



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2013/09.03.18.29-TDI

DINÂMICA ESPACIAL DA CITRICULTURA NO ESTADO DE SÃO PAULO NO PERÍODO DE 2007 A 2012

Felipe das Neves Fávoro

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, orientada pelo Dr. Maurício Alves Moreira, aprovada em 27 de setembro de 2013.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3EPDLKE>>

INPE
São José dos Campos
2013

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE (RE/DIR-204):

Presidente:

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Membros:

Dr. Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr^a Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

Dr. Germano de Souza Kienbaum - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

Dr. Manoel Alonso Gan - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr^a Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr. Plínio Carlos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Maria Tereza Smith de Brito - Serviço de Informação e Documentação (SID)

André Luis Dias Fernandes - Serviço de Informação e Documentação (SID)



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2013/09.03.18.29-TDI

DINÂMICA ESPACIAL DA CITRICULTURA NO ESTADO DE SÃO PAULO NO PERÍODO DE 2007 A 2012

Felipe das Neves Fávoro

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, orientada pelo Dr. Maurício Alves Moreira, aprovada em 27 de setembro de 2013.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3EPDLKE>>

INPE
São José dos Campos
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Fávaro, Felipe das Neves.

F277d Dinâmica espacial da citricultura no Estado de São Paulo no período de 2007 a 2012 / Felipe das Neves Fávaro. – São José dos Campos : INPE, 2013.

xxii + 89 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m19/2013/09.03.18.29-TDI)

Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2013.

Orientador : Dr. Maurício Alves Moreira.

1. sensoriamento remoto. 2. agricultura. 3. citricultura.
I.Título.

CDU 528.8:634.3(815.6)



Esta obra foi licenciada sob uma Licença [Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/).

Aprovado (a) pela Banca Examinadora
em cumprimento ao requisito exigido para
obtenção do Título de **Mestre** em
Sensoriamento Remoto

Dr. Flávio Jorge Ponzoni




Presidente / INPE / SJC Campos - SP

Dr. Maurício Alves Moreira



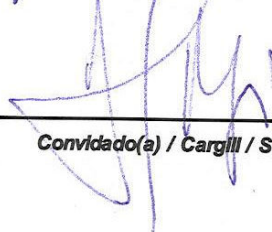
Orientador(a) / INPE / SJC Campos - SP

Dr. André de Lima



Membro da Banca / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. José Luis Rodriguez Yi



Convidado(a) / Cargill / São Paulo - SP

Este trabalho foi aprovado por:

maioria simples

unanimidade

Aluno (a): **Felipe das Neves Fávaro**

São José dos Campos, 27 de Setembro de 2013

Querer a verdade é confessar-se incapaz de a criar.
Friedrich Nietzsche

Os eruditos são aqueles que leram nos livros; mas os pensadores, os gênios, os iluminadores do mundo e os promotores do gênero humano são aqueles que leram diretamente no livro do mundo.
Arthur Schopenhauer

Dedico a minha mãe e a meu pai (in
memoriam) que sempre incentivaram o
estudo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Maurício Alves Moreira pela oportunidade, orientação, confiança e amizade.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelos recursos financeiros para realização dessa pesquisa.

Ao INPE pela estrutura cedida à realização do trabalho, assim como os professores pelos conhecimentos transmitidos e aos servidores pelos nobres gestos que tornam esse instituto mais acolhedor. Ao Reginaldo Britto da Silva, grande motorista, por toda ajuda durante o trabalho de campo.

Agradeço a toda minha família em especial a minha mãe, que sempre me acompanhou mesmo à distancia, pelos incentivos e esforços em prol de meus estudos. Ao meu irmão Plínio, por sempre ter sido um exemplo pra mim. A minha namorada Anatieli pelo companheirismo e compreensão.

Aos meus amigos da república Samambaia com os quais eu tive a honra de dividir o mesmo teto por dois anos: Clayton Borges da Silva, Igor Peregrino da Silva Sena, Pedro José Farias Fernandes e Luiz Felipe Almeida Furtado pelas horas de estudo juntos, principalmente durante as disciplinas, pelas dezenas de centenas de rangos compartilhados e pelos altos papos. A toda turma PGSER 2011 em especial aos brothers Jonas de Assis Cinquini e Otavio Cristiano Montanher, assim como as meninas Annia Susin Streher, Catarina Marques Cecílio e Juliana Silveira dos Santos. A toda galera do Ltid que sempre ajudou de alguma forma.

Aos meus amigos de graduação em geografia da UEL pelos incentivos de continuar os estudos, Lindberg Nascimento Júnior, Vinicius Carmello, Douglas Ambiel Barros Gil Duarte e a toda fabulosa Banda "B".

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho fosse executado.

RESUMO

O Brasil é líder mundial do sistema agroindustrial cítrica e, o Estado de São Paulo é o maior produtor de cítrus da federação. No entanto, o sistema de produção cítrica no estado passa por uma renovação quanto à localização geográfica. Em outras palavras, há um consenso entre os meios de comunicação de que a citricultura no Estado de São Paulo está migrando das regiões tradicionalmente produtoras para outras regiões onde há menor risco de infestação de doenças e o custo das terras é mais atraente. Diante desse pressuposto a presente pesquisa teve o objetivo analisar a dinâmica espacial de áreas cítricas no Estado de São Paulo por meio de dados de Sensoriamento Remoto. A metodologia empregada pode ser dividida basicamente em duas etapas i) Geração de um mapa de cítrus do ano de 2012 para todo estado ii) Análise da citricultura por meio de inferência geográfica com distintas fontes de dados. Como resultados pode concluir que: a área cítrica mapeada com base nas imagens de 2012, foi de 485.442 hectares, com exatidão Global de 0,90 e Kappa de 0,81. Os resultados sugerem que os pomares cítricos migraram das tradicionais regiões produtoras (Campinas e Central) para as regiões administrativas de Sorocaba, Bauru, e Marília. Pôde-se verificar que o segundo maior motivo da retração de área cultivada foi a disputa por terra com a cana-de-açúcar, perdendo apenas para as infestações por doenças fitossanitárias. Cerca de 54% do solo utilizado pela atividade cítrica é do tipo Latossolo, seguido em 45% pelo Argissolo. Em relação a declividade a maior parte da área cultivada, cerca de 64%, encontra-se em áreas com declividade entre 6-8% e 24% com declividade entre 8-20%.

SPATIAL DYNAMICS OF CITRICULTURE IN THE STATE OF SÃO PAULO IN THE PERIOD OF 2007 AND 2012

ABSTRACT

Brazil is the world leader in citrus agribusiness system, and the State of São Paulo is the largest producer of citrus in the federation. However, the system of citrus production in the state is going through a renovation concerning the geographic location. In other words, there is a consensus among the media that the citrus in São Paulo is migrating from traditional producing regions to other regions where there is less risk of infestation by diseases and the cost of land is more attractive. Given this assumption the present study aimed to analyze the spatial dynamics of citrus areas in the state of São Paulo using remote sensing data. The methodology can be divided basically into two steps i) Generation of a map of citrus from the year 2012 to all state ii) Analysis of citrus through inference with distinct geographic data sources. It can be concluded that: The mapped citrus area, based on images of 2012, was 485,442 hectares, global accuracy 0.90 and kappa 0.81. The results suggest that citrus orchards migrated from traditional producing regions (Central and Campinas) to the administrative regions of Sorocaba, Bauru and Marília. It was verified that the second major cause of shrinkage of cultivated area was the planting of cane sugar, and the major cause was phytosanitary disease infestations. About 54% of the soil used for the activity of citrus is dystrophic, followed by 45% of Ultisol. Regarding the slope, the greater part of the cultivated area, about 64%, has slope gradient between 6-8%, and 24% of the cultivated area has 8-20% of slope gradient

LISTA DE FIGURAS

| | <u>Pág.</u> |
|---|-------------|
| Figura 2.1 - Mapa de localização das regiões de maior concentração de pomares no Estado de São Paulo. | 6 |
| Figura 2.2 - Média dos valores da terra nua nas regiões administrativas do estado entre 1996 e 2012 | 9 |
| Figura 2.3 - Porcentual de talhões afetados pelo <i>greening</i> em 2012..... | 10 |
| Figura 2.4 - Divisão do estado no cinturão citrícola. | 11 |
| Figura 3.1 - Localização da área de estudo. | 19 |
| Figura 3.2 - Comparativo entre as Órbita/Ponto das imagens do sensor LISS-3 e do sensor TM necessárias para cobrir o Estado de São Paulo..... | 22 |
| Figura 3.3. Mapa das áreas citrícolas do estado de São Paulo em 2007. | 23 |
| Figura 3.4. Mapa de solos do estado de São Paulo | 23 |
| Figura 3.5 - Fluxograma geral do trabalho..... | 24 |
| Figura 3.6 - Fluxograma da primeira etapa da pesquisa..... | 25 |
| Figura 3.7 - Imagem Liss-3/ResourceSat-1 composição 3R4G2B, área (a) exemplificando o mapeamento de 2007 (hachuras) sobreposto à imagem 2012, e embaixo (b) o mapeamento atualizado. | 28 |
| Figura 3.8 - Imagem Liss-3/ResourceSat-1 de 2012, composição 3R4G2B, área (a) sem cítrus no mapa de 2007 e com cítrus no mapa 2012 (b). | 29 |
| Figura 3.9 - Mapa para mostrar o caminhamento e o posicionamento dos 1.121 Pontoscoletados durante o campo. | 30 |
| Figura 3.10 - Fluxograma para mostrar a metodologia adotada na segunda etapa da pesquisa..... | 31 31 |
| Figura 4.1 - Diferença da reflectância espectral em talhões de cítrus, relacionado com a idade da planta. | 33 |

| | |
|---|----|
| Figura 4.2 - áreas de cítrus com diferentes reflectâncias espectrais, relacionado com a idade das plantas. Laranjal com idade de 10 anos (talhão em verde) e com 3 anos de idade (Talhão em amarelo)..... | 34 |
| Figura 4.3 - Imagem do sensor Liss3, na composição R3G4B2, para mostrar diferentes reflectâncias espectrais observados para a cultura do cítrus..... | 35 |
| Figura 4.4 - Área mapeada como cítrus em 2012..... | 37 |
| Figura 4.5 - Porcentual da produção em cada Região Administrativa no ano de 2012. .. | 38 |
| Figura 4.6 - Total da produção por Região Administrativa no ano de 2012..... | 38 |
| Figura 4.7 - Distribuição em porcentagem da citricultura por Regiões Administrativa para o ano de 2007..... | 39 |
| Figura 4.8 - Área ocupada pela atividade citrícola em cada Região Administrativa no ano de 2007..... | 40 |
| Figura 4.9 - Áreas de produção citrícola na região de Sorocaba..... | 42 |
| Figura 4.10 - Áreas de produção citrícola na região Central..... | 43 |
| Figura 4.11 - Áreas de produção na região de Rio Preto..... | 44 |
| Figura 4.12. Mapa coroplético com a porcentagem de cada município em relação ao total da área ocupada no estado em 2012..... | 46 |
| Figura 4.13 - Área de produção dentro do cinturão citrícola Paulista..... | 47 |
| Figura 4.14 - Região Norte do cinturão citrícola..... | 48 |
| Figura 4.15 - Porcentual de área em cada uma das cinco regiões do cinturão citrícola. .. | 49 |
| Figura 4.16 - Total de hectares em cada região do cinturão citrícola..... | 49 |
| Figura 4.17 - Imagem do sensor Liss3 composição RGB342, destaque de área ocupada com seringueira (em amarelo e verde) e uma foto de campo..... | 51 |
| Figura 4.18 - Exemplo de uso intensivo da terra com cítrus e Cana-de-açúcar em 2012. 53 | |
| Figura 4.19 – área de Cana-de-açúcar em 2012 que era cítrus em 2007..... | 54 |
| Figura 4.20 – Área em hectares de cana-de-açúcar em 2012 que era cítrus em 2007..... | 54 |
| Figura 4.21 – Exemplo de área ocupada por cítrus em 2007 que passou a ser cana-de-açúcar em 2012..... | 55 |

| | |
|--|----|
| Figura 4.22 - Porcentagem de crescimento de cana-de-açúcar por região administrativa. | 56 |
| Figura 4.23 - Porcentual de solos utilizados para a atividade citrícola, realizado com base no mapa de solos de Oliveira (1999). | 57 |
| Figura 4.24 - Diferentes tipos de solo utilizados pela citricultura. | 58 |
| Figura 4.25 - Área de cítrus em diferentes declividades. | 59 |
| Figura 4.26 – Exemplo de áreas citrícolas em diferentes classes de relevo. | 60 |
| Figura A.1- Área de produção na Região de Araçatuba | 69 |
| Figura A.2- Áreas de produção na região de Barretos. | 70 |
| Figura A.3- Área de produção na Região de campinas. | 71 |
| Figura A.4- Área de produção na Região de Bauru. | 72 |
| Figura A.5- Área de produção na Região de Marília | 73 |
| Figura A.6- Área de produção na Região de Ribeirão Preto | 74 |
| Figura A.7- Área de produção na Região de Franca. | 75 |
| Figura A.8- Área de produção na Região de Presidente Prudente. | 76 |
| Figura B.1- Área de produção na Região Noroeste | 77 |
| Figura B.2- Área de produção na Região Central. | 78 |
| Figura B.3- Áreas de produção na região Castelo | 79 |
| Figura B.4- Área de Produção na região Sul | 80 |

LISTA DE TABELAS

| | <u>Pág.</u> |
|---|-------------|
| Tabela 2.1 Unidades extratoras do Estado de São Paulo. | 12 |
| Tabela 3.1 - Órbita/Ponto e Data das imagens LISS-3/ResourceSat-1 utilizadas no mapeamento do cítrus no estado de São Paulo. | 26 |
| Tabela 3.2 - Níveis de declividade e classes de relevo. | 32 |
| Tabela 4.1 Diferença de área cultivada entre 2007 e 2012. | 40 |
| Tabela 4.2. Matriz de confusão com base nos pontos coletados em campo. | 50 |
| Tabela 4.3. Comparativo entre área interpretada e estimada pelo IEA. | 52 |
| Tabela 4.4. Comparativo de área ocupada por cana-de-açúcar 2007 e 2012. | 56 |
| Tabela 4.5. Comparativo de área ocupada pelos diferentes tipos de solo em 2007 e 2012. | 58 |
| Tabela 4.6 - Níveis de declividade e classes de relevo. | 59 |
| Tabela 4.7. Comparativo de área ocupada pelas diferentes classes de relevo em 2007 e 2012. | 60 |
| Tabela A.1 – Área ocupada por cítrus em cada município. | 81 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Objetivo Geral | 3 |
| 1.2. Objetivos Específicos | 4 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 5 |
| 2.1. Breve histórico das culturas cítricas no Estado de São Paulo | 5 |
| 2.2 Mudanças Geográficas da citricultura | 7 |
| 2.3. Aspectos gerais das culturas citrícolas | 12 |
| 2.4. Sensoriamento remoto aplicado às culturas citrícolas..... | 14 |
| 2.5 Avaliações da qualidade do mapeamento..... | 17 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 19 |
| 3.1. Área de Estudo | 19 |
| 3.2 Material..... | 21 |
| 3.2.1. Dados..... | 21 |
| 3.2.2 Recursos | 24 |
| 3.3. Métodos | 24 |
| 3.3.1. Etapa 1: Mapeamento das lavouras de cítrus para todo Estado de São Paulo..... | 24 |
| 3.3.2. Confiabilidade do mapeamento | 30 |
| 3.3.2 Etapa 2: Caracterização e Análise de áreas citrícolas do Estado de São Paulo..... | 31 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 33 |
| 4.1. Mapeamento das lavouras de cítrus..... | 33 |
| 4.2. Espacialização da citricultura no Estado de São Paulo | 36 |
| 4.3. Exatidão do mapeamento | 50 |
| 4.3.1 Avaliação da qualidade do mapeamento em campo..... | 50 |
| 4.3.2. Avaliação da qualidade do mapeamento com base em dados oficiais..... | 51 |

| | |
|---|-----------|
| 4.4. Segunda Etapa - Análise espectro-temporal do cítrus | 52 |
| 4.4.1 Cana-de-açúcar VS cítrus | 52 |
| 4.4.2 Tipos de solos vs Cítrus..... | 56 |
| 4.4.3 Declividade vs Cítrus | 58 |
| 5.CONCLUSÃO | 61 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 63 |
| APÊNDICE A – MAPAS DE CITRICULTURA POR REGIÃO ADMINISTRATIVA | 69 |
| APÊNDICE B – MAPAS DE CITRICULTURA POR REGIÃO DO CINTURÃO CITRÍCOLA..... | 77 |
| APÊNDICE C - PRODUÇÃO POR MUNICÍPIO | 81 |

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio, entendido como o conjunto de negócios relacionados à agricultura e pecuária dentro do ponto de vista econômico, é responsável por mais de 22% do PIB do Brasil atualmente e por valor semelhante das exportações totais do país (BRASIL, 2013). Nesse cenário, encontra-se o sistema agroindustrial citrícola que, segundo Azevedo (2007), possui área plantada de cerca de um milhão de hectares (considerando laranja, limão e tangerina) e produção superior a 475 milhões de caixas, a maior no mundo há alguns anos. Na safra de 2012, somente o Estado de São Paulo foi responsável por 76,3% da área ocupada por cítrus no país (ZAFALON, 2013).

O sistema agroindustrial citrícola movimentava R\$ 9 bilhões por ano e gera mais de 400 mil empregos diretos e indiretos em todo o território nacional (NEVES, et al., 2007). Ainda segundo os autores, o Brasil é responsável por 40% da produção mundial de laranja e 60% da produção mundial de suco de laranja, o que o torna líder mundial no segmento. Desta forma o Estado de São Paulo juntamente com o Estado da Flórida – EUA dominam a oferta mundial de suco de laranja. O país arrecada em exportação de suco de laranja o equivalente a R\$ 2,0 bilhões, e é responsável pela fatia de 80% do produto disponível no mercado mundial.

Todos esses números expressivos traduzem a grande importância econômica e social que a atividade citrícola tem para a economia do país. Assim, torna-se evidente que o Estado de São Paulo é beneficiado com o avanço da citricultura, e com a arrecadação de impostos e divisas. A produção de cítrus, portanto, vem contribuir como elemento de sustentabilidade e competitividade para o agronegócio, e permitir, além do aumento da qualidade dos frutos, a possibilidade de abertura de novos nichos de mercado e a exportação dos mesmos (AZEVEDO, 2007).

