado de São Paulo.

APÊNDICE C

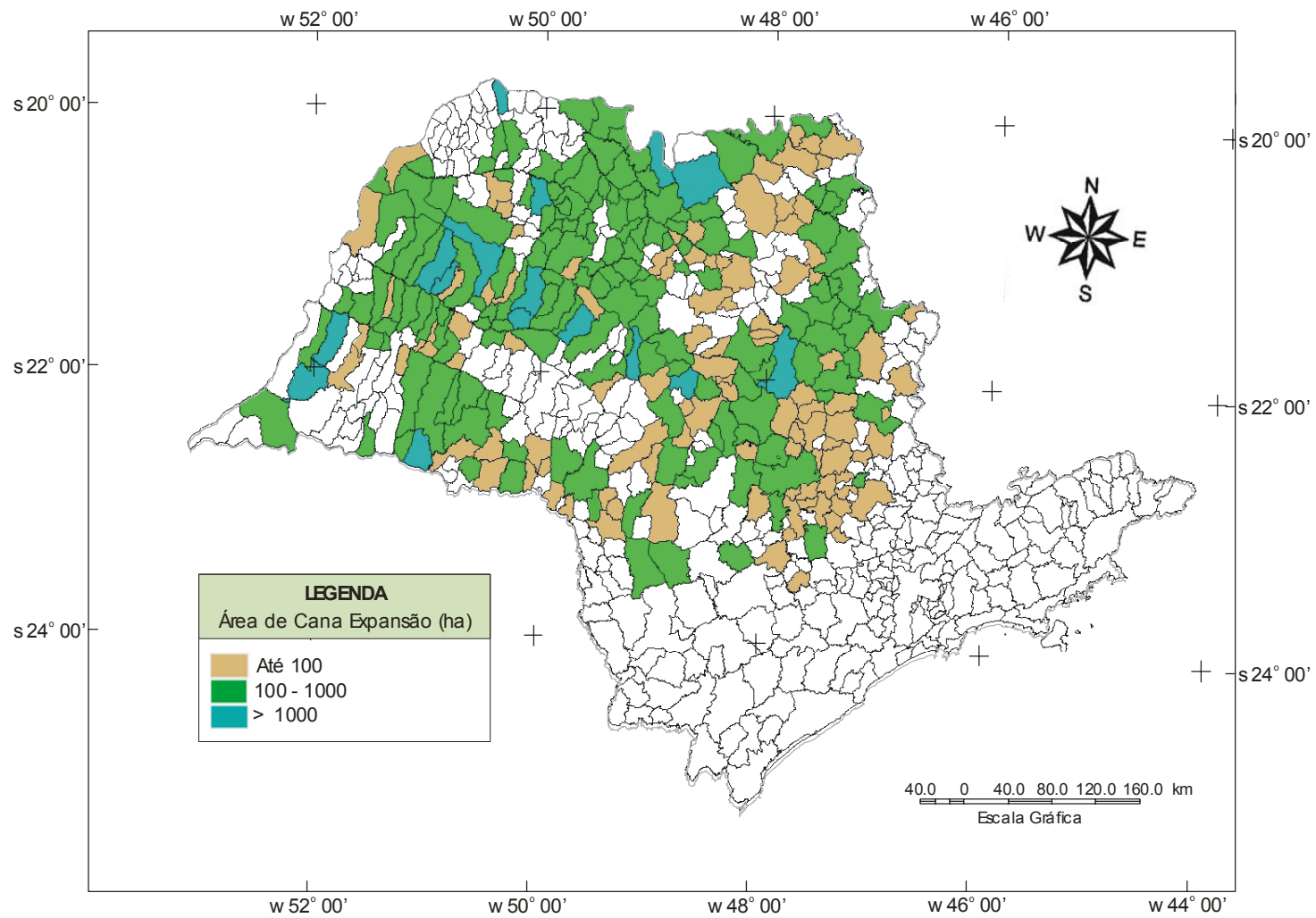


FIGURA A3 – Densidade de área de cana expansão, destinada para a safra 2004/2005, por município no Estado de São Paulo.