Porém estatísticas oficiais sobre a área plantada e a produção de cítrus, que são divulgadas anualmente pelos órgãos oficiais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), o Instituto de Economia Agrícola (IEA) entre

outros, são em sua maioria feitas de forma subjetivas. Dessa forma esses dados não permitem associar erro a esses indicadores o que dificulta aferir a exatidão dessa informação (ADAMI, 2005). Para ASN (2004) e Sanches et al. (2005), no Brasil há carência de metodologias objetivas para monitorar áreas citrícolas e fornecer informações confiáveis para tomada de decisões rápidas e abrangentes, de forma a auxiliar a manutenção desta exploração em níveis internacionalmente competitivos.

Neves et al. (2007) acreditam que a presença de doenças como a morte súbita dos citros (MSC) e clorose variegada (CVC), são as principais causas que tem gerado o deslocamento geográfico da citricultura das regiões norte e centro do estado para a sudoeste. Assim, pode-se a princípio relacionar os Escritórios de Desenvolvimento Rural de Avaré, Bauru, Botucatu, Jaú, Mogi-Mirim e ainda Ourinhos, onde a citricultura mostra-se em expansão (número de pés), em contraposição ao arrefecimento de novos plantios em São José do Rio Preto, Jales, Lins e São João da Boa Vista. Além dos problemas relacionados com doenças fitossanitárias, outro fator que estimula essa mudança geográfica do citros é o preço das terras nesta região (NEVES et al., 2010). Embora seja de conhecimento de que esta havendo a migração da citricultura para a região sudoeste do estado, não se tem conhecimento da espacialização das lavouras e, tão pouco, informação mais objetiva da área plantada nesta região.

Além disso a cultura da Cana-de-açúcar teve um grande aumento de sua área nos últimos anos passando de pouco mais de três milhões de hectares na safra 2002/2003 para cinco milhões e meio de hectares na safra 2012/2013. E esse grande aumento sem dúvidas acirrou ainda mais a disputa por terras no estado.

O conhecimento da dinâmica (área de expansão ou erradicada) é de suma importância no planejamento pelos órgãos públicos, na provisão de infraestrutura do escoamento da produção, assim como também para as empresas privadas responsáveis em disponibilizarem insumos e máquinas para a produção de cítrus. Para se ter uma noção, as concessionárias de

rodovias arrecadam mais de US\$ 14 milhões ao ano com o sistema agroindustrial citrícola, além disso o sistema é responsável pelo consumo de cerca de US\$ 140 milhões por ano em defensivos, US\$ 80 milhões em fertilizantes, e outros US\$ 70 milhões em tratores e máquinas (NEVES, et al. 2007).

Nesse sentido, o sensoriamento remoto orbital tem-se mostrado ferramenta que permite espacializar o uso e ocupação do solo, inclusive áreas agrícolas, dentre elas a citricultura (Moreira et al., 2009). Como as imagens de satélites de média resolução espacial apresentam, além de outras, três características importantes, ou seja, caráter multiespectral, visão sinóptica e repetitividade, elas permitem realizar o mapeamento e o monitoramento de grandes áreas (FREITAS FILHO; MEDEIROS, 1993; EIPHANIO et al., 2002). Além da espacialização das lavouras de cítrus é possível caracterizar seu sistema de produção ao introduzir informações de declividade, obtidas a partir dos dados da missão de radar “*Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*” e do tipo de solo. E dessa forma verificar se há mudanças de área cultivada dentro das classes de relevo e de tipos de solo.

Portanto, a hipótese desta pesquisa é de que a citricultura do Estado de São Paulo tem passado por uma migração das tradicionais áreas produtoras ao norte e centro do estado para a região sudoeste, e que através de dados de sensoriamento remoto é possível de evidenciar essa dinâmica, bem como conhecer as características das regiões produtoras.

1.1. Objetivo Geral

Comprovar e avaliar a dinâmica espaço-temporal de áreas citrícolas no Estado de São Paulo com base no mapeamento de cítrus do ano de 2012, em relação ao mapeamento realizado no ano de 2007, ambos gerados por meio de dados de Sensoriamento Remoto.

1.2. Objetivos Específicos

- i) Verificar quais áreas passaram de cítrus para cana-de-açúcar no período estudado.
- ii) Em relação ao mapa de cítrus do ano de 2007, verificar se houve migração da produção, e em qual direção geográfica ocorreu esta migração.
- iii) Determinar a declividade média das lavouras de cítrus no Estado de São Paulo em 2012, assim como caracterizar o tipo de solo utilizado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Breve histórico das culturas cítricas no Estado de São Paulo

A partir do século XX, a citricultura começa a se desenvolver no centro-sul do Brasil, principalmente devido à concentração populacional nesta região, o que garantia na época seu consumo. Essas frutas se adaptaram bem e passaram a possuir boa qualidade, o que possibilitou a partir de 1920, principalmente na região de Limeira- SP, iniciar as exportações para a Argentina (NEVES, 1995). Em 1930 já se exportava, pelo porto de Santos, cerca de meio milhão de caixas de laranja. A pesquisa no setor toma então impulso com a criação das Estações Experimentais do Instituto Agrônomo de Campinas-SP (IAC) e em Viçosa - MG (NEVES, 1995).

O período de 1930 a 1939 é considerado, por muitos, como a "primeira fase áurea da citricultura", pois a produção e exportação aumentaram com intensidade, chegando a atingir 5 milhões de caixas no ano de 1939 (MOREIRA; MOREIRA, 1991). Os autores afirmam ainda que esta primeira fase áurea foi encerrada por dois fatores: primeiro, pela grande guerra mundial, que freou o comércio entre os países, o segundo o surgimento de uma doença denominada "tristeza", que dizimou 80% das lavouras de cítrus nacionais.

No entanto, graças ao dinamismo da pesquisa brasileira, com reconhecimento internacional, o Brasil ampliou mais uma vez a produção, porém em 1957 um novo desastre surgiu. Tratava-se do cancro cítrico, que resultou na eliminação de mais de 300 mil árvores nas regiões afetadas (NEVES, 1995). Segundo ainda o autor, o cancro cítrico acarretou grandes prejuízos aos citricultores das regiões afetadas, por causa disso, a citricultura comercial se restringiu às regiões à direita do rio Tietê, aparentemente isentas da doença.

A partir dos anos de 1960 a produção começou a ganhar grande impulso na região do município de Bebedouro (SP), onde o clima e o solo favoreciam cultivo do cítrus. Além disso, seguia os trilhos da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, das rodovias Anhanguera (Limeira-Araras) e Washington

Luiz (Araraquara e Bebedouro) (COVRE, 1989; NEVES, 1995), conforme mostrado no mapa da Figura 2.1.



Figura 2.1 - Mapa de localização das regiões de maior concentração de pomares no Estado de São Paulo.

Fonte: Covre, 1989.

A partir da década de 1970, a citricultura se expande de forma espantosa e a centralização da produção na mão de poucas empresas começou a ser mais expressiva nos anos que se seguiram. Desta maneira no Estado de São Paulo a safra de 1993/94 foi de, aproximadamente, 275 milhões de caixas, em cerca de 146,5 milhões de árvores e uma área plantada de mais de 900 mil hectares (NEVES, 1995). Entretanto, no ano de 1994 ocorre um recorde na produção de laranja no Estado da Flórida. Isso fez a citricultura paulista entrar em crise nos anos seguintes, apesar de um novo recorde de produção em 1997 (428 milhões de caixas) (NEVES et al., 2007).

Tais fatores aliados ao cartel de empresas extratoras, e uma forte estiagem na safra 1999/2000, que assolou os pomares paulistas (NEVES, et al., 2007),

fizeram com que a atividade citrícola no estado tomasse novos rumos e estruturas, agora, com um novo “concorrente” a cana-de-açúcar.

2.2 Mudanças Geográficas da citricultura

Apesar de São Paulo ser o maior produtor nacional de cítrus, é a cultura da cana-de-açúcar a responsável por ocupar a maior área disponível para a agricultura no Estado. Para a colheita de 2003/2004 foram mapeados mais de 2,57 milhões de hectares e mais de 4,45 milhões de hectares na safra 2008/09, o que representa um crescimento de 73% nesse período (AGUIAR, 2009). Segundo Rudorff (2010) a safra 2010/2011 apresentou acréscimo significativo em relação à safra de 2008/09, com área cultivada de 5.303.342 hectares, passando para 5.400.823 ha na safra 2011/2012.

Nesse panorama a citricultura tem perdido espaço para a cana-de-açúcar, que para alguns pesquisadores do setor pode ser visto como benéfico a médio e longo prazo. Neves et al. (2007) defendem a ideia de que essa competitividade por terras estimula os produtores com baixa produtividade citrícola a mudarem de atividade, dando-lhes outra alternativa de rendimento e garantindo uma citricultura mais profissional e vigilante no que diz respeito ao controle de pragas e doenças.

No entanto essa competitividade tem trazido algumas mudanças na agricultura paulista. Por exemplo, segundo dados fornecidos pelo Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo (IEA) representados na Figura 2.2 pode-se notar que a partir do ano de 2000 houve uma disparada do preço da terra em algumas regiões do estado. Os valores das terras nas regiões administrativas de Registro e Marília tiveram crescimento muito inferior ao observado nas regiões de Campinas e Ribeirão Preto, regiões tipicamente citrícolas nas décadas de 1990.

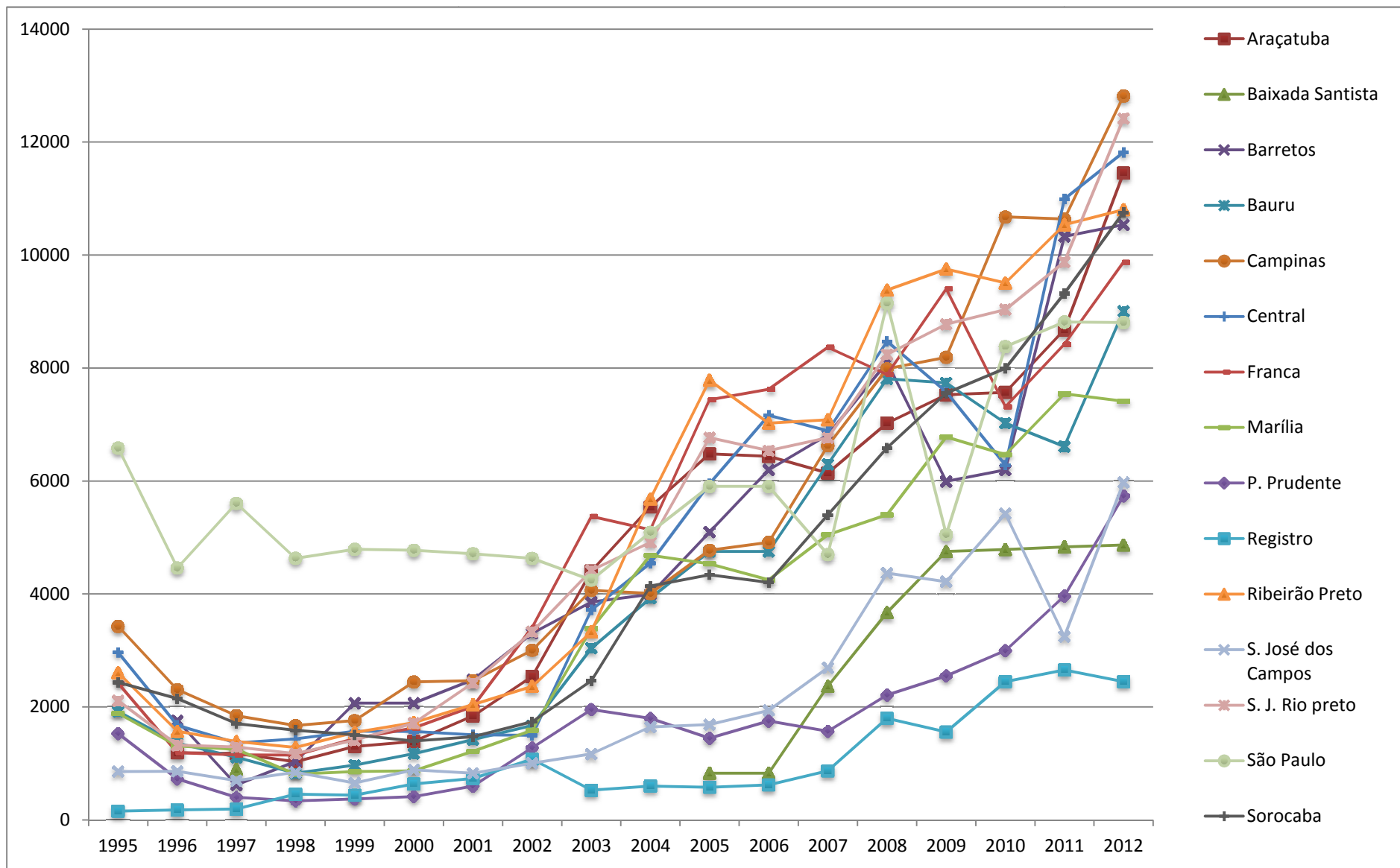


Figura 2.2 - Média dos valores da terra nua nas regiões administrativas do estado entre 1996 e 2012.
 Fonte: IEA (2013^a).

Além disso, segundo o Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecítrus) as doenças fitossanitárias tem se tornado um peso para os produtores de cítrus do estado. As regiões que historicamente possuem grande parte de terras ocupadas pela citricultura, como a região central do estado, registrou em 2012 a doença denominada *greening* em 84,1% dos talhões de seus pomares (Figura 2.3).

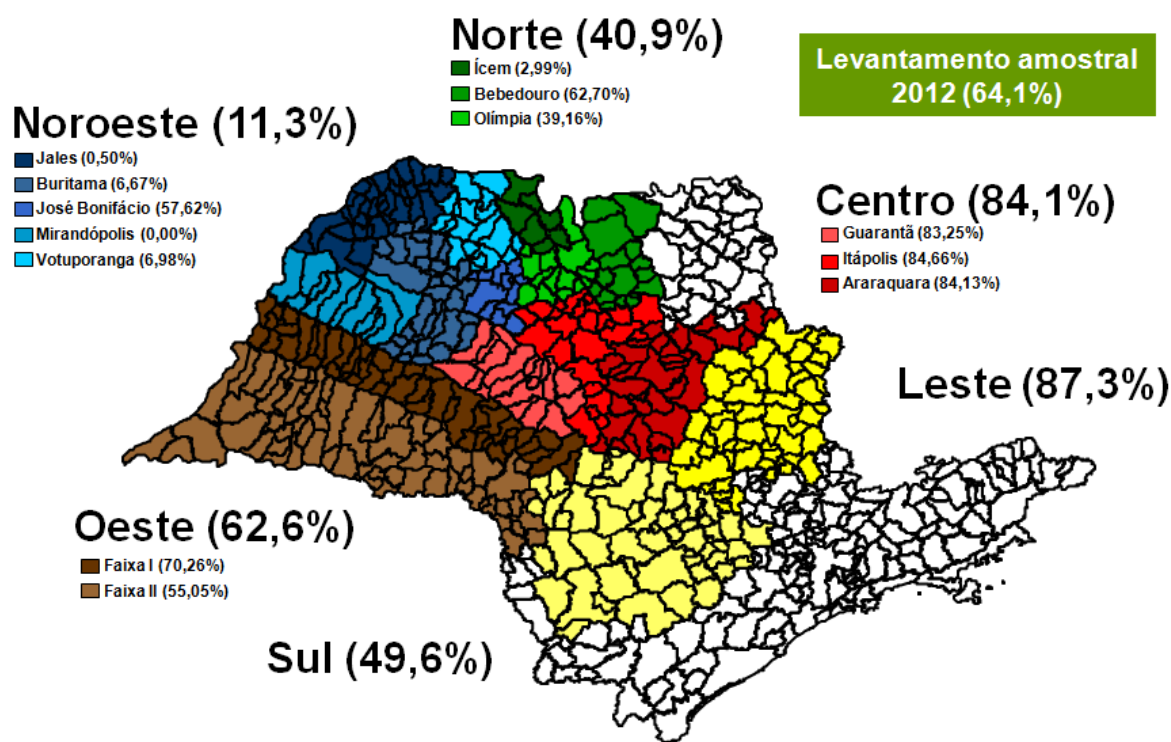


Figura 2.3 - Porcentual de talhões afetados pelo *greening* em 2012. Fonte: Fundecítrus (2012).

Como no Estado de São Paulo mais de 70% da laranja é destinado a indústria (BOTEON, 2013) outro fato preocupante, e ainda pouco estudado, é a relação à quantidade de unidades extratoras de suco de laranja instaladas em cada região. Como pode ser observado ainda na Figura 2.4 em conjunto com a Tabela 2.1, a região denominada castelo possui apenas cinco unidades extratoras pertencentes às indústrias Dreyfus. Isso é preocupante, pois segundo os dados oficiais a região apresenta o maior incremento de área nos últimos anos (NEVES et al., 2007).

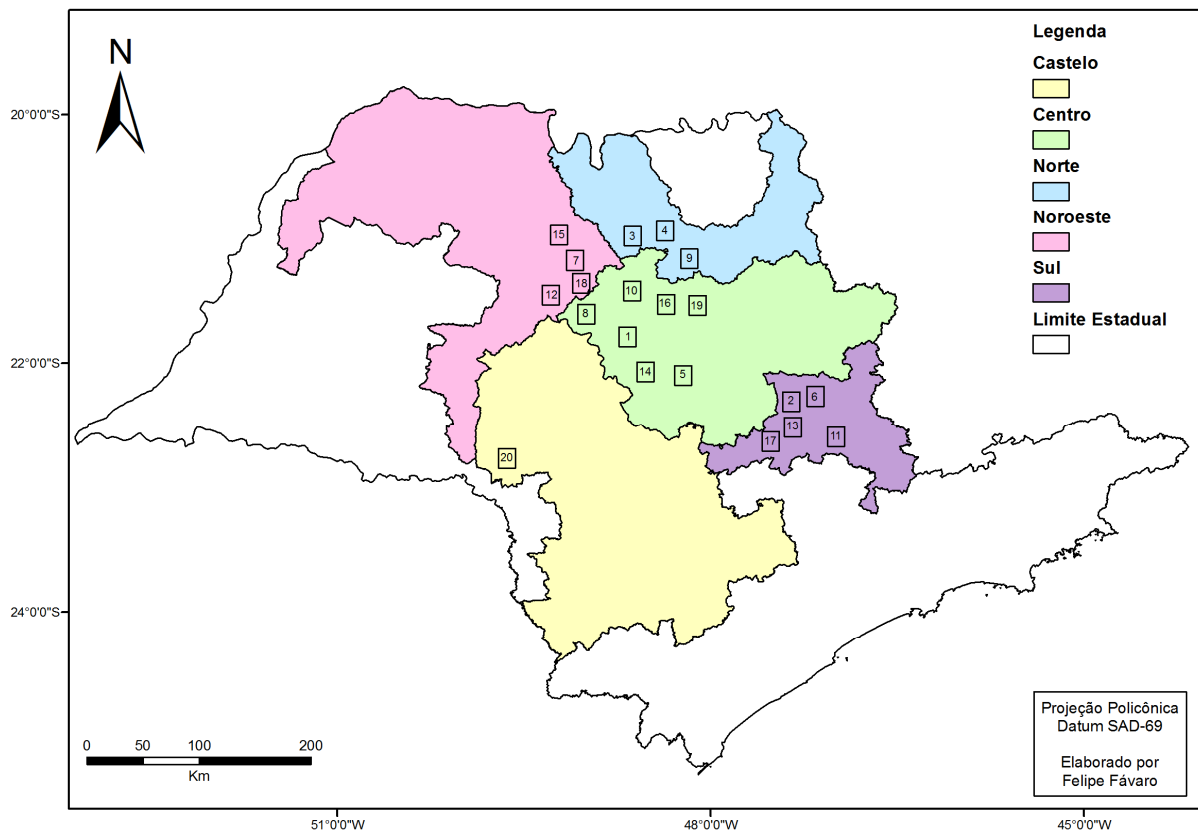


Figura 2.4 - Divisão do estado no cinturão citrícola.