APÊNDICE D

ÁREA DE CANA PARA: CANA SAFRA 2003/2004, CANA REFORMA E CANA EXPANSÃO; E PORCENTAGEM DE CANA TOTAL EM RELAÇÃO À ÁREA DO MUNICÍPIO E DO ESCRITÓRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL

EDR	Área de cana-de-açúcar (ha)			Área do EDR com cana (%)
	Cana Safra ³ / ₄	Cana Reforma	Cana Expansão	
Andradina	61.516	9.087	6.561	10
Araçatuba	99.008	12.084	8.825	19
Araraquara	176.209	35.305	3.267	32
Assis	133.412	30.938	2.407	25
Avaré	18.691	2.571	1.257	3
Barretos	199.625	38.336	9.754	29
Bauru	45.312	7.044	2.376	8
Botucatu	49.735	8.193	1.180	10
Bragança Paulista	1.486	188	0	0,4
Campinas	17.377	1.897	257	5
Catanduva	140.406	35.301	3.860	37
Dracena	29.680	4.345	3.985	8
Fernandópolis	9.823	1.395	1.637	4
Franca	70.476	10.388	1.333	15
General Salgado	43.260	7.719	5.706	9
Guaratinguetá	0	0	0	0
Itapetininga	15.463	707	807	2
Itapeva	1.109	0	0	0,1
Jaboticabal	159.924	29.242	1.619	38
Jales	591	84	321	0,3
Jaú	201.812	25.929	4.214	42
Limeira	108.246	14.432	788	25
Lins	35.388	6.768	3.855	8
Marília	0	0	0	0
Moji das Cruzes	0	0	0	0
Moji-Mirim	28.185	3.323	255	11
Orlândia	246.738	42.348	756	48
Ourinhos	58.657	7.727	567	13
Pindamonhangaba	0	0	0	0
Piracicaba	134.288	9.613	1.627	33
Guaratinguetá	0	0	0	0
Presidente Prudente	44.231	9.157	3.050	6
Presidente Venceslau	14.588	3.135	3.069	2
Registro	0	0	0	0
Ribeirão Preto	250.555	47.113	3.203	43
São João da Boa Vista	62.842	8.085	2.007	12
São José do Rio Preto	43.819	10.887	9.327	9
São Paulo	0	0	0	0
Sorocaba	22.761	612	316	3
Tupã	20.434	2.861	1.858	7
Votuporanga	25.690	4.462	1.942	8
Estado	2.571.337	431.276	91.986	12

APÊNDICE E

ÁREA DE CANA SAFRA 2003/2004, CANA REFORMA, CANA EXPANSÃO E PORCENTAGEM DE CANA TOTAL EM RELAÇÃO À ÁREA DE CADA MUNICÍPIO E DO ESCRITÓRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Município	EDR	Área de cana-de-açúcar (ha)			Área do município ocupada por cana (%)
		Cana Safra 03/04	Cana Reforma	Cana Expansão	
Adamantina	Dracena	8.131	2.191	488	26
Adolfo	São José do Rio Preto	0	0	462	2
Aguai	São João da Boa Vista	6.081	1.164	0	15
Agudos	Bauru	3.802	1.201	66	5
Altair	Barretos	6.358	1.335	221	25
Altinópolis	Franca	13.166	1.464	301	16
Alto Alegre	Araçatuba	2.549	618	1.248	14
Americana	Piracicaba	2.228	93	62	18
Américo Brasiliense	Araraquara	7.336	578	15	64
Amparo	Bragança Paulista	901	188	0	2
Analândia	Limeira	1.015	380	80	5
Andradina	Andradina	11.428	1.508	443	14
Angatuba	Itapetininga	187	0	0	0
Anhembi	Botucatu	2.553	1.045	211	5
Anhumas	Presidente Prudente	26	124	0	0
Aparecida d'Oeste	Jales	68	0	0	0
Araçatuba	Araçatuba	14.471	2.800	2.420	17
Araçoiaba da Serra	Sorocaba	136	0	23	1
Aramina	Orlândia	11.263	1.573	19	63
Arandu	Avaré	219	18	0	1
Araraquara	Araraquara	31.093	7.853	320	39
Araras	Limeira	26.127	2.765	45	45
Arco-Íris	Tupã	1.204	99	296	6
Arealva	Bauru	951	66	18	2
Areiópolis	Botucatu	5.319	737	0	70
Ariranha	Catanduva	7.298	1.711	211	69
Artur Nogueira	Moji-Mirim	1.630	153	12	10
Assis	Assis	8.148	2.363	36	23
Auriflama	General Salgado	161	53	0	0
Avai	Bauru	1.446	236	0	3
Avanhandava	Araçatuba	12.023	1.437	985	42
Avaré	Avaré	5.533	586	16	5
Bálsamo	São José do Rio Preto	71	51	132	2
Barbosa	Araçatuba	2.524	37	388	14
Bariri	Jaú	12.761	1.210	1.242	35
Barra Bonita	Jaú	8.772	768	0	64
Barretos	Barretos	18.695	6.170	2.764	18
Barrinha	Ribeirão Preto	10.427	527	0	75

Continua...

APÊNDICE E (continuação)

Bastos	Tupã	356	28	39	2
Batatais	Franca	29.406	4.864	448	41
Bauru	Bauru	9	11	0	0
Bebedouro	Barretos	17.874	4.458	386	33
Bento de Abreu	Andradina	9.309	1.048	1.299	39
Bernardino de Campos	Ourinhos	4.310	595	66	20
Bilac	Araçatuba	1.380	48	17	9
Birigui	Araçatuba	762	290	200	2
Boa Esperança do Sul	Araraquara	17.768	4.033	71	32
Bocaina	Jaú	10.364	1.670	785	35
Boituva	Sorocaba	3.497	44	0	14
Borá	Assis	330	137	238	6
Boracéia	Jaú	5.581	718	0	52
Borborema	Jaboticabal	9.648	1.919	720	22
Borebi	Bauru	4.211	727	83	14
Botucatu	Botucatu	8.079	912	0	6
Braúna	Araçatuba	4.531	287	204	26
Brodowski	Ribeirão Preto	9.482	2.088	76	42
Brotas	Jaú	13.987	2.223	364	15
Buritama	General Salgado	288	49	0	1
Buritizal	Orlândia	6.891	662	6	28
Caconde	São João da Boa Vista	189	0	0	0
Cafelândia	Lins	3.242	752	171	5
Caiabu	Presidente Prudente	4.122	1.190	23	21
Caiuá	Presidente Venceslau	58	0	149	0
Cajobi	Barretos	3.677	589	431	27
Cajuru	Ribeirão Preto	10.910	1.317	841	20
Campinas	Campinas	558	601	21	1
Campos Novos Paulista	Assis	533	86	40	1
Cândido Mota	Assis	11.544	2.705	32	24
Cândido Rodrigues	Jaboticabal	1.386	300	0	24
Canitar	Ourinhos	3.074	514	0	63
Capela do Alto	Sorocaba	215	0	0	1
Capivari	Piracicaba	17.107	2.138	6	60
Casa Branca	São João da Boa Vista	9.731	532	9	12
Cássia dos Coqueiros	Ribeirão Preto	15	48	0	0
Castilho	Andradina	1.705	1	100	2
Catanduva	Catanduva	11.690	2.768	32	50
Catiguá	Catanduva	9.311	1.189	0	72
Cedral	São José do Rio Preto	674	149	616	7
Cerqueira César	Avaré	1.043	186	294	3
Cerquillo	Piracicaba	2.267	140	4	19
Cesário Lange	Itapetininga	3.864	54	0	21
Charqueada	Piracicaba	7.641	93	10	44
Chavantes	Ourinhos	8.921	1.546	19	56
Clementina	Araçatuba	2.680	366	150	19
Colina	Barretos	15.213	2.615	438	43
Conchal	Moji-Mirim	506	99	0	3

Continua...