Tabela 2.1 Unidades extratoras do Estado de São Paulo.

| Município | Qtde de extratoras | Indústria | Município | Qtde de extratoras | Indústria |
|----------------|--------------------|-----------|---------------|--------------------|---------------|
| 1 Matão | 180 | Citrosuco | 12 Catanduva | 66 | Citrovita |
| 2 Limeira | 60 | | 13 Araras | 66 | |
| 3 Bebedouro | 72 | | 14 Matão | 56 | |
| 4 Colina | 96 | Cutrale | 15 Mirassol | 24 | Bascitros |
| 5 Araraquara | 84 | | 16 Dobrada | 12 | KB |
| 6 Conchal | 44 | | 17 Rio Claro | 7 | Selial Citros |
| 7 Uchoa | 42 | | 18 Itajobi | 6 | Agromex |
| 8 Itápolis | 24 | | 19 São Carlos | 6 | Hidebrand |
| 9 Bebedouro | 84 | Dreyfus | 20 | 5 | Guacho |
| 10 Matão | 70 | | Santa Cruz | | |
| 11 Eng. Coelho | 60 | | do Rio Pardo | | |

Fonte: Adaptada de Neves et al. (2010).

2.3. Aspectos gerais das culturas citrícolas

Os cítrus compreendem um grande grupo de plantas do gênero *Cítrus* e outros gêneros afins (*Fortunella* e *Poncirus*) ou híbridos da família *Rutaceae*. Originários principalmente das regiões subtropicais e tropicais do sul e sudeste da Ásia, incluindo áreas na Austrália e na África (MATTOS JUNIOR et. al., 2005), são plantas de porte médio que atingem altura aproximada de quatro metros. A copa é densa e possui formato normalmente arredondado.

O clima tem grande influência sobre o vigor e a longevidade das plantas cítricas, bem como qualidade e quantidade de frutos. Os cítrus desenvolvem-se satisfatoriamente em regiões de clima tropical e subtropical, desde que a precipitação pluvial atinja cerca de 1.200 mm anuais, bem distribuída durante o ano (EMBRAPA, 2005). Apesar de sofrer muito com o déficit hídrico, quando irrigado, o rendimento do cítrus é alto, podendo superar três vezes os plantios não irrigados (AZEVEDO, 2007).

Segundo estudos realizados por pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), os frutos produzidos nos climas frios têm melhor coloração externa, bem como relação sólidos/solúveis totais e acidez total mais equilibrada. Sob temperaturas mais altas, os frutos são menos coloridos externamente, com teores mais baixos de acidez, o que resulta em frutos mais doces, porém de paladar mais pobre (EMBRAPA, 2005). A exigência mínima da cultura é de 10 °C, temperaturas ótimas de 20 a 30 °C e máxima de 35 °C (AZEVEDO, 2007).

É interessante notar que as condições climáticas do Brasil permitem o desenvolvimento de uma citricultura tropical, que se estende de próximo ao equador, onde predominam temperaturas mais altas, até as proximidades do paralelo 20° S, próximos ao Rio Grande do Sul, com predominância de um clima mais frio (AZEVEDO, 2007).

Outro fator de intervenção no desenvolvimento das plantas cítricas a ser observado é o solo. Os solos de textura média são os mais indicados, porém as plantas se adaptam em solos mais arenosos ou mais argilosos, desde que os cuidados com a escolha do porta-enxerto e/ou do sistema de irrigação sejam adotados. A profundidade efetiva do solo deve ser de 1,00 a 1,20 m (EMBRAPA, 2005). Azevedo (2007), explica que áreas com solos argilosos e declive maior que 18%, ou com solos arenosos e declive maior que 15% não são adequadas para instalar pomares, pois existe grande risco de ocorrência de erosão e de degradação do solo.

O IEA adota o número de 320 pés por hectare para converter pés de cítrus em área (IEA, 2008). No entanto o adensamento dos pomares pode variar em função de vários aspectos, como os tratos culturais e a topografia. No Estado de São Paulo o principal fator das diferenças de espaçamento entre plantas é em função da idade dos pomares, por isso o próprio instituto admite que esse fator de conversão (320 pés/ha) não corresponde à realidade, pois há aumento expressivo na densidade de plantio do cítrus que pode chegar a 800 pés por hectare (IEA, 2008). Por exemplo, os pomares situados ao norte do estado,

cuja implantação foi na década de 1990, apresentam densidade de aproximadamente 275 pés/há, já nos pomares a sudoeste onde a implantação é datada do começo dos anos 2000, é normal encontrar até 476 pés/ha e em pomares com implantação após 2010 o comum é densidade de aproximadamente 833 pés/ha (NEVES et al., 2010).

Este mesmo problema já havia sido comentado por Caser e Amaro (2004). Estes autores relataram que o aumento da densidade de plantio de citrus é um fator que vem sendo registrado em São Paulo, devido à valorização das terras e a necessidade de maior produtividade por área, ou seja, a maior produtividade por área é mais importante do que a produção por planta. Neves et al. (2007) também defendem essa ideia e afirmam que o correto é analisar a produtividade e custos de produção por hectare, e não mais por árvore, pois a intensificação do uso da terra é fundamental para manter alto retorno sobre o patrimônio. Segundo Caser et. al (2000) esse ponto deve ser considerado quando são feitas comparações, com outras regiões citrícolas.

2.4. Sensoriamento remoto aplicado às culturas citrícolas

Entre as diversas áreas de sensoriamento remoto a agricultura é uma das que se caracteriza pela constante demanda de imagens justificada pelo seu grande dinamismo e escala. Nesse importante setor econômico, encontram-se, também, dificuldades de entendimento de comportamento espectral das culturas agrícolas e aplicação de técnicas já consagradas de sensoriamento remoto.

Dentre os fatores que podem contribuir para a mudança do comportamento espectral de culturas, pode-se citar a espécie plantada, a composição do substrato, a densidade de plantio, idade e o desenvolvimento da cultura, se irrigado ou não irrigado, o espaçamento entre fileiras, a data e o horário de passagem do satélite (COVRE, 1989; SANCHES et al., 2005).

Jackson (1979) argumenta que especialmente culturas plantadas em ruas, podem apresentar diferente reflectância espectral, mesmo em lavouras com

características semelhantes. Isso ocorre devido às diferentes proporções de substrato sombreado e iluminado, e vegetação iluminada e sombreada registrados em cada instantaneous Field of view (IFOV). Posteriormente, Naert (1985) também constatou que o comportamento espectral de culturas com estrutura ordenada (como os cítrus) varia mais em função das estruturas agrárias e dos tratos culturais do que as mudanças vegetativas na cultura. Esta complexidade para análise de culturas ordenadas dificulta sua classificação através de métodos semiautomáticos, os quais, normalmente nesse caso, apresentam resultados com qualidade inferior à necessária para a maioria das aplicações requeridas.

Um estudo na região de Limeira, Estado de São Paulo, Castillo e Formaggio (2005) utilizaram imagens CCD/CBERS para mapear área de cítrus. Os autores avaliaram os resultados de classificação de diversos classificadores e concluíram que o classificador Bhattacharya obteve os melhores resultados. Neste estudo, também avaliaram e destacaram a importância do uso de fotografias aéreas para mapear plantações que ocupam uma pequena área.

Num estudo multitemporal com imagens do sensor Thematic Mapper do Landsat-5 (TM/Landsat-5), Duarte et al. (2001) classificaram e estimaram a área cultivada com cítrus no município de Itápolis (SP), que se encontra em uma região de grande atividade citrícola. Os autores ressaltam a importância do mapeamento através de edição matricial para corrigir os erros de classificação automática.

Além desses trabalhos, outros métodos de mapeamento semiautomático têm sido testados para identificar e mapear pomares de cítrus por meio de imagens de média resolução espacial. Arcoverde et al. (2010) utilizaram árvore de decisão para a classificação de área de cítrus no município de Colombia (SP). Os autores obtiveram erros de omissão e comissão de 37% e 43% respectivamente. Embora promissor, o resultado mostra a inviabilidade do uso desta técnica para mapeamentos que exijam maior confiabilidade e precisão. Apesar de úteis para identificar áreas produtoras de cítrus, os métodos

semiautomáticos de classificação não conseguem atingir um nível de exatidão e precisão que satisfaça a demanda atual. Além de serem usados para níveis experimentais de modo fragmentado.

Trabalhos e projetos envolvendo mapeamentos temáticos de grandes áreas normalmente têm utilizado a interpretação visual em pelo menos uma fase da geração dos seus dados. Como exemplo podemos citar o projeto SOS mata atlântica que mapeia os remanescente de mata atlântica e todo território nacional (HIROTA, 2013) e o Canasat (RUDORFF, 2010) que faz o mapeamento de cana-de-açúcar nos principais estados produtores do país.

É sabido que quaisquer que sejam as imagens obtidas por sensores remotos, independente da resolução ou escala, apresentam elementos básicos de análise e interpretação, das quais se extraem informações de objetos, áreas ou fenômenos (FLORENZANO, 2002).

No sensoriamento remoto aplicado à agricultura, os dados de média resolução espacial, como os do TM/Landsat-5, são os mais amplamente utilizados. Esses dados oferecem ponderação tanto da resolução espacial quanto temporal, de modo a permitir vasta gama de estudos nessa área. Mas a interrupção de funcionamento do TM/Landsat-5 fez com que os pesquisadores de todo mundo buscassem um sensor com características similares, de modo a dar continuidade a seus estudos. No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) elegeu o sensor LISS-3 (Linear Imaging Self Scanning - 3) a bordo do satélite ResourceSat-1 também conhecido como IRS-P6 , para que fosse garantida a continuidade dos estudos. O sensor LISS-3 tem resolução espacial de 23,5 m, quatro bandas espectrais, tempo de revisita de 24 dias e largura de faixa imageada de 141 km, cobrindo parcialmente uma cena do TM/Landsat-5 (SESHADRI et al., 2005).

AGUIAR et al. (2010) utilizaram os dados do sensor LISS-3 para monitoramento de colheita e expansão da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, para substituir as imagens do TM/Landsat-5. Os autores concluíram que

essas imagens foram tão boas quanto as do TM/Landsat-5, para realização dos seus estudos.

Outro dado de grande utilidade são os provenientes do SRTM. Através desses dados, foi possível construir Modelos Digitais de Elevação (MDE). MDE são representações computacionais da superfície terrestre através de uma matriz, em que cada célula, que possui um par de coordenadas planimétricas (x, y), armazena um valor z associado à cota altimétrica (PARADELLA, 2001). Sendo assim, um MDE é uma representação em 3D do relevo, e possui aplicações em Cartografia e Geociências (OLIVEIRA et al., 2009), além de permitir a ortorretificação de imagens de satélite e a extração de variáveis geomorfométricas (como declividade, orientação de encostas e curvaturas vertical e horizontal). O processamento destes dados em ambiente SIG permite ainda caracterizar o estado e o processo do sistema terrestre em uma abordagem especializada (VALERIANO, 2010). Dessa forma é possível entender quais os tipos de relevo são mais utilizados pela citricultura, assim como avaliar no tempo para quais terrenos a citricultura tem seguido.

2.5 Avaliações da qualidade do mapeamento

Após realizar um mapeamento é necessário testar a sua confiabilidade. Porém, é sabido que retratar com fidelidade absoluta qualquer objeto da natureza na forma de um mapa temático é impossível devido aos erros introduzidos nas diversas etapas de sua confecção (MOREIRA, 2011). Por isso, avaliar e comunicar o desvio e a exatidão do mapeamento é imprescindível, caso contrário os mapas podem ter pouco ou nenhuma utilidade para inferência científica (MCROBERTS, 2011).

O mapa temático obtido através da interpretação de imagens de satélites apresenta dois tipos de erros, primeiro relacionado com a identificação correta do alvo e segundo sua delimitação nas imagens. Esses tipos de erros são muito difíceis de serem aferidos com outras informações, uma vez que elas têm

caráter subjetivo, como dito anteriormente. Segundo Congalton e Green (1999), os erros associados a mapeamentos temáticos por meio de imagens de satélite podem ter origem desde a aquisição da imagem pelo satélite até o momento da geração do mapa final.

De acordo com Congalton e Green (1999) citado por Adami (2011), a qualidade de um mapeamento é avaliada por dois parâmetros: a precisão e a exatidão. A precisão se refere à comparação entre a geometria da forma mapeada e a forma do objeto no terreno e, a exatidão, refere-se à comparação entre a classe mapeada e a classe do objeto no terreno.

A exatidão de mapas temáticos tem sido determinada a partir das chamadas matrizes de erros constituídas por igual número de linhas e de colunas e representam o confronto entre o resultado da classificação (visual ou digital) de um mapa temático e a verdade terrestre, ou outra informação considerada como referência. Neste sentido, a estatística Kappa (K) é um método muito utilizado para avaliar a concordância entre a verdade terrestre e o mapa temático, pois o cálculo do coeficiente Kappa inclui todos os elementos da matriz de erro e não somente os elementos da diagonal principal, como no caso da exatidão geral (MOREIRA, 2011).

O tamanho da amostra é outro parâmetro que deve ser levado em consideração quando se pretende estabelecer um esquema de amostragem. Em geral, ele deve ser determinado com base em dois critérios: estatístico e econômico. Do ponto de vista estatístico, a amostra deve ser o suficientemente grande para garantir confiabilidade aos resultados obtidos. Do ponto de vista econômico, ela deve ser de um tamanho tal que não inviabilize a sua utilização.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

Localizado na região sudeste do Brasil, o Estado de São Paulo abrange uma área de 248.196,960 Km² (IBGE, 2010) e está situado entre as coordenadas geográficas 44°W a 54°W e 19°S a 26°S. Neste trabalho, além do limite estadual, também foram adotados os limites das Regiões Administrativas (RA), adotado pelo Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC) para fins de planejamento governamental. O Estado de São Paulo é dividido em quinze RA's, cada uma composta por municípios com similaridades econômicas e sociais, (Figura 3.1) (São Paulo, 2012).

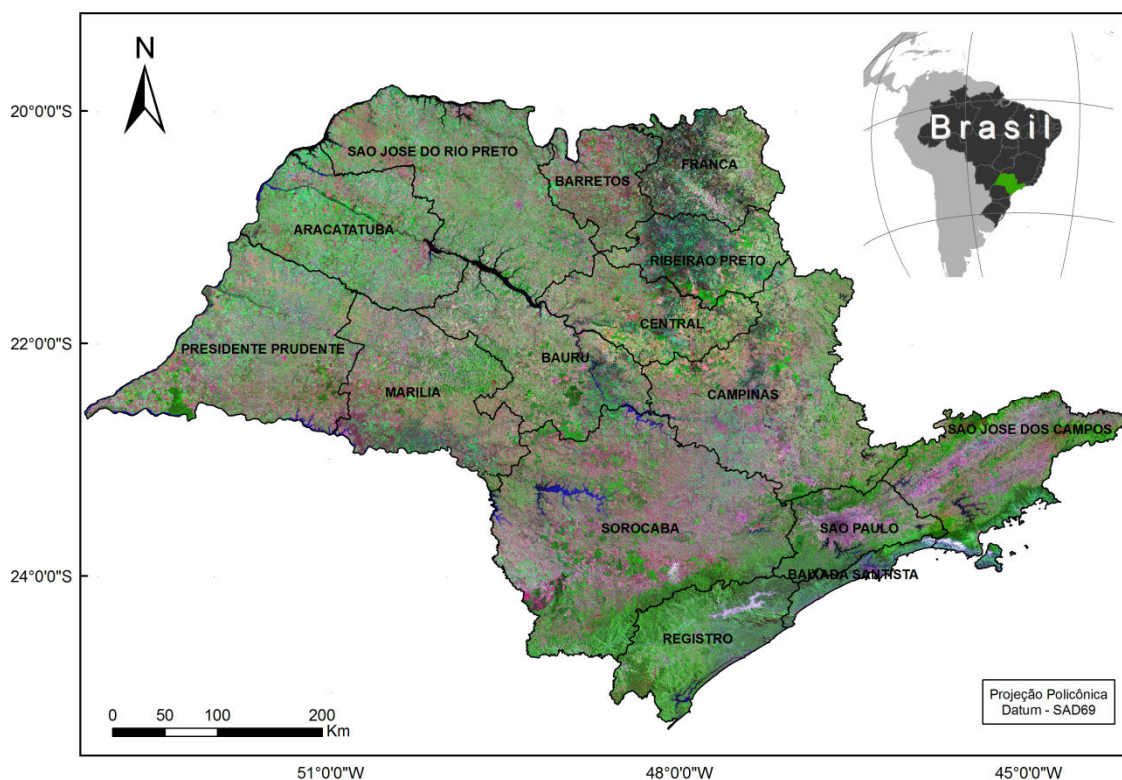


Figura 3.1 - Localização da área de estudo.

Segundo a classificação climática de Köppen o Estado de São Paulo possui uma tipologia diversificada, divididos em sete tipos de clima. Destes sete climas o Estado divide-se em climas A e C (Aw, Am, Af, Cwa, Cwb, Cfa e Cfb) ambos com mais de 1000 mm de chuva por ano, porém o clima A é tropical, de

temperatura média do mês mais frio (julho) superior a 18°C. O clima C Temperado com a temperatura do mês mais frio inferior a 18°C (SETZER, 1966).