APÊNDICE E (continuação)

Conchas	Botucatu	308	90	13	1
Cordeirópolis	Limeira	5.872	811	38	49
Coroados	Araçatuba	1.459	350	67	8
Corumbataí	Limeira	1.176	648	39	7
Cosmópolis	Moji-Mirim	5.197	445	0	36
Cosmorama	Votuporanga	312	155	298	2
Cravinhos	Ribeirão Preto	16.248	3.291	0	63
Cristais Paulista	Franca	15	14	0	0
Cruzália	Assis	446	212	0	4
Descalvado	Araraquara	14.401	2.784	680	24
Dobrada	Jaboticabal	10.771	1.429	0	81
Dois Córregos	Jaú	29.159	2.430	442	51
Dourado	Araraquara	4.204	601	73	24
Dracena	Dracena	473	201	380	2
Dumont	Ribeirão Preto	6.484	2.333	0	80
Echaporã	Assis	3.650	848	0	9
Elias Fausto	Campinas	6.776	290	9	35
Elisiário	Catanduva	4.073	682	0	51
Embaúba	Barretos	1.612	258	90	23
Emilianópolis	Presidente Prudente	1.245	52	442	8
Engenheiro Coelho	Moji-Mirim	1.229	206	0	13
Espírito Santo do Pinhal	São João da Boa Vista	1.055	920	0	5
Espírito Santo do Turvo	Ourinhos	1.962	104	0	11
Estiva Gerbi	Moji-Mirim	26	134	43	3
Estrela d'Oeste	Fernandópolis	1.985	449	239	9
Euclides da Cunha Paulista	Presidente Venceslau	965	248	0	2
Fernando Prestes	Jaboticabal	3.346	1.548	0	29
Fernandópolis	Fernandópolis	5.311	779	393	12
Flora Rica	Dracena	1.373	8	223	7
Floreal	General Salgado	0	0	103	1
Flórida Paulista	Dracena	14.456	1.762	200	31
Florínia	Assis	5.783	600	0	28
Franca	Franca	2.793	216	196	5
Gabriel Monteiro	Araçatuba	1.558	35	185	13
Gastão Vidigal	General Salgado	181	151	0	2
Gavião Peixoto	Araraquara	5.134	713	23	24
General Salgado	General Salgado	5.168	509	86	12
Getulina	Lins	3.066	526	271	6
Glicério	Araçatuba	3.338	178	609	15
Guaiçara	Lins	3.172	934	302	16
Guaira	Barretos	31.969	4.587	182	29
Guapiaçu	São José do Rio Preto	7.312	1.421	614	29
Guará	Orlândia	16.072	1.409	0	48
Guaraçai	Andradina	1.020	6	358	2
Guaraci	Barretos	5.473	1.307	3.959	17
Guarani d'Oeste	Fernandópolis	156	0	0	2
Guararapes	Araçatuba	21.395	1.842	594	25
Guareí	Itapetininga	1.677	171	747	5

Continua...

APÊNDICE E (continuação)

Guariba	Jaboticabal	19.115	3.041	0	82
Guatapar	Ribeirão Preto	17.743	4.124	0	53
Guzolndia	General Salgado	491	112	0	2
Holambra	Moji-Mirim	24	0	0	0
Hortolândia	Campinas	18	0	0	0
Iacanga	Bauru	3.820	436	391	8
Iacri	Tupã	664	0	0	2
Ibaté	Araraquara	9.177	2.350	231	41
Ibirá	Catanduva	3.872	1.212	250	20
Ibirarema	Assis	5.783	665	41	28
Ibitinga	Jaboticabal	5.509	733	521	10
Icm	São José do Rio Preto	7.055	4.100	521	32
Iep	Presidente Prudente	5.263	1.237	1.157	13
Igarau do Tietê	Jaú	6.304	924	0	75
Igarapava	Orlândia	15.017	2.222	329	38
Ilha Solteira	Andradina	0	0	39	0
Indaiaatuba	Campinas	1.863	0	0	6
Inbia Paulista	Tupã	1.306	53	7	16
Ipaussu	Ourinhos	9.632	1.157	0	52
Iperó	Sorocaba	409	0	0	2
Ipeúna	Limeira	4.467	301	69	25
Ipiga	São José do Rio Preto	17	0	327	3
Ipuã	Orlândia	16.505	4.356	17	45
Iracempolis	Limeira	7.004	295	27	63
Irapu	Catanduva	2.577	858	386	15
Irapuru	Dracena	226	0	20	1
Ita	Avaré	9.903	1.100	636	10
Itajobi	Catanduva	14.551	3.652	179	37
Itaju	Jaú	3.023	521	375	17
Itapetininga	Itapetininga	3.163	67	0	2
Itapeva	Itapeva	1.109	0	0	1
Itapira	Moji-Mirim	5.124	273	0	10
Itápolis	Jaboticabal	18.035	2.142	0	20
Itapu	Jaú	8.547	593	26	66
Itapura	Andradina	0	0	785	3
Itirapina	Limeira	4.459	275	30	8
Itobi	São João da Boa Vista	969	0	0	7
Itu	Sorocaba	1.066	0	0	2
Ituverava	Orlândia	17.622	2.656	36	29
Jaborandi	Barretos	14.368	2.086	0	60
Jaboticabal	Jaboticabal	45.805	7.970	58	76
Jaci	São José do Rio Preto	11	190	256	3
Jaguariúna	Moji-Mirim	1.967	0	0	14
Jales	Jales	46	0	0	0
Jardinópolis	Ribeirão Preto	26.595	4.862	0	62
Jaú	Jaú	39.581	4.440	82	64
Jeriquara	Franca	2.275	186	81	18
João Ramalho	Presidente Prudente	1.913	477	322	7

Continua...

APÊNDICE E (continuação)

José Bonifácio	São José do Rio Preto	1.645	73	409	2
Jumirim	Piracicaba	410	0	0	7
Junqueirópolis	Dracena	3.201	183	937	7
Laranjal Paulista	Botucatu	4.763	369	200	14
Lavínia	Andradina	5.407	1.656	458	14
Leme	Limeira	11.803	2.593	3	36
Lençóis Paulista	Jaú	33.930	6.029	134	50
Limeira	Limeira	11.660	859	48	22
Lins	Lins	7.318	2.483	1.555	20
Lourdes	General Salgado	1.690	206	53	17
Lucélia	Tupã	5.303	1.548	140	22
Luís Antônio	Ribeirão Preto	19.927	5.299	146	42
Luiziânia	Araçatuba	1.170	425	228	11
Lutécia	Assis	755	1.835	332	6
Macatuba	Jaú	13.960	2.479	4	73
Macaubal	General Salgado	404	111	304	3
Magda	General Salgado	1.171	112	0	4
Manduri	Avaré	597	201	81	4
Marabá Paulista	Presidente Venceslau	920	41	1.376	3
Maracaí	Assis	12.987	2.686	67	30
Marapoama	Catanduva	4.088	661	201	44
Martinópolis	Presidente Prudente	5.733	1.193	422	6
Matão	Araraquara	11.435	2.242	0	26
Mendonça	São José do Rio Preto	782	226	203	6
Meridiano	Fernandópolis	601	0	0	3
Miguelópolis	Orlândia	15.030	1.661	261	21
Mineiros do Tietê	Jaú	10.628	913	126	55
Mirandópolis	Andradina	4.961	1.139	619	7
Mirassol	São José do Rio Preto	609	75	0	3
Mirassolândia	São José do Rio Preto	0	0	680	4
Mococa	São João da Boa Vista	10.164	1.931	843	15
Mogi Guaçu	Moji-Mirim	4.818	1.316	185	8
Moji-Mirim	Moji-Mirim	5.478	601	15	12
Mombuca	Piracicaba	7.564	427	30	60
Monte Alto	Jaboticabal	6.091	1.540	143	22
Monte Aprazível	São José do Rio Preto	6.462	1.076	734	17
Monte Azul Paulista	Barretos	3.474	748	54	16
Monte Mor	Campinas	4.122	697	32	20
Morro Agudo	Orlândia	83.488	12.397	22	69
Motuca	Araraquara	13.609	1.211	0	65
Nantes	Presidente Prudente	4.541	267	226	18
Narandiba	Presidente Prudente	574	15	148	2
Neves Paulista	São José do Rio Preto	1.863	223	689	12
Nhandeara	General Salgado	73	29	2.228	5
Nipoã	São José do Rio Preto	1.687	435	716	21
Nova Aliança	São José do Rio Preto	0	60	0	0
Nova Castilho	General Salgado	1.119	236	15	7
Nova Europa	Araraquara	4.703	1.002	0	35