Em todo o território nacional, os levantamentos pedológicos são considerados de baixo e médio nível de detalhamento. No entanto de acordo com os levantamentos realizados pelo IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), os principais solos do Estado de São Paulo são: Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Latossolo Variação Uma, Podzólico Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Escuro, Podzol, Terra Roxa estruturada, Areias quartzosas Profundas, Solos Litólicos, Solos Hidromórficos/Gleizados, Cambissolos, Brunizem Avermelhado, Petroplintossolo, Planossolo, Solos Orgânicos, Solos Aluviais e Solos Indiscriminados de Mangue (EPIPHANIO, et. al, 1992). Segundo Oliveira et al. (1999), após a nova nomenclatura da Embrapa em 1999, os solos são sobretudo classificados como latossolos e argissolos, mas há uma pequena presença de neossolos no centro e cambissolos no sul do estado.

Em relação ao relevo, o Estado de São Paulo, ao considerar um recorte de norte a sul, o litoral apresenta complexo serrano esculpado no cinturão do Atlântico resultante de dobramentos e de falhas. Essas formações refletem-se nas formações na Serra do Mar, Serra de Paranapiacaba e Serra da Mantiqueira. Um desgaste erosivo forma a depressão periférica, que, a grosso modo, separa o cinturão do Atlântico da Bacia Sedimentar do Paraná. Nessa área de transição percebe-se o relevo de cuestras onde as rochas basálticas apresentam-se erodidas. No reverso dessas formas de cuestras, desenvolve-se, na Bacia Sedimentar do Paraná, um extenso planalto que decai suavemente no sentido interior, apresentando, contudo algumas saliências isoladas. Essa forma de relevo direciona grande parte da hidrografia do estado. Por isso muitos rios acabam nascendo próximos ao litoral e se dirigem para o interior, o exemplo clássico fica por conta do rio Tietê (ROSS, 1998)

3.2 Material

3.2.1. Dados

Para realizar esta pesquisa foram utilizados os seguintes dados:

- 28 imagens do Sensor Liss-3 do ano de 2012 necessárias para cobrir todo o Estado de São Paulo (Figura 3.2).
- Limites políticos do Estado de São Paulo (IBGE) e RA's (CIUFFA, 2012).
- Mapeamento de cítrus do ano de 2007 realizado por Moreira et al., 2009 (Figura 3.3)
- Dados refinados do SRTM - TOPODATA (VALERIANO, 2010).
- Mapas de solos do estado realizado por de Oliveira et al., 1999 (Figura 3.4).
- Informações estatísticas sobre cítrus (IEA, 2013). Mapeamento de cana-de-açúcar do projeto Canasat (RUDORFF et al., 2010).

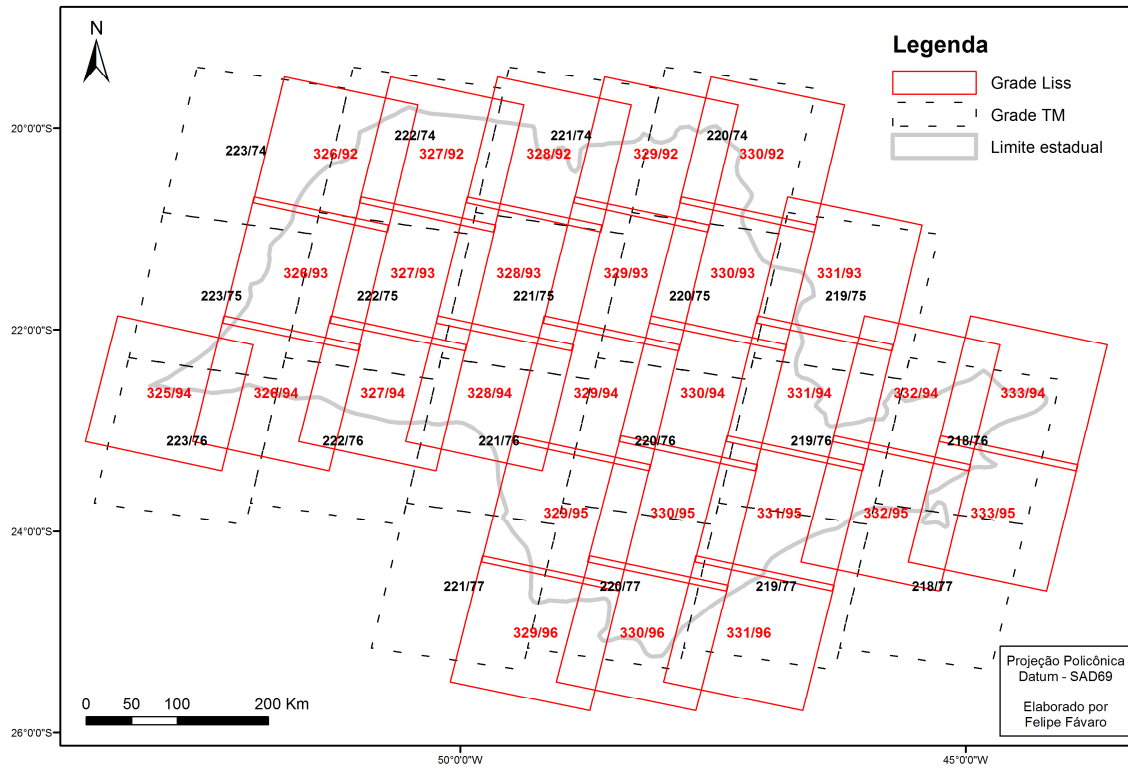


Figura 3.2 - Comparativo entre as Órbita/Ponto das imagens do sensor LISS-3 e do sensor TM necessárias para cobrir o Estado de São Paulo.

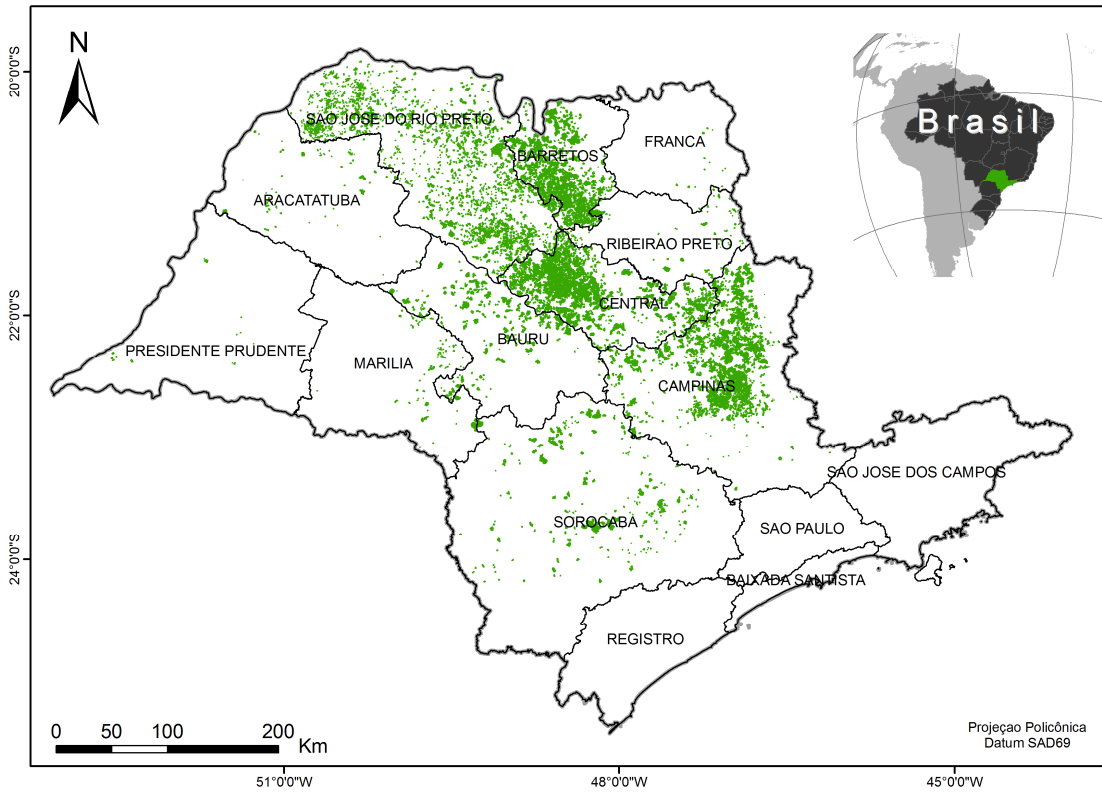


Figura 3.3. Mapa das áreas cítricas do estado de São Paulo em 2007.

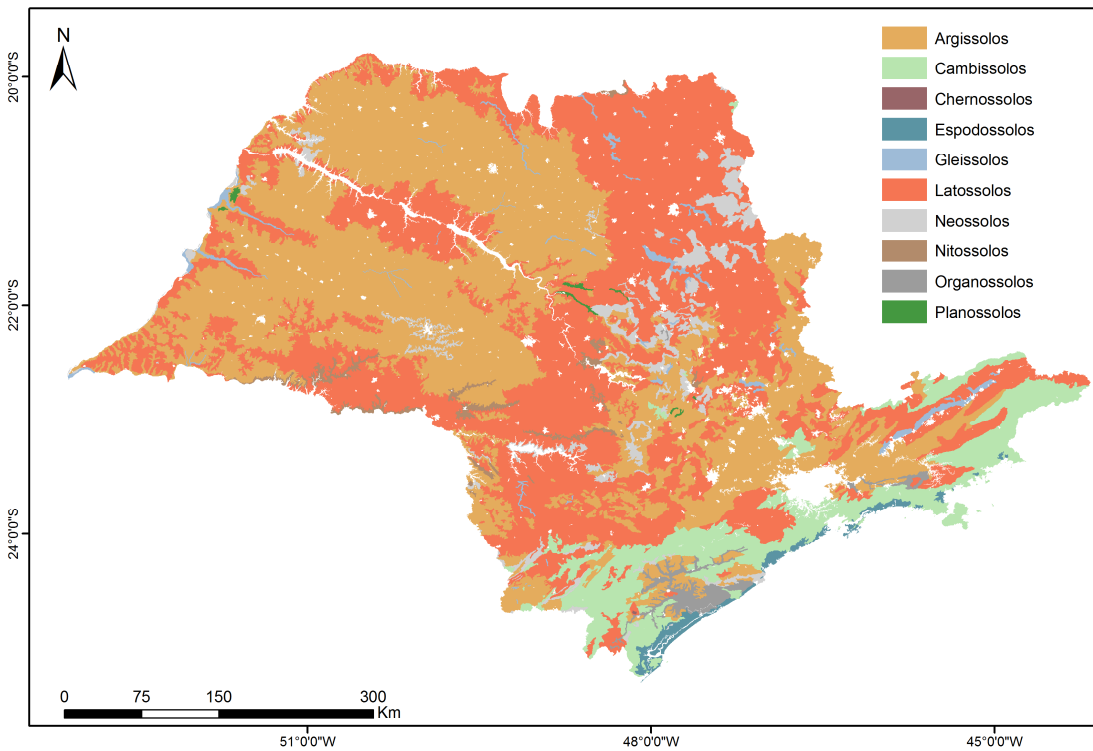


Figura 3.4. Mapa de solos do estado de São Paulo

Fonte: adaptada de Oliveira (1999)

3.2.2 Recursos

Foram utilizados os seguintes aplicativos/softwarees para processamentos e análises dos resultados obtidos.

- ArcGIS 9.3 e 10 (SIG e PDI).
- ENVI 4.8 (PDI).
- Microsoft Office 2010 (Digitação e tabulação de dados).

3.3. Métodos

3.3.1. Etapa 1: Mapeamento das lavouras de cítrus para todo Estado de São Paulo

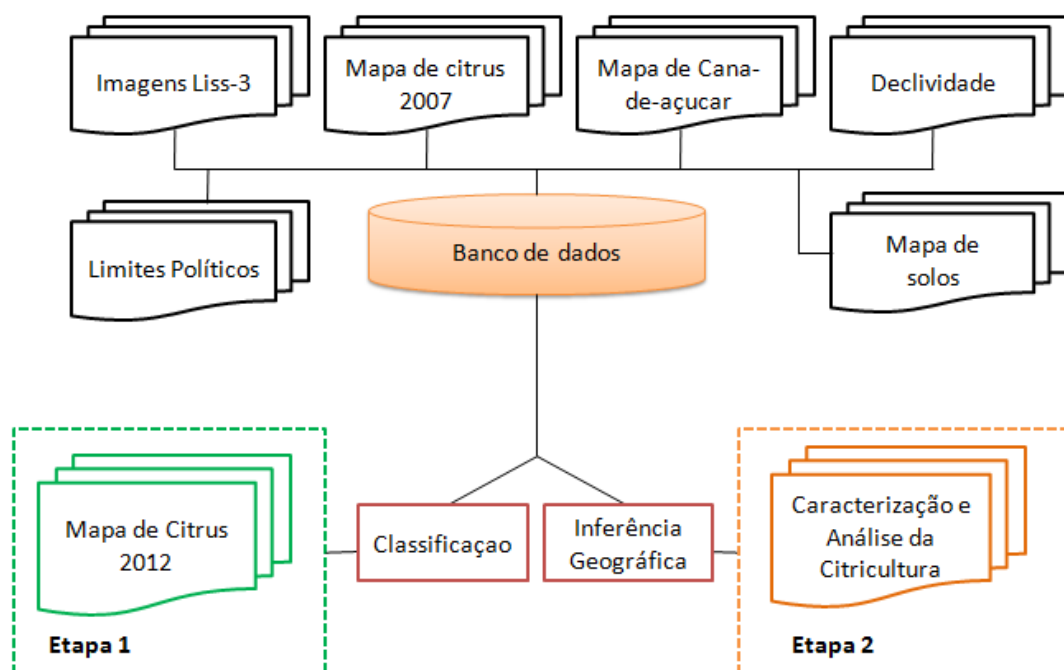


Figura 3.5 - Fluxograma geral do trabalho

O fluxograma da Figura 3.5 mostra de forma geral as duas etapas da pesquisa. O quadrado verde se trata da primeira etapa, na qual foi realizado um mapeamento das áreas citrícolas de todo estado de São Paulo para o ano de 2012. Destacado pelo quadrado de cor laranja a segunda etapa da pesquisa, na qual foi realizado uma caracterização das áreas citrícolas com base em

dados de fonte externa. O fluxograma da Figura 3.6 mostra resumidamente a metodologia que foi adotada, na primeira etapa.

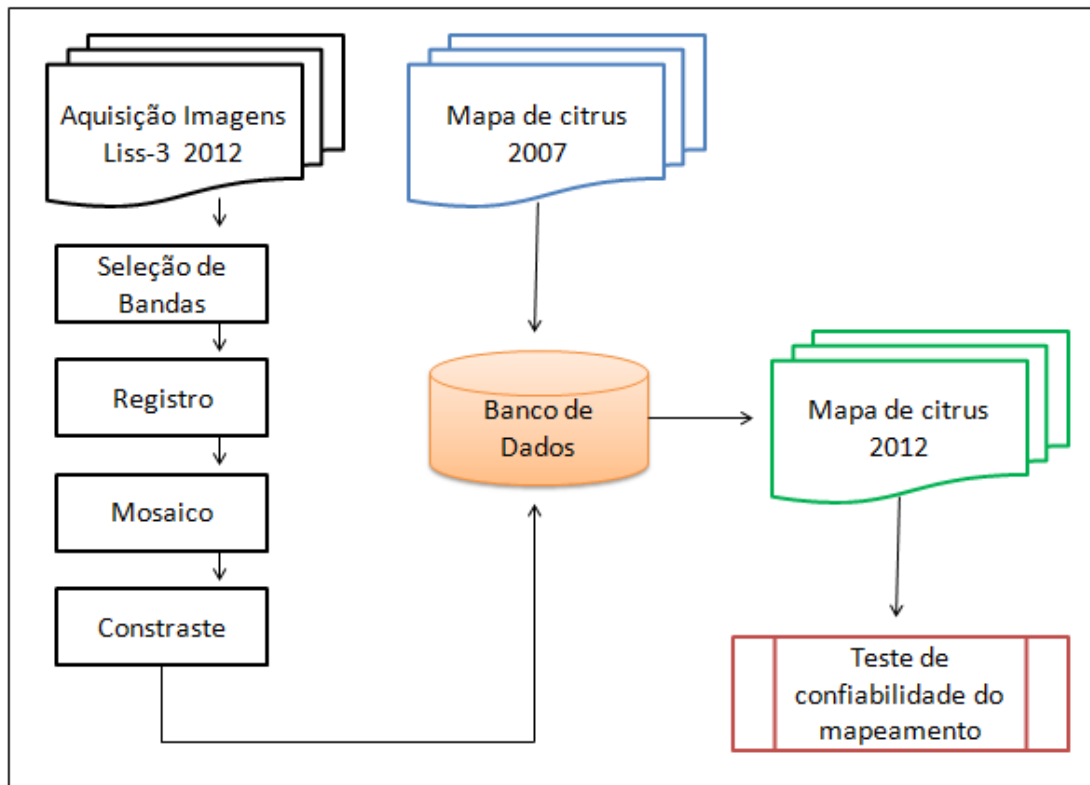


Figura 3.6 - Fluxograma da primeira etapa da pesquisa.

Para o ano de 2012, como não se dispunha de imagens TM/Landsat-5, optou-se pelo emprego de imagens do LISS-3/Resourcesat-1, adquiridas no período seco (agosto a setembro), por dois motivos. O primeiro devido a maior probabilidade de obter imagens livres de cobertura de nuvens. O segundo é que neste período as principais culturas presentes no campo são o café e a cana-de-açúcar. Pois o milho safrinha, se não colhido encontra no estágio de senescência, com comportamento espectral diferente das lavouras de citrinos. Essas imagens são disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE(<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>) (Tabela 3.1)

Tabela 3.1 - Órbita/Ponto e Data das imagens LISS-3/ResourceSat-1 utilizadas no mapeamento do cítrus no estado de São Paulo.

| Órbita | Ponto | Data | Órbita | Ponto | Data |
|--------|-------|------------|--------|-------|------------|
| 325 | 94 | 07/08/2012 | 330 | 92 | 08/08/2012 |
| 326 | 92 | 12/08/2012 | 330 | 93 | 08/08/2012 |
| 326 | 93 | 12/08/2012 | 330 | 94 | 08/08/2012 |
| 326 | 94 | 12/08/2012 | 330 | 95 | 01/09/2012 |
| 327 | 92 | 17/08/2012 | 331 | 93 | 30/09/2012 |
| 327 | 93 | 17/08/2012 | 331 | 94 | 30/09/2012 |
| 327 | 94 | 17/08/2012 | 331 | 95 | 13/08/2012 |
| 328 | 92 | 22/08/2012 | 331 | 96 | 13/08/2012 |
| 328 | 93 | 22/08/2012 | 332 | 93 | 11/09/2012 |
| 328 | 94 | 22/08/2012 | 332 | 94 | 01/07/2012 |
| 329 | 92 | 03/08/2012 | 332 | 95 | 18/08/2012 |
| 329 | 93 | 03/08/2012 | 333 | 94 | 16/09/2012 |
| 329 | 94 | 03/08/2012 | | | |
| 329 | 95 | 03/08/2012 | | | |

Utilizou-se neste mapeamento imagens com composição colorida na seguinte combinação de 3R4G2B (MOREIRA et al., 2009). O erro de registro foi da ordem de 0,5 pixel.