Continua...

APÊNDICE E (continuação)

Nova Granada	São José do Rio Preto	2.536	46	407	6
Nova Luzitânia	General Salgado	496	52	0	7
Nova Odessa	Piracicaba	1.415	0	0	19
Novais	Catanduva	4.324	1.618	149	52
Novo Horizonte	Catanduva	24.728	4.515	553	32
Nuporanga	Orlândia	15.494	2.635	8	52
Óleo	Ourinhos	324	23	60	2
Olímpia	Barretos	19.163	2.831	875	28
Onda Verde	São José do Rio Preto	5.809	1.712	181	32
Orindiúva	Votuporanga	10.588	1.482	250	50
Orlândia	Orlândia	14.404	3.541	24	61
Osvaldo Cruz	Tupã	1.264	4	610	8
Ourinhos	Ourinhos	10.147	1.017	10	38
Ouro Verde	Dracena	0	0	953	4
Ouroeste	Fernandópolis	399	58	1.005	5
Pacaembu	Dracena	1.820	0	784	8
Palestina	São José do Rio Preto	917	420	977	3
Palmares Paulista	Catanduva	4.583	1.328	0	72
Palmital	Assis	10.413	1.861	197	23
Paraguaçu Paulista	Assis	36.522	8.412	567	45
Paraíso	Catanduva	4.554	1.293	190	39
Paranapanema	Avaré	900	413	230	2
Parapuã	Tupã	5.429	239	318	16
Patrocínio Paulista	Franca	3.722	723	0	7
Paulínia	Campinas	1.677	298	191	16
Paulo de Faria	Votuporanga	13.595	2.496	770	23
Pederneiras	Bauru	29.523	3.912	742	47
Pedranópolis	Fernandópolis	428	109	0	2
Pedregulho	Franca	2.092	123	17	3
Pedrinhas Paulista	Assis	59	200	0	2
Penápolis	Araçatuba	17.568	2.844	1.169	30
Pereira Barreto	Andradina	1.067	0	275	1
Pereiras	Botucatu	141	41	0	1
Piacatu	Araçatuba	3.564	0	0	15
Pindorama	Catanduva	7.996	2.046	95	55
Piquerobi	Presidente Venceslau	187	0	0	0
Piracicaba	Piracicaba	37.457	2.922	981	30
Piraju	Ourinhos	980	0	40	2
Pirajuí	Lins	4.104	1.062	507	7
Pirangi	Barretos	5.784	1.435	71	34
Pirapozinho	Presidente Prudente	1.438	1.011	0	5
Pirassununga	Limeira	15.311	2.965	127	25
Pitangueiras	Barretos	26.309	4.703	103	72
Planalto	General Salgado	2.648	343	563	12
Platina	Assis	3.816	532	437	15
Poloni	São José do Rio Preto	1.297	440	337	15
Pontal	Ribeirão Preto	23.020	4.059	0	76
Pontalinda	Jales	414	60	321	4

Continua...

APÊNDICE E (continuação)

Populina	Fernandópolis	762	0	0	2
Porto Feliz	Sorocaba	16.291	525	198	31
Porto Ferreira	Limeira	4.597	1.274	91	24
Potirendaba	São José do Rio Preto	1.176	120	644	6
Pracinha	Tupã	283	21	100	6
Pradópolis	Ribeirão Preto	9.963	531	0	63
Pratânia	Botucatu	3.383	480	632	25
Presidente Alves	Bauru	1.049	455	12	5
Presidente Bernardes	Presidente Prudente	461	120	0	1
Presidente Prudente	Presidente Prudente	6.077	1.653	0	14
Presidente Venceslau	Presidente Venceslau	23	0	1.088	1
Promissão	Lins	12.365	856	971	18
Quadra	Itapetininga	1.198	34	0	6
Quatá	Assis	16.813	4.717	310	33
Queiroz	Tupã	0	122	43	1
Rafard	Piracicaba	7.057	496	0	57
Rancharia	Presidente Prudente	8.404	571	134	6
Regente Feijó	Presidente Prudente	255	0	0	1
Reginópolis	Bauru	501	0	1.064	4
Restinga	Franca	7.656	852	157	35
Ribeirão Bonito	Araraquara	9.006	1.953	356	24
Ribeirão Corrente	Franca	51	194	0	2
Ribeirão do Sul	Ourinhos	602	103	10	4
Ribeirão dos Índios	Presidente Venceslau	0	0	72	0
Ribeirão Preto	Ribeirão Preto	25.314	5.267	5	47
Rifaina	Franca	151	0	0	1
Rincão	Araraquara	12.972	3.673	47	53
Rinópolis	Tupã	1.156	73	58	4
Rio Claro	Limeira	8.499	455	80	18
Rio das Pedras	Piracicaba	13.358	350	53	61
Riolândia	Votuporanga	997	165	104	2
Rosana	Presidente Venceslau	17	0	0	0
Rubiácea	Araçatuba	4.657	243	78	21
Sabino	Lins	2.073	155	78	7
Sagres	Tupã	1.156	127	96	9
Sales	Catanduva	1.469	661	223	8
Sales Oliveira	Orlândia	15.844	2.788	34	61
Salmourão	Tupã	2.313	547	151	17
Saltinho	Piracicaba	3.010	292	14	33
Salto	Sorocaba	790	43	95	7
Salto Grande	Ourinhos	2.086	236	0	12
Santa Adélia	Catanduva	13.125	6.012	0	58
Santa Bárbara d'Oeste	Piracicaba	14.861	1.287	53	60
Santa Cruz da Conceição	Limeira	953	189	111	8
Santa Cruz da Esperança	Ribeirão Preto	3.074	916	196	28
Santa Cruz das Palmeiras	São João da Boa Vista	12.525	1.398	212	48
Santa Cruz do Rio Pardo	Ourinhos	14.436	2.013	246	15
Santa Ernestina	Jaboticabal	9.427	1.121	24	78

Continua...