Os mapas temáticos de cítrus obtidos em 2007 por Moreira et al. (2009) foram então sobrepostos em imagens Liss-3/ResourceSat-1. Ao confrontar os polígonos de cítrus mapeados nas imagens do ano de 2007 com a informação de lavouras de cítrus observada nas imagens de 2012 foi, então, obtido um novo mapa de cítrus por meio da interpretação visual das imagens. Em outras palavras, o novo mapa com as modificações da citricultura de 2012 em relação a 2007 (erradicação, redução de área ou aumento de área plantada).

A atualização foi feita da seguinte maneira: (i) Se a lavoura mapeada em 2007 foi erradicada em 2012, o interprete simplesmente apagava o polígono referente esta lavoura (Figura 3.7); (ii) se houve um incremento de área (novas lavouras) após o mapeamento de 2007, essas lavouras observadas nas imagens do Liss-3/ResourceSat-1 de 2012 foram inseridas no mapa (Figura 3.8). A interpretação das áreas de cítrus foi auxiliada pela consulta a imagens

de alta resolução espacial contidas no aplicativo Google Earth, providas principalmente dos satélites GeoEye, Spot e QuickBird por meio do Plug-in Arc2Earth (<http://www.arc2earth.com>). As imagens de alta resolução apesar de históricas, em alguns casos, serviram como auxílio em caso de dúvidas no mapeamento.

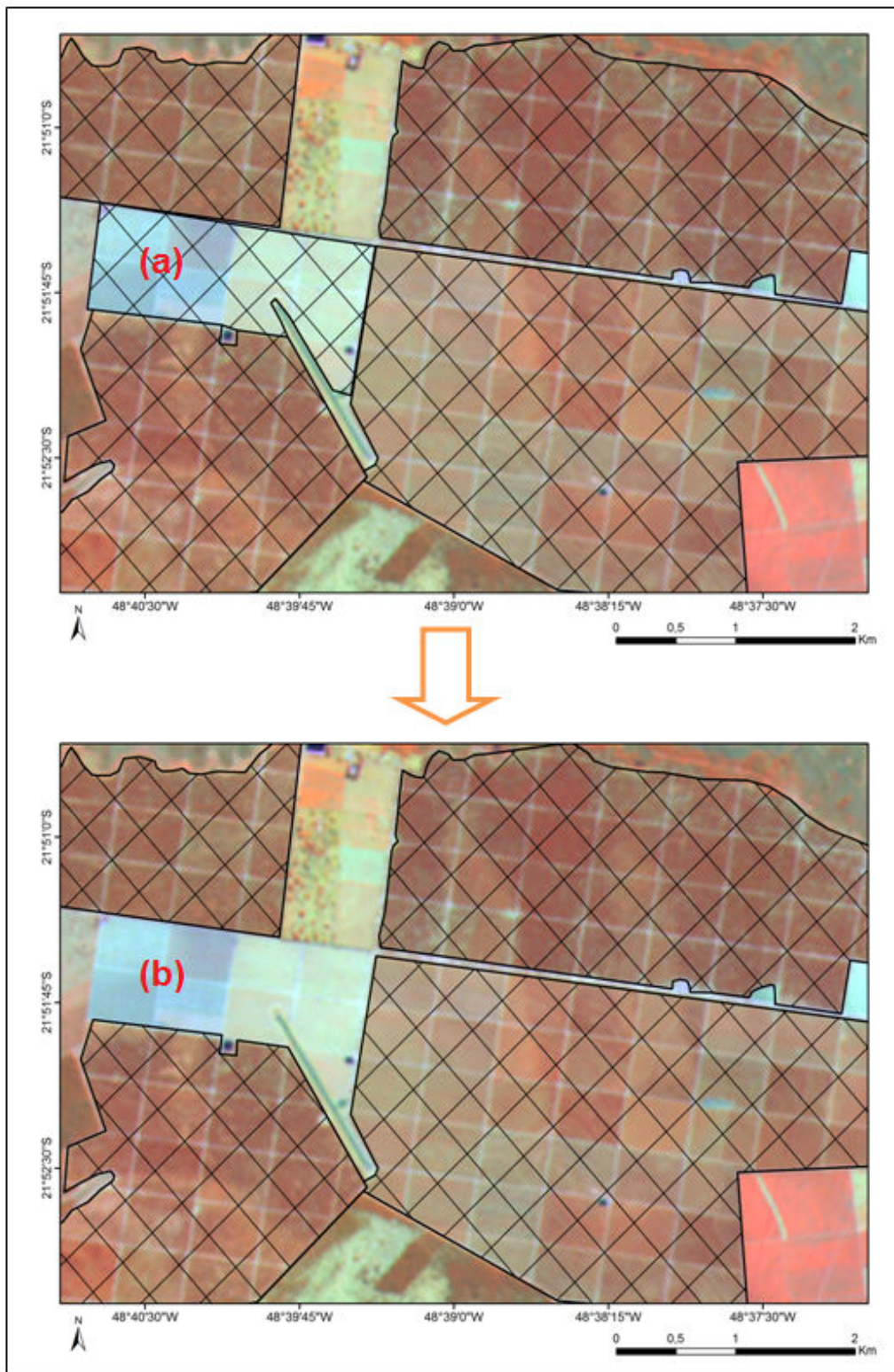


Figura 3.7 - Imagem Liss-3/ResourceSat-1 composição 3R4G2B, área (a) exemplificando o mapeamento de 2007 (hachuras) sobreposto à imagem 2012, e embaixo (b) o mapeamento atualizado.

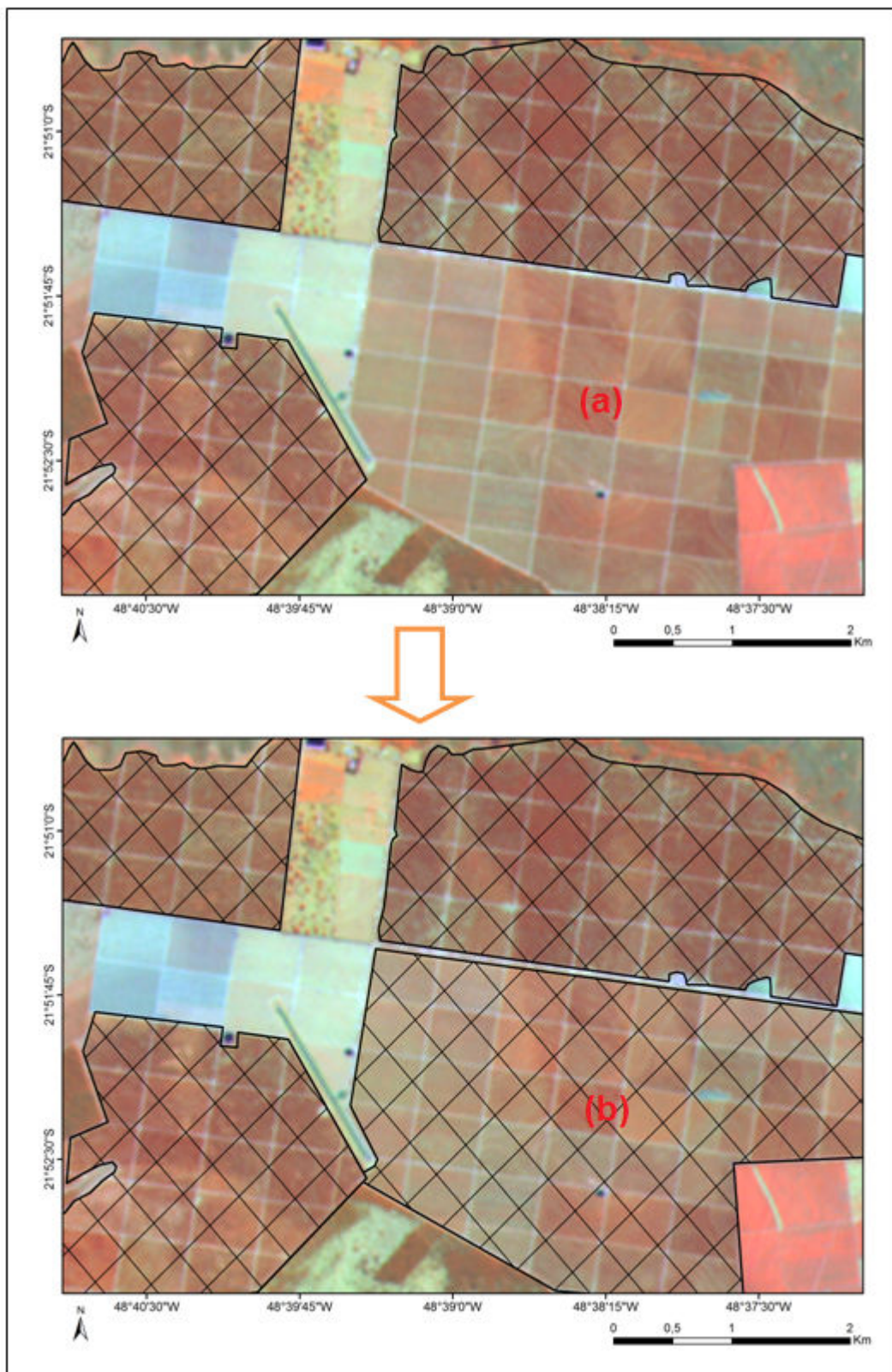


Figura 3.8 - Imagem Liss-3/ResourceSat-1 de 2012, composição 3R4G2B, área (a) sem cítrus no mapa de 2007 e com cítrus no mapa 2012 (b).

3.3.2. Confiabilidade do mapeamento

Com o intuito de verificar a qualidade do mapa (exatidão) foi realizado um trabalho de campo, para coletar o posicionamento de lavouras de cítrus. Durante o trabalho de campo foi percorrido cerca de quatro mil quilômetros dentro da área de estudo e coletou-se o posicionamento de 1.121 pontos (cítrus e não-cítrus). Os 1.121 pontos com a informação de uso do solo (cítrus e não-cítrus) foram obtidos com auxílio de um GPS modelo Garmim GPSMAP® 62sc, e o plug-in DNR Garmin desenvolvido pelo departamento de recursos naturais da Universidade de Minnesota – EUA o qual permite navegação em tempo real com o mapeamento realizado. O mapa de caminhamento e a posição de coleta dos pontos podem ser visto na Figura 3.9.

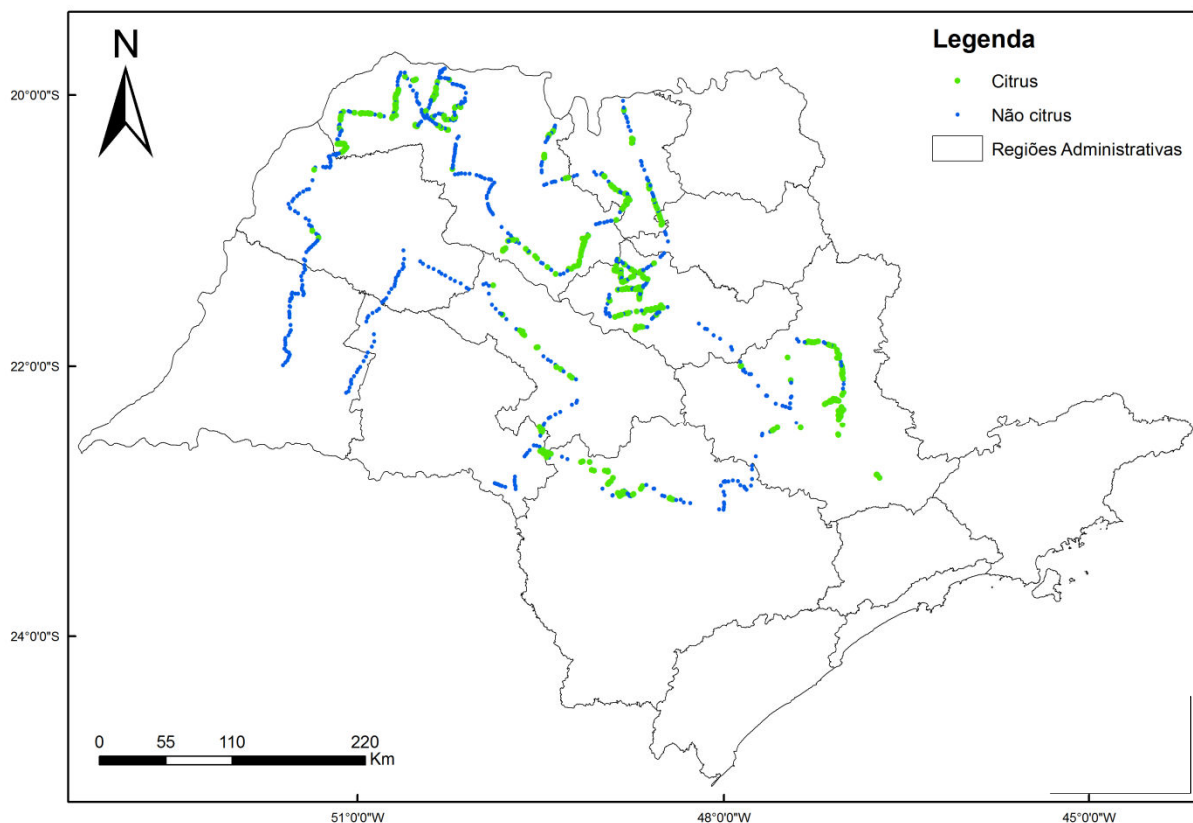


Figura 3.9 - Mapa para mostrar o caminhamento e o posicionamento dos 1.121 Pontoscoletados durante o campo.

De posse dos pontos coletados em campo pode ter início a etapa de inferência estatística. Em primeiro lugar os dados foram integrados e tabulados para gerar uma matriz de confusão e posteriormente calcular as estatísticas Kappa e a precisão Global.

3.3.2 Etapa 2: Caracterização e Análise de áreas citrícolas do Estado de São Paulo.

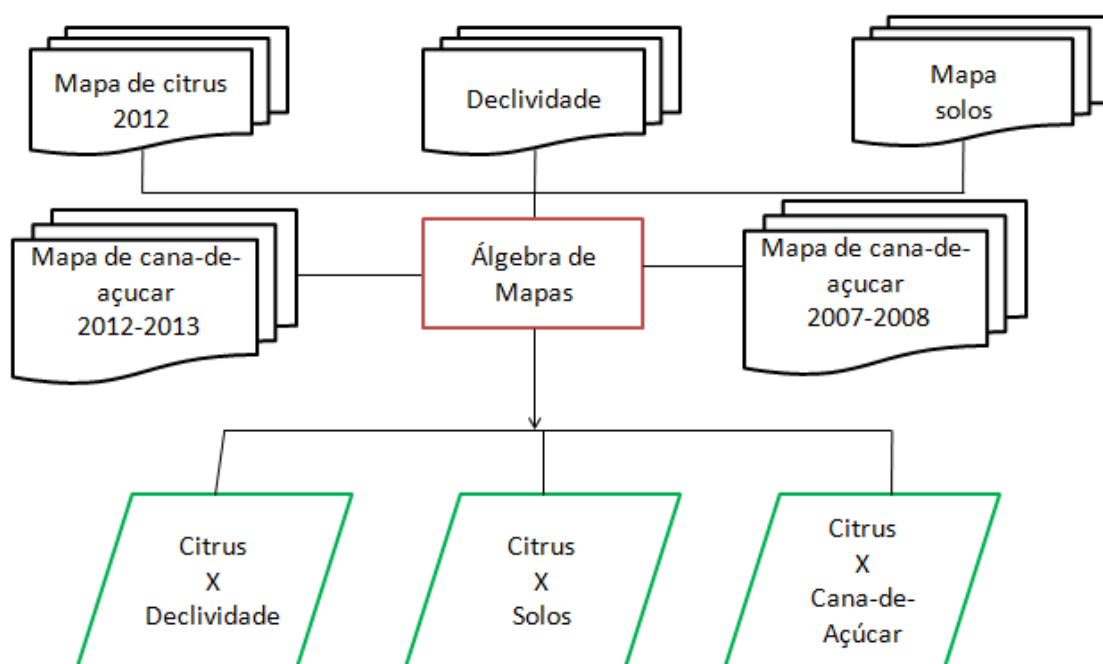


Figura 3.10 - Fluxograma para mostrar a metodologia adotada na segunda etapa da pesquisa.

Buscando caracterizar a área citrícola do Estado, o mapa resultante da primeira etapa foi inserido em um banco de dados juntamente com dados de declividade, mapas de tipos de solos e mapas de cana-de-açúcar. Posteriormente, os dados foram tratados em um ambiente SIG para garantir a consistência do banco de dados, padronizando os sistemas de coordenadas. Em seguida foi realizada a intersecção desses dados com o mapa de cítrus de 2012 obtendo-se um novo produto para cada dado.

Para a variável de declividade foram adquiridas 26 quadrículas do projeto Topodata do INPE (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>). O produto adquirido foi o

SC, que se trata de um refinamento dos dados originais SRTM fatiados nas seis classes atuais de relevo (Valeriano, 2010) Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Níveis de declividade e classes de relevo.

| Declividade (%) | Fase de Relevo |
|-----------------|---------------------|
| 0-3 | Plano |
| 3-8 | Suavemente ondulado |
| 8-20 | Ondulado |
| 20-45 | Fortemente ondulado |
| 45-75 | Montanhoso |
| >75 | Escarpado |

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Mapeamento das lavouras de cítrus

Durante a fase de mapeamento do cítrus pôde-se constatar que a reflectância espectral da cultura variou em função de alguns fatores, dentre eles, o estágio de desenvolvimento da planta, densidade de plantas e condições fitossanitárias (sendo que essa última só foi possível afirmar com os dados de campo). O principal fator responsável pela oscilação do comportamento espectral foi o estágio de desenvolvimento da cultura. Na Figura 4.1 destacado pelo polígono amarelo um laranjal de doze anos e de verde um laranjal de quatro anos, com destaque fotos de campo.

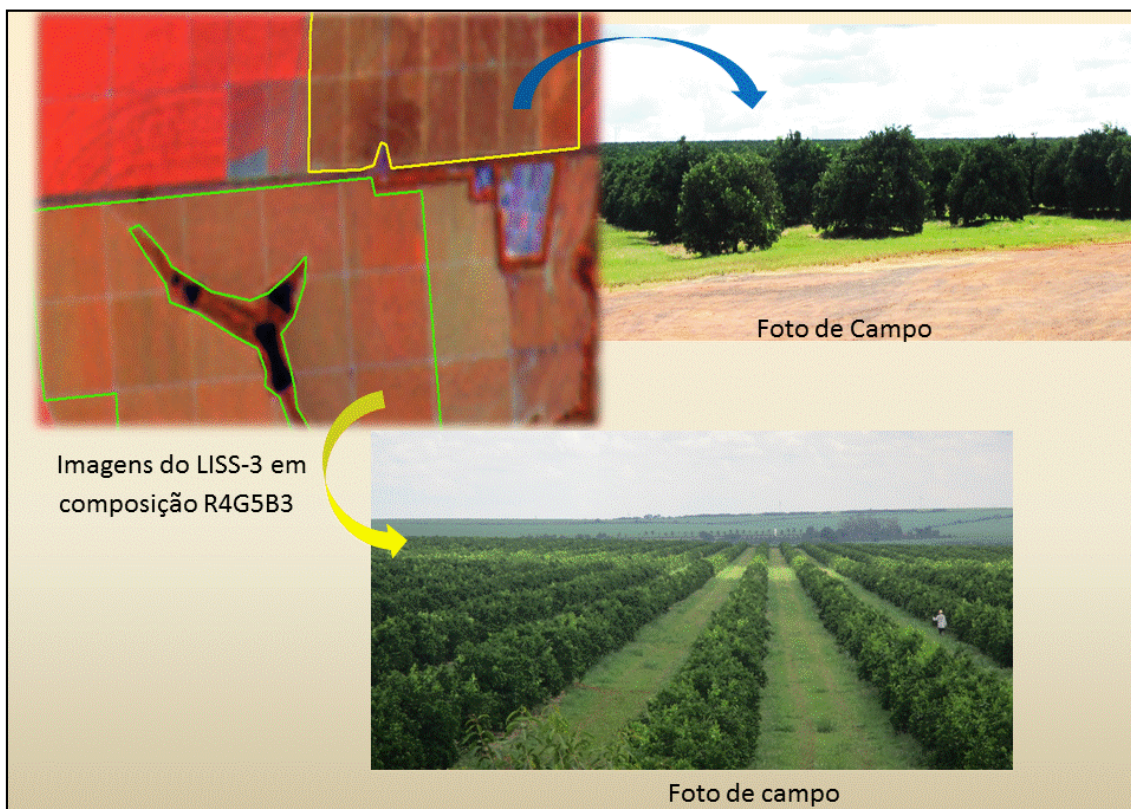


Figura 4.1 - Diferença da reflectância espectral em talhões de cítrus, relacionado com a idade da planta.

Na Figura 4.2 existem dois talhões de cítrus, também, com diferença de idade das plantas. A área destacada de verde refere-se a um laranjal de dez anos, no auge de sua produção e a lavoura destacada em amarelo se refere a um

laranjal de apenas três anos, ou seja, plantas ainda bem no começo da produção.

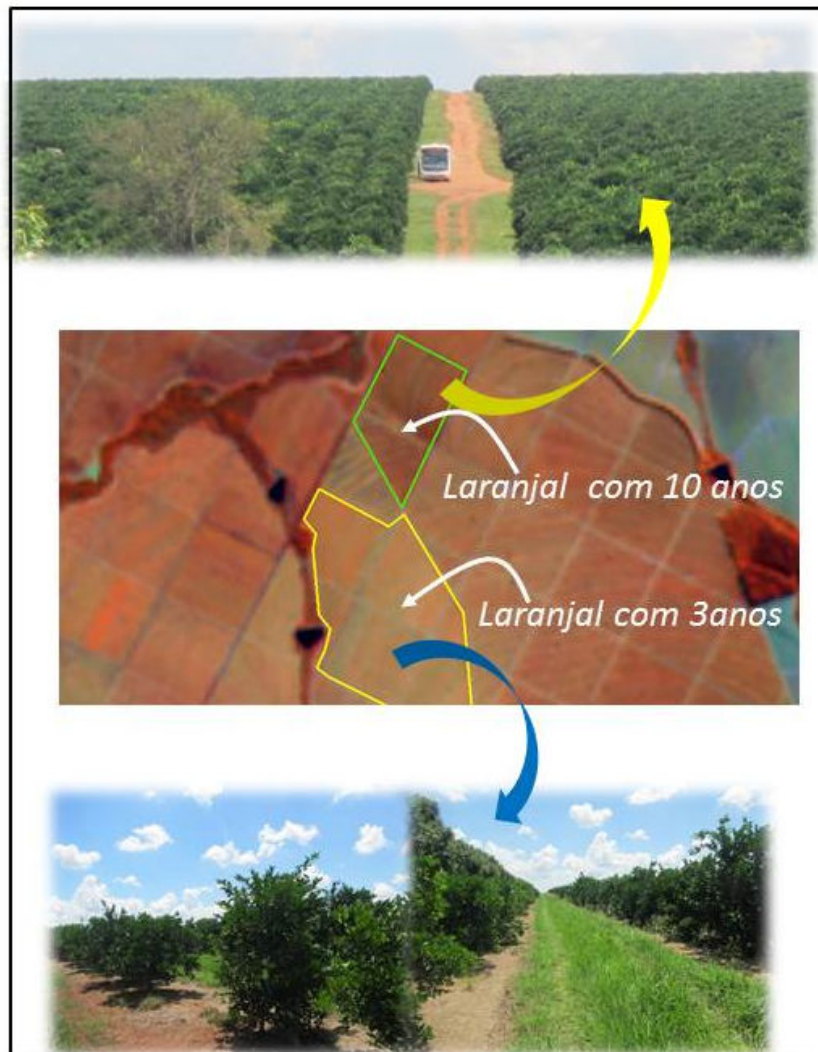


Figura 4.2 - áreas de cítrus com diferentes reflectâncias espectrais, relacionado com a idade das plantas. Laranjal com idade de 10 anos (talhão em verde) e com 3 anos de idade (Talhão em amarelo).

A Figura 4.3 mostra laranjais com diferentes comportamentos espectrais que estão relacionados com a idade da planta e espaçamento. Destacado pela cor roxa um talhão de laranja com idade de dois anos, que ainda não possível visualiza-lo nas imagens de satélites. Os talhões destacado pelas cores vermelha e azul são lavouras de laranja da mesma espécie com a mesma idade, mas com densidades de plantio diferentes, no talhão em vermelho é

composto por plantas com espaçamento entre linhas de sete metros e o talhão em azul o espaçamento entre linha é de seis metros.

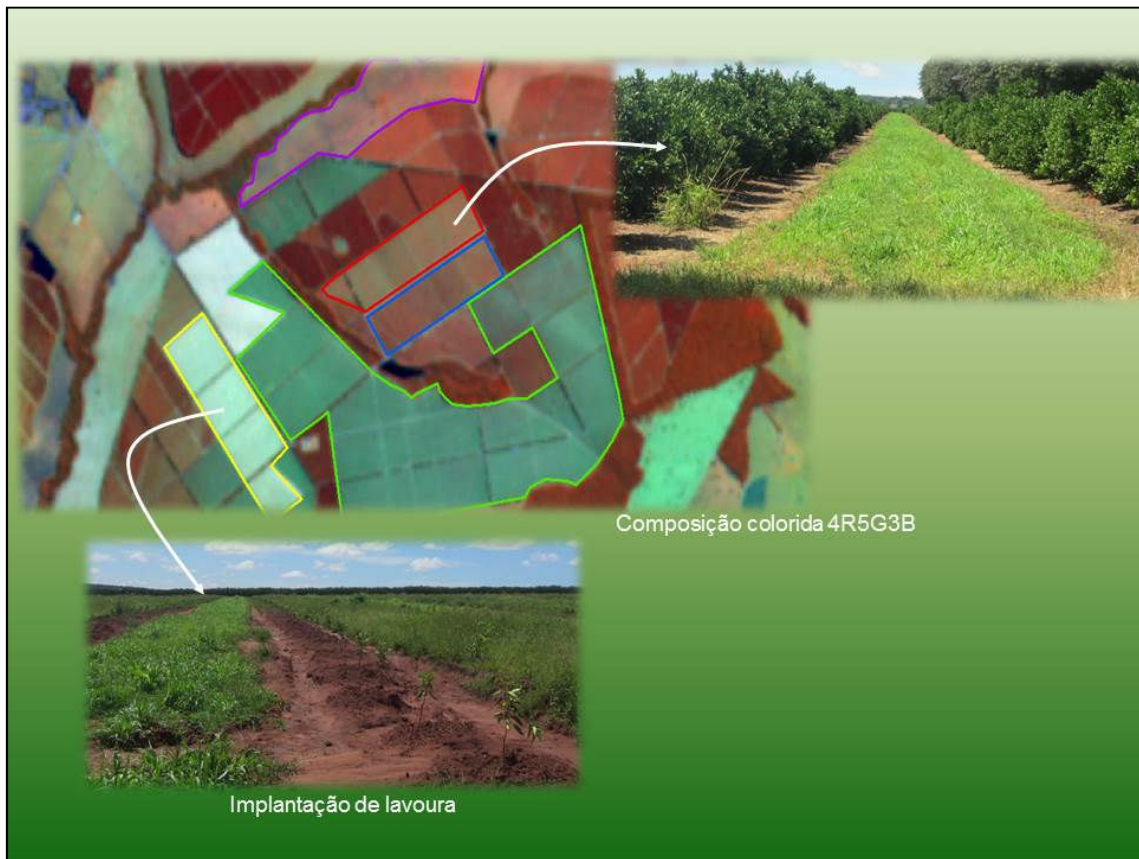


Figura 4.3 - Imagem do sensor Liss3, na composição R3G4B2, para mostrar diferentes reflectâncias espectrais observados para a cultura do citrus.

O Talhão destacado pelo polígono de cor verde é uma área de laranja em renovação, que na época de obtenção das imagens, estava plantado com oleaginosas. Esta área, assim como a área de implantação da lavoura, apresenta reflectância espectral característico de solo preparado, logo não podem ser identificadas nas imagens de satélites como sendo lavouras de citrus. Neste caso, o erro de mapeamento será por omissão. Em termos de agronegócio a omissão destas duas lavouras não compromete o resultado de produção, pois ainda não são lavouras produtivas.

4.2. Espacialização da citricultura no Estado de São Paulo

Na Figura 4.4 está contido o mapa com a espacialização das lavouras de cítrus no estado de São Paulo, para o ano de 2012. Para o ano de 2012 foi identificado e mapeado uma área de 485.442 hectares, especialmente distribuída em 11 regiões administrativas do estado. O mapa de cada região administrativa com a espacialização das lavouras de cítrus pode ser visto no Apêndice A, com exceção das Regiões Administrativas (RA`s) de Rio Preto, Sorocaba e Central, as quais serão utilizadas na discussão a seguir. Ainda com base na Figura 4.4 nota-se que a citricultura no estado esta concentrada basicamente em sete regiões administrativas, ou seja: Campinas, Central, Sorocaba, Barretos, Rio Preto, Bauru e Marília. Essas sete regiões juntas correspondem a cerca de 96% da área mapeada. As Regiões administrativas que possuem a maior área ocupada por cítrus é a de Campinas e Central como pode ser visto nas Figura 4.5. e 4.6.

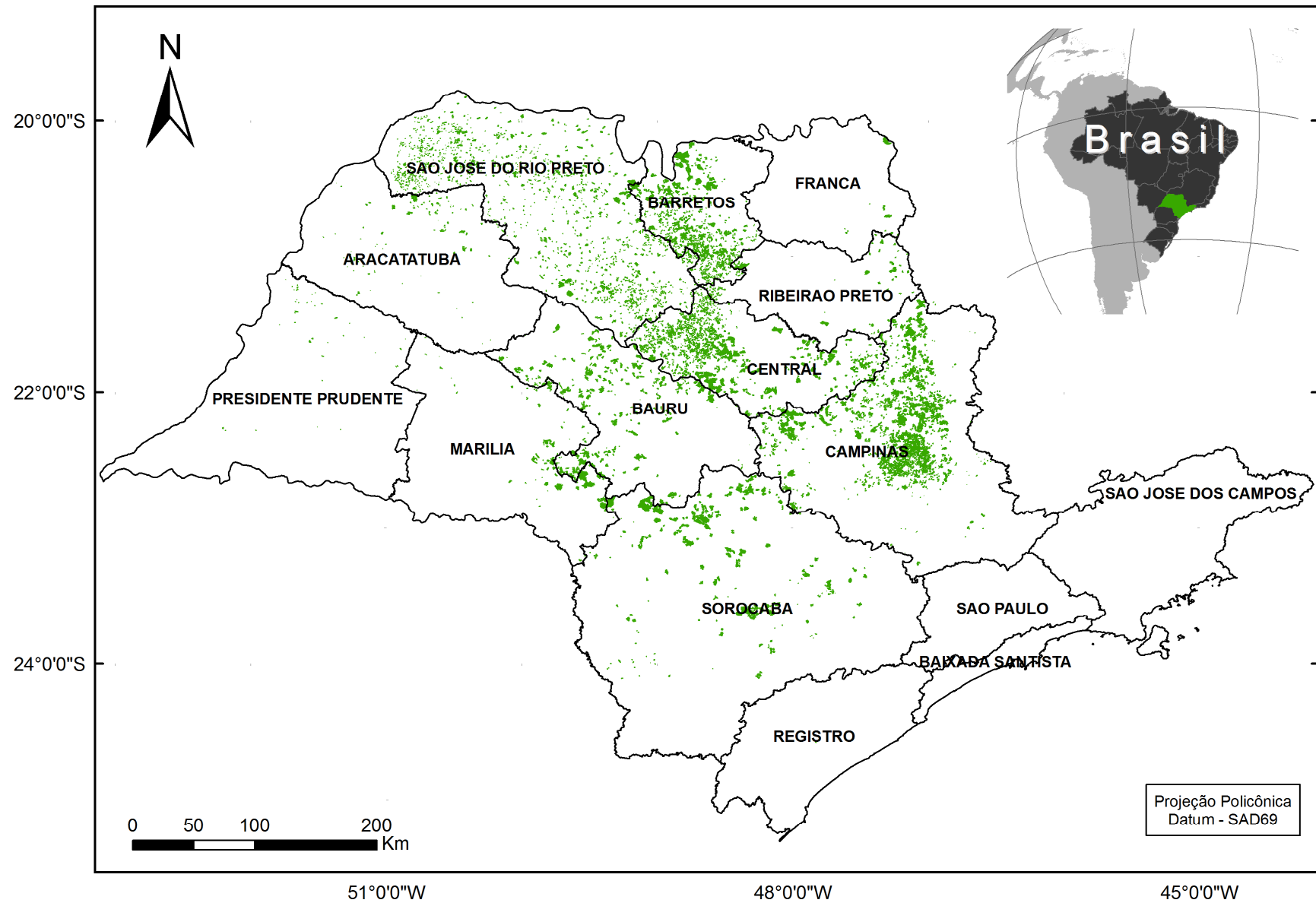


Figura 4.4 - Área mapeada como cítrus em 2012.

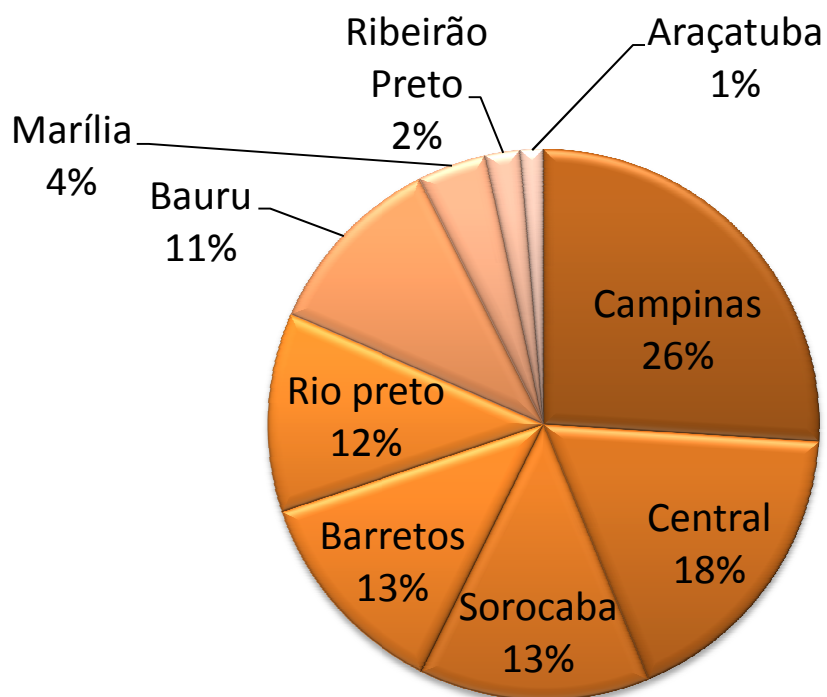


Figura 4.5 - Porcentual da produção em cada Região Administrativa no ano de 2012.

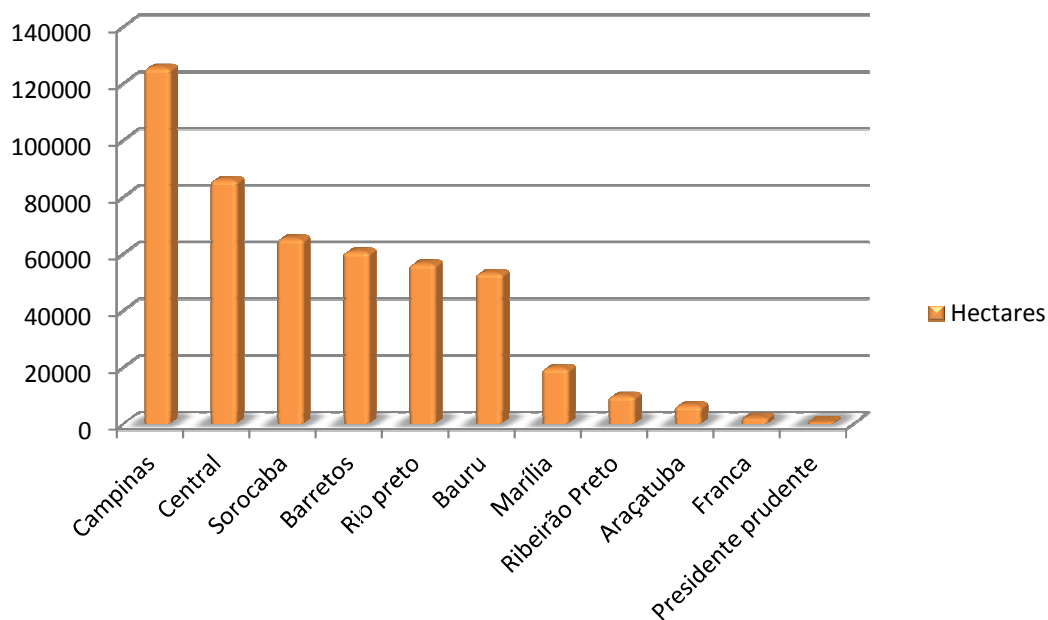


Figura 4.6 - Total da produção por Região Administrativa no ano de 2012.