APÊNDICE E (continuação)

Santa Gertrudes	Limeira	5.303	622	0	61
Santa Lúcia	Araraquara	8.745	995	39	64
Santa Maria da Serra	Piracicaba	4.596	367	52	20
Santa Rita do Passa Quatro	Ribeirão Preto	9.606	1.780	692	16
Santa Rosa de Viterbo	Ribeirão Preto	6.169	515	312	24
Santo Anastácio	Presidente Venceslau	1.240	72	87	3
Continua...					
Santo Antônio da Alegria	Franca	154	0	0	0
Santo Antônio de Posse	Moji-Mirim	2.186	96	0	15
Santo Antônio do Aracanguá	General Salgado	17.308	1.989	557	15
Santo Expedito	Presidente Prudente	212	157	176	6
Santópolis do Aguapeí	Araçatuba	3.379	284	283	31
São Carlos	Araraquara	19.280	4.161	1.302	22
São João da Boa Vista	São João da Boa Vista	5.031	393	87	11
São João de Iracema	General Salgado	3.668	1.098	191	28
São Joaquim da Barra	Orlândia	19.108	6.448	0	62
São José da Bela Vista	Franca	8.995	1.752	133	39
São José do Rio Pardo	São João da Boa Vista	436	30	0	1
São José do Rio Preto	São José do Rio Preto	318	17	119	1
São Manuel	Botucatu	25.183	4.519	124	46
São Pedro	Piracicaba	6.032	488	294	11
São Pedro do Turvo	Ourinhos	1.953	419	116	3
São Simão	Ribeirão Preto	12.760	3.673	612	28
Sarutaiá	Ourinhos	192	0	0	1
Sebastianópolis do Sul	General Salgado	238	1.355	625	13
Serra Azul	Ribeirão Preto	10.836	2.372	309	48
Serra Negra	Bragança Paulista	585	0	0	3
Serrana	Ribeirão Preto	6.765	1.100	14	63
Sertãozinho	Ribeirão Preto	25.217	3.011	0	70
Severínia	Barretos	2.148	504	180	20
Sorocaba	Sorocaba	357	0	0	1
Sud Mennucci	General Salgado	6.474	1.201	408	14
Sumaré	Campinas	2.363	11	4	16
Suzanópolis	Andradina	3.156	87	677	12
Tabapuã	Catanduva	10.564	2.472	207	38
Tabatinga	Araraquara	4.186	622	79	13
Taciba	Presidente Prudente	3.967	1.090	0	8
Taiaçu	Jaboticabal	2.408	473	66	28
Taiúva	Jaboticabal	5.697	1.259	34	53
Tambaú	São João da Boa Vista	9.682	1.257	823	21
Tanabi	São José do Rio Preto	494	53	262	1
Tapiratiba	São João da Boa Vista	2.142	392	33	12
Taquaral	Barretos	972	123	0	20
Taquaritinga	Jaboticabal	19.056	5.236	53	41
Taquarituba	Avaré	496	67	0	1
Tarumã	Assis	15.830	3.079	110	63
Tatuí	Itapetininga	5.374	381	60	11
Teodoro Sampaio	Presidente Venceslau	11.178	2.774	297	9

Continua...

APÊNDICE E (continuação)

Terra Roxa	Barretos	13.580	2.012	0	71
Tietê	Piracicaba	9.285	520	68	25
Timburi	Ourinhos	38	0	0	0
Torrinha	Jaú	5.215	1.011	634	22
Trabiju	Araraquara	3.160	534	31	59
Turiúba	General Salgado	28	0	0	0
Turmalina	Fernandópolis	178	0	0	1
Ubarana	São José do Rio Preto	3.084	0	41	15
Uchoa	Catanduva	4.371	1.713	324	25
União Paulista	General Salgado	1.654	113	382	27
Uru	Lins	47	0	0	0
Urupês	Catanduva	7.232	910	860	28
Valparaíso	Andradina	23.463	3.642	1.508	33
Vargem Grande do Sul	São João da Boa Vista	4.836	68	0	18
Viradouro	Barretos	12.956	2.575	0	71
Vista Alegre do Alto	Jaboticabal	3.630	531	0	44
Vitória Brasil	Jales	63	24	0	2
Votuporanga	Votuporanga	198	163	520	2
Zacarias	General Salgado	0	0	191	1
Estado		2.571.337	431.276	91.986	12,48