As regiões Administrativas de Franca e de Presidente Prudente, apesar de apresentarem produção elas correspondem a menos de 1% do total.

No entanto, quando se compara com os dados obtidos em 2007 por Moreira et al. (2009) representados pelas Figuras 4.7 e 4.8 e tabela 4.1 pode-se notar que a regiões de Campinas e Central juntas não representam mais 50% da área ocupada e sim 46%. Uma segunda observação é que a região de Sorocaba que detinha apenas 8% das áreas cultivadas passa a ser responsável por cerca de 13%, em outras palavras, em 2007 a citricultura da região de Sorocaba ocupada 43.684 hectares e passou a ocupar 65.185 hectares ultrapassando a região de Barretos. Por sua vez a região de Barretos teve uma retração de 25.609 hectares. Uma outra região que merece destaque é a região de Marília, que a área expandida foi de 16.907 hectares. As regiões de Franca, registro, são José dos Campos. São Paulo, Presidente Prudente e Baixada Paulista apresentaram porcentual abaixo de 1% em 2007.

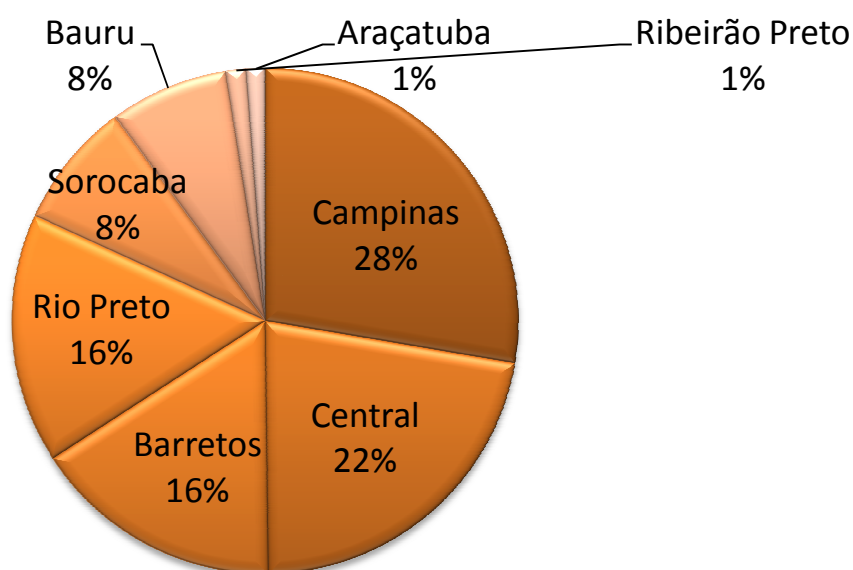


Figura 4.7 - Distribuição em porcentagem da citricultura por Regiões Administrativa para o ano de 2007.

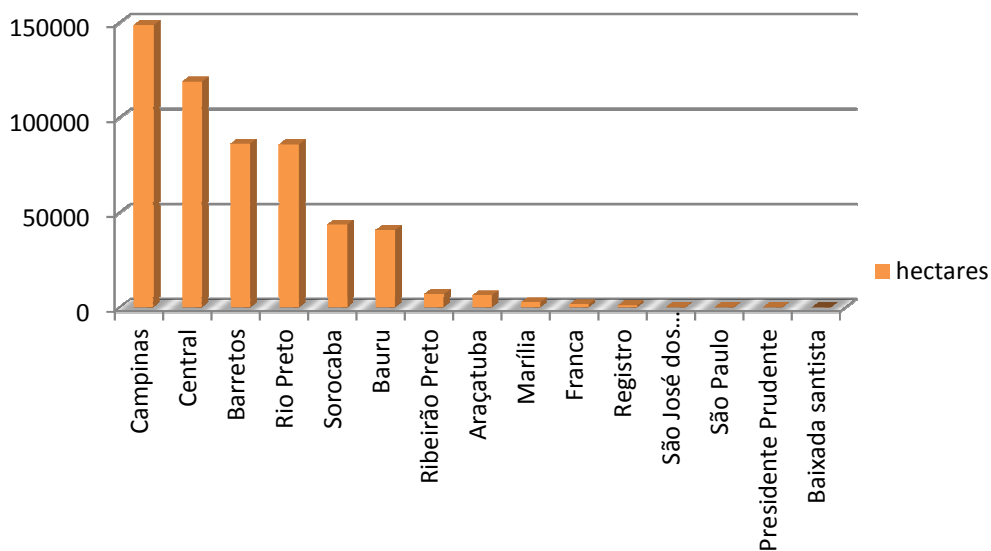


Figura 4.8 - Área ocupada pela atividade citrícola em cada Região Administrativa no ano de 2007

Tabela 4.1 Diferença de área cultivada entre 2007 e 2012.

| Região Administrativa | Área de cítrus (ha) | | Diferença b-a | % aumento |
|-----------------------|---------------------|----------|------------------|--------------|
| | 2007 | 2012 | | |
| Araçatuba | 6348,0 | 6484,5 | 136,5 | 2,1 |
| Baixada Santista | 15,6 | 0 | -15,6 | -100,0 |
| Barretos | 86278,5 | 60638,7 | -25639,8 | -29,7 |
| Bauru | 40866,1 | 53076,7 | 12210,6 | 29,9 |
| Campinas | 148854,0 | 125386,5 | -23467,5 | -15,8 |
| Central | 118985,5 | 85872,7 | -33112,8 | -27,8 |
| Franca | 1646,2 | 2234,9 | 588,7 | 35,8 |
| Marília | 2671,3 | 19578,5 | 16907,2 | 632,9 |
| Presidente Prudente | 265,3 | 789,3 | 524,0 | 197,5 |
| Registro | 1059,1 | 20,7 | -1038,4 | -98,0 |
| Ribeirão preto | 6980,4 | 9805,4 | 2825,0 | 40,5 |
| Rio Preto | 85840,8 | 56368,7 | -29472,1 | -34,3 |
| São José dos Campos | 350,4 | 0 | -350,4 | -100,0 |
| São Paulo | 297,2 | 0 | -297,2 | -100,0 |
| Sorocaba | 43684,0 | 65185,6 | 21501,6 | 49,2 |
| Total | 544142,4 | 485442,3 | -58700,1 | -10,8 |

Diferente das Regiões Administrativa de Sorocaba (Figura 4.9) e Central (Figura 4.10) a região de São José do Rio Preto (Figura 4.11) ainda apresenta a maior parte da produção em propriedades pequenas e bem distribuídas por toda a região. E é justamente na região Noroeste onde esta a RA de São José do Rio Preto que as taxas de *Greening* são as menores do estado (FUNDECÍTRUS, 2012).

Durante o trabalho de campo pode-se constatar que grande parte das pequenas propriedades da Região Central os agricultores não adotaram novas tecnologias de produção, como consequência, abriram as portas para as doenças fitossanitárias, que resultou retração do número de propriedades produtoras. É justamente por isso que se veem grandes propriedades que pertencem a grandes empresas na liderança dessa região e essas grandes propriedades, por sua vez, apresentam um rígido sistema de controle de pragas e administração da produção.

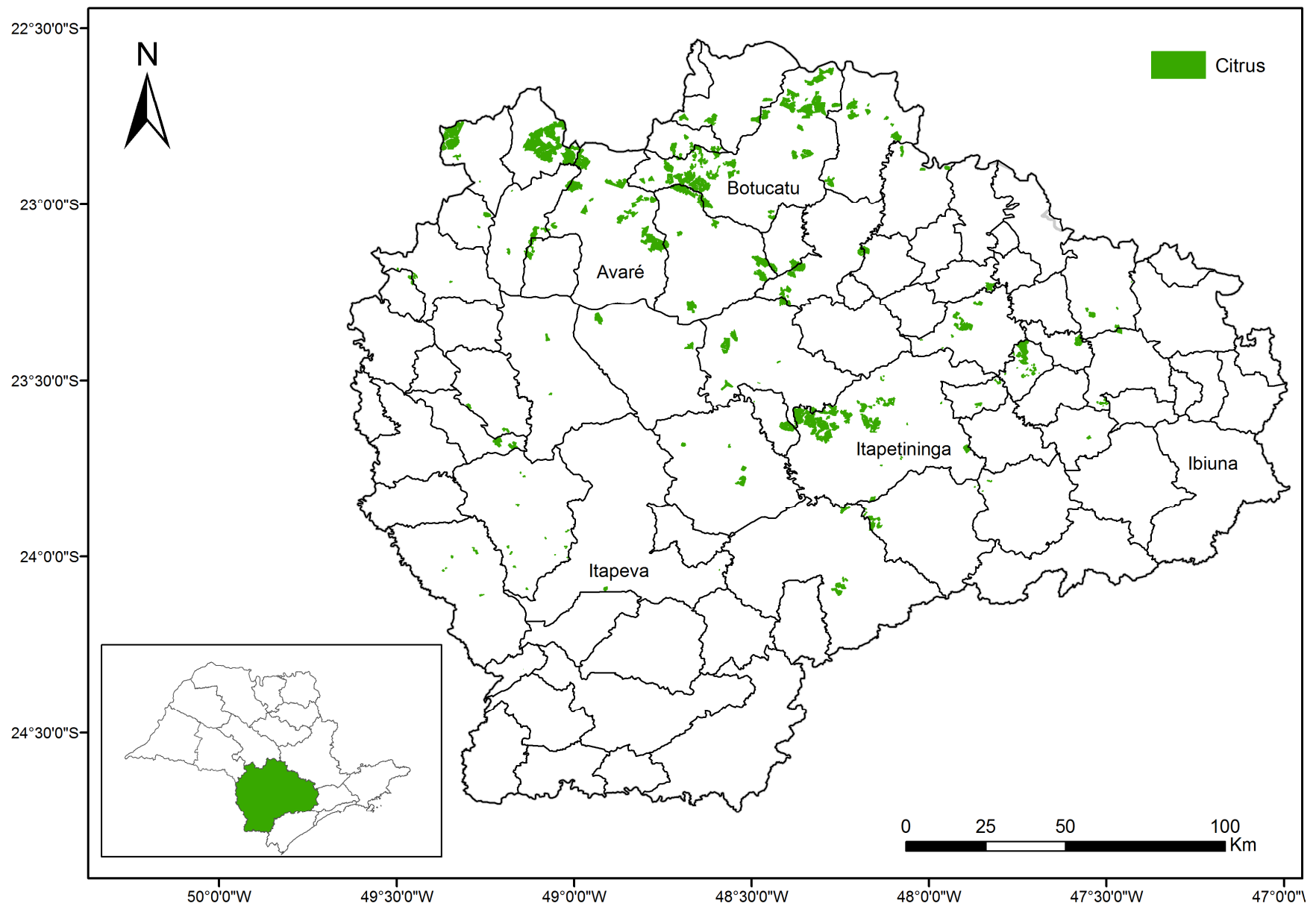


Figura 4.9 - Áreas de produção citrícola na região de Sorocaba.

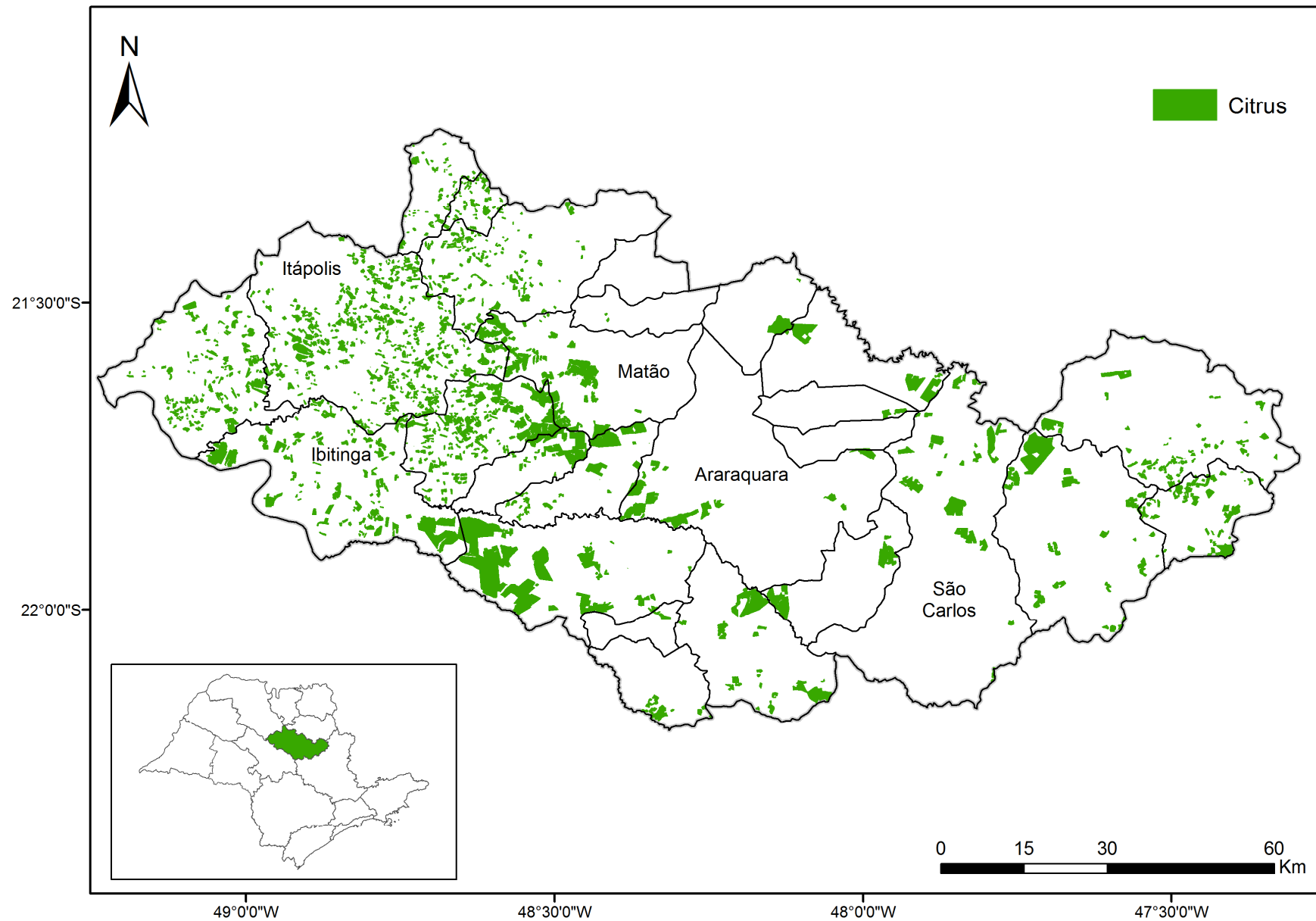


Figura 4.10 - Áreas de produção citrícola na região Central.

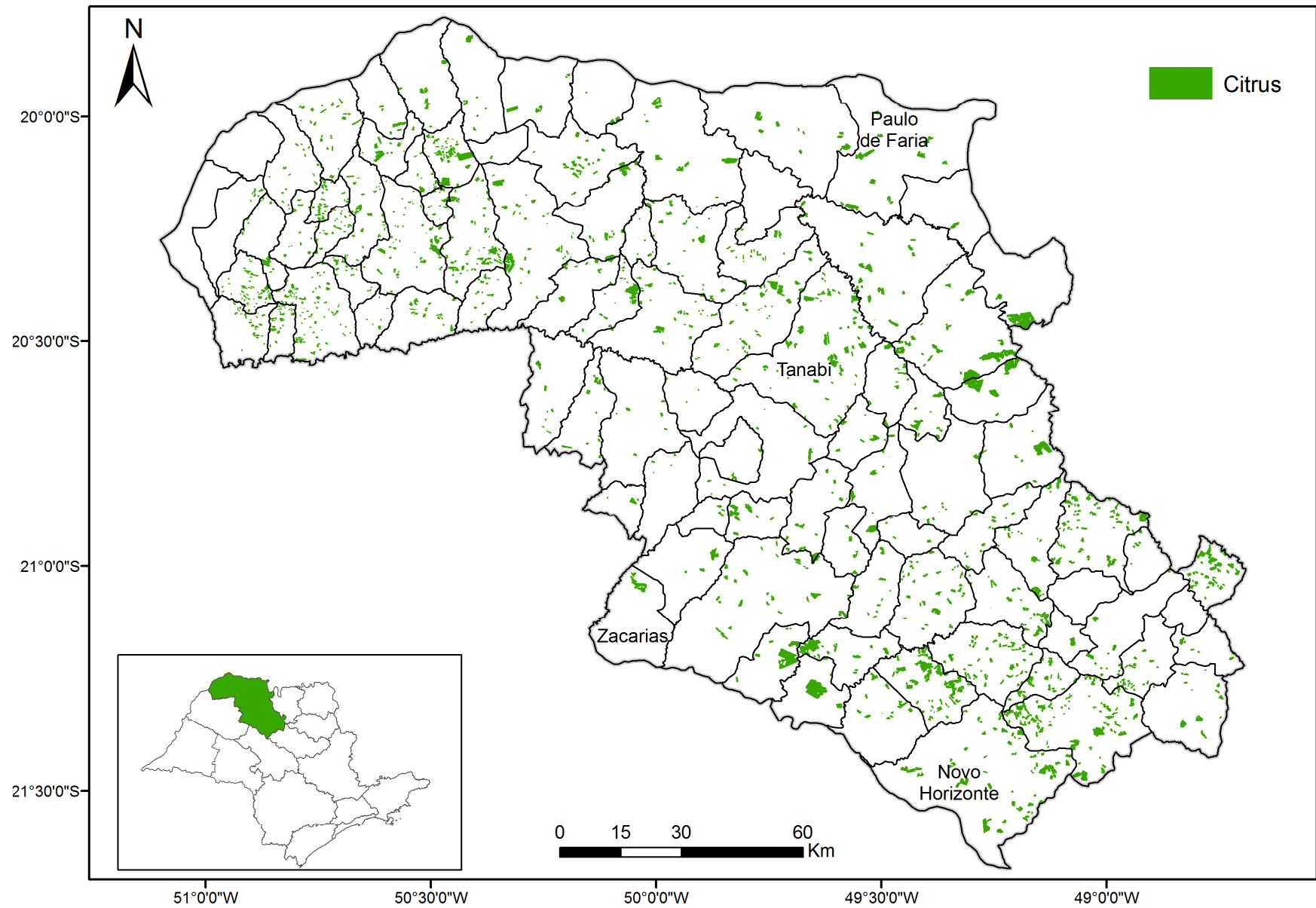


Figura 4.11 - Áreas de produção na região de Rio Preto.

Na Figura 4.12 está representada na forma de um mapa coroplético a área de cítrus em porcentagem dividida de acordo com os municípios de São Paulo. Como pode ser visto neste mapa, 345 municípios apresentam algum tipo de produção citrícola. No entanto, a maior parte da produção esta concentrada em uma pequena parte desses municípios, como por exemplo, os municípios de Brotas, Mogi-Guaçu, Botucatu, Casa Blanca, Boa esperança do sul, Barretos, Itápolis e Colombia representados pela cor marrom-café. Esses oito municípios detém juntos cerca de 21% do total da área ocupada.

Ao observar o mapa nota-se apesar da atividade citrícola estar presente e mais de metade dos municípios paulistas cerca de 99,5% dos pomares estão dentro do chamado cinturão citrícola Paulista Figura 4.13, que corresponde a cinco regiões citrícolas (Castelo, Centro, Norte, Noroeste e Sul). Apesar de que mesmo dentro do cinturão pôde-se reparar que esta havendo uma mudança, por exemplo, na região norte do cinturão Figura 4.14 pode ser percebido uma grande vaziao na parte central com sete municípios sem produção.

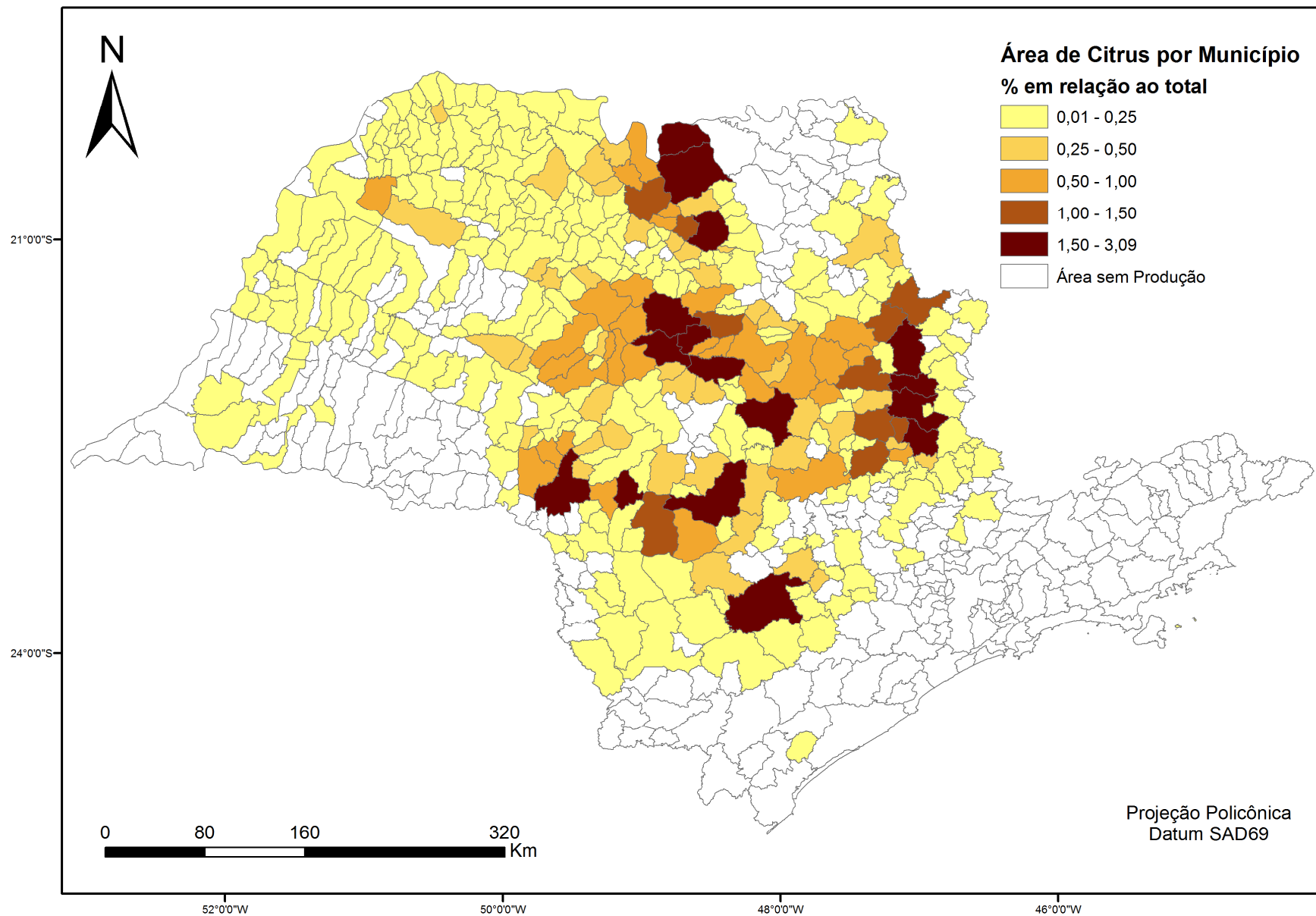


Figura 4.12. Mapa coroplético com a porcentagem de cada município em relação ao total da área ocupada no estado em 2012.

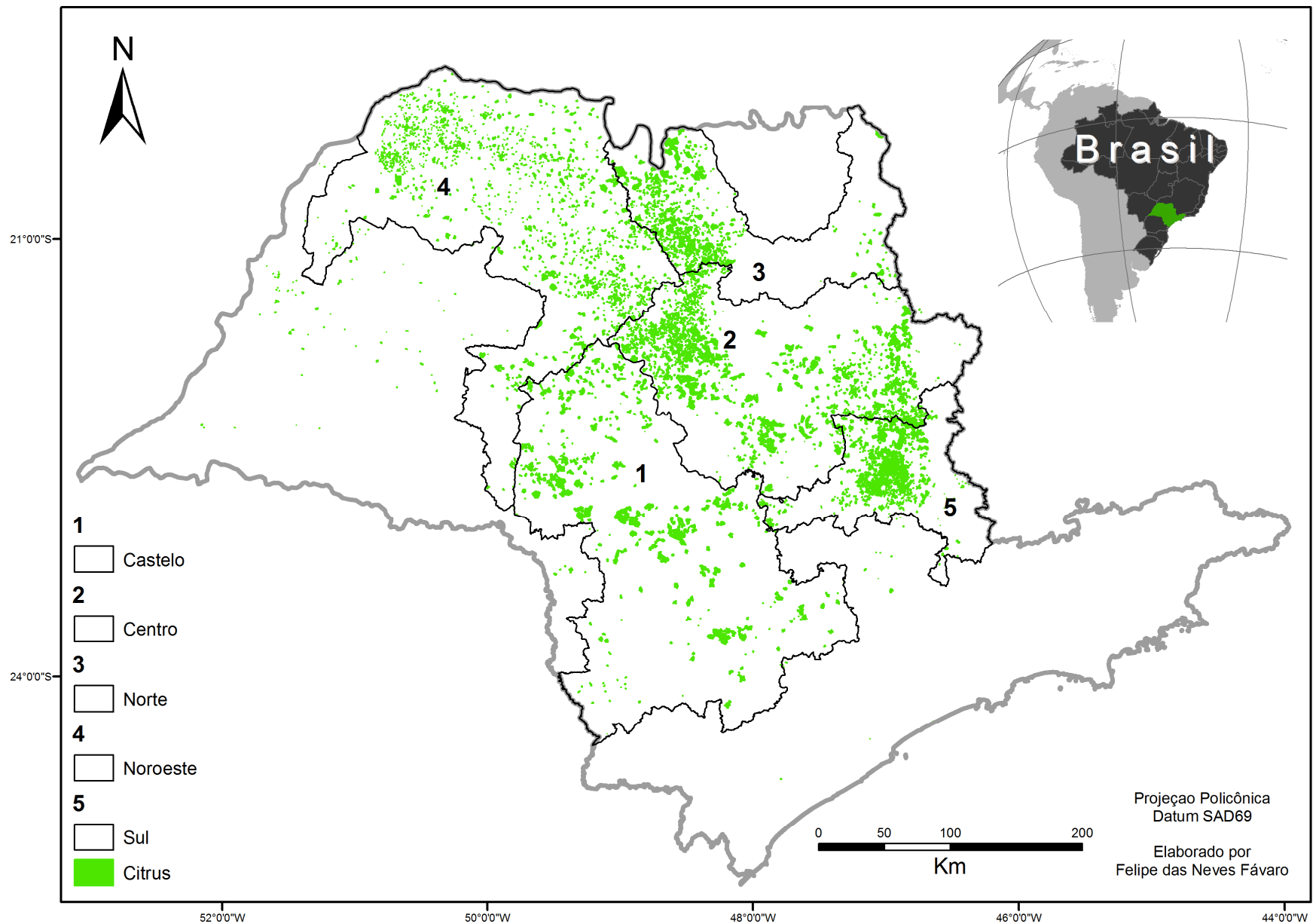


Figura 4.13 - Área de produção dentro do cinturão citrícola Paulista.

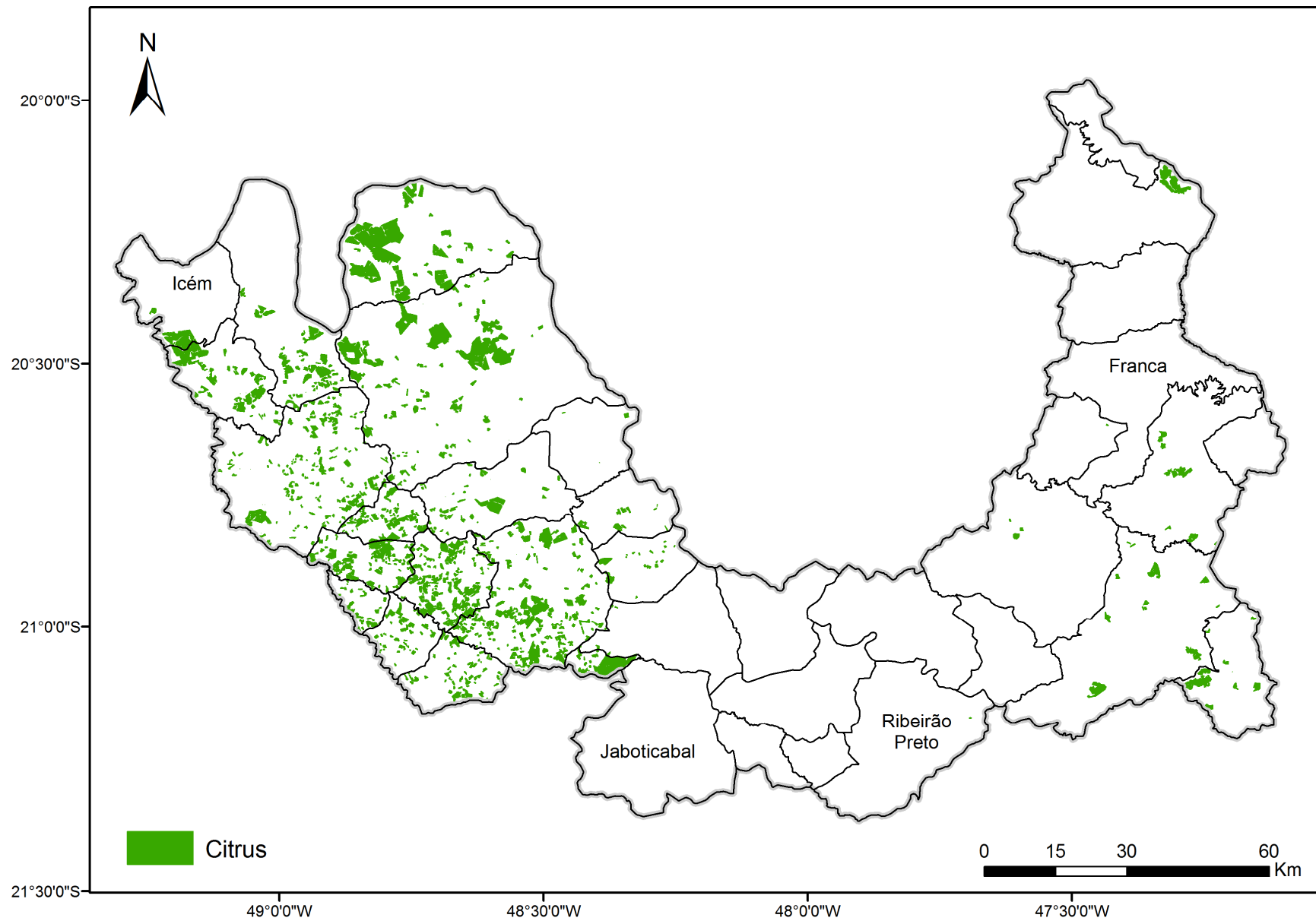


Figura 4.14 - Região Norte do cinturão citrícola

A Região citrícola de Castelo é, sem dúvida, a região com maior potencial de crescimento, pois em campo foi onde se observou a maior quantidade de áreas de cítrus ainda na fase de implantação, ou seja, lavouras até dois anos de crescimentos. Esta região apesar de fora das regiões tradicionalmente produtoras de cítrus já se configura em segundo lugar em área ocupada pela citricultura (Figura 4.15 e 4.16), confirmando assim a Literatura citada anteriormente. Os mapas individuais de cada uma das regiões citrícolas estão dispostos no apêndice B deste documento.

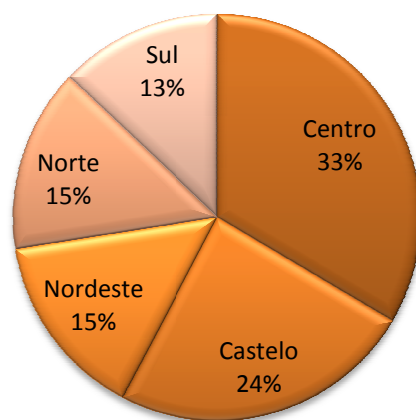


Figura 4.15 - Porcentual de área em cada uma das cinco regiões do cinturão citrícola.

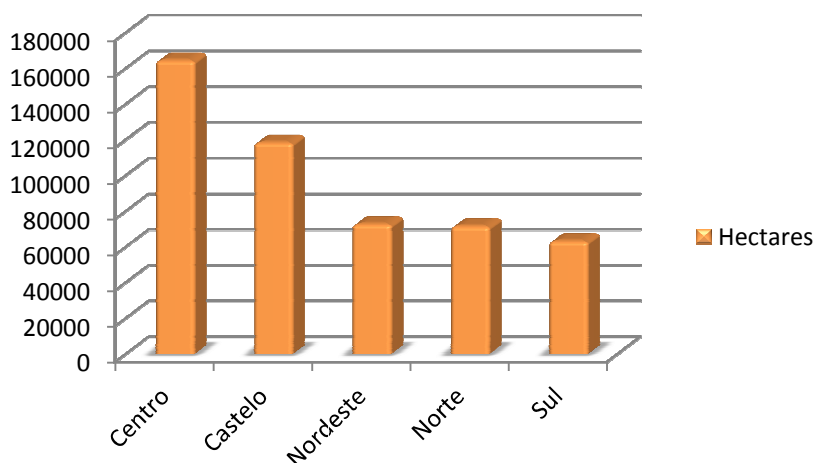


Figura 4.16 - Total de hectares em cada região do cinturão citrícola.

4.3. Exatidão do mapeamento

4.3.1 Avaliação da qualidade do mapeamento em campo

No caso do cítrus o trabalho de campo foi realizado, mas houve alguns obstáculos como a dificuldade de acesso e a falta de cooperação do dono ou responsável da propriedade. Isto acarreta dificuldades para observar os pontos amostrados no mapa para checar a qualidade do mapeamento. Especificamente no caso da citricultura foram encontrados três fatores que dificultaram a aquisição dos pontos.

Em primeiro lugar, a presença de cercas vivas do tipo sabiá, as quais atingem altura superior a das próprias culturas citrícolas e densidade muito alta impossibilitando em muitos casos a conferência de campo. Em segundo lugar, a grande distância das vias de acesso que se encontram a maior parte das áreas produtoras, impossibilitando a visita de um número maior de propriedades. Em terceiro lugar, a burocracia por parte das indústrias processadoras, as quais detêm as maiores propriedades produtoras, dificultando o acesso. Em relação a esse último fator é válido lembrar que as propriedades maiores apresentam maior diversidade de culturas, e culturas em fases fenológicas distintas, além de outros fatores que contribuem para o estudo do comportamento espectral. Mesmo assim, pode-se coletar informação de 1.121 pontos esparsamente distribuídos na região citrícola do estado. Nestes pontos visitados foi possível observar o índice de acerto no mapeamento. Em alguns casos pôde-se coletar, também, informações referente a cultura e as práticas de cultivo.

Obteve-se então com as informações de área nos pontos coletados a matriz de confusão com as duas classes: Cítrus e Não Cítrus Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Matriz de confusão com base nos pontos coletados em campo.

| | Dados de Referência | | Pontos classificados |
|---------------------|---------------------|------------|----------------------|
| | Cítrus | Não cítrus | |
| Cítrus | 478 | 31 | 509 |
| Não cítrus | 76 | 536 | 612 |
| Total de referência | 554 | 567 | 1121 |
| Exatidão geral (%) | 0,9045 | | |

A exatidão Global atingida foi de 91%, enquanto o índice Kappa foi de 0,81. Dos 1.121 pontos coletados 478 foram classificados como sendo cítrus e estavam certos e 31 foram classificados como sendo cítrus de forma errônea.

Um dos principais alvos responsáveis pela classificação errônea foram os seringais (Figura 4.17). Como pode ser visto essa espécie de cultivo apresenta um tom de marrom muito parecido com o da citricultura o qual dificulta o mapeamento do cítrus, além disso, a heveicultura é expressiva no Estado de São Paulo ocupando uma área de cerca de noventa mil hectares, o maior produtor nacional (IAC, 2013).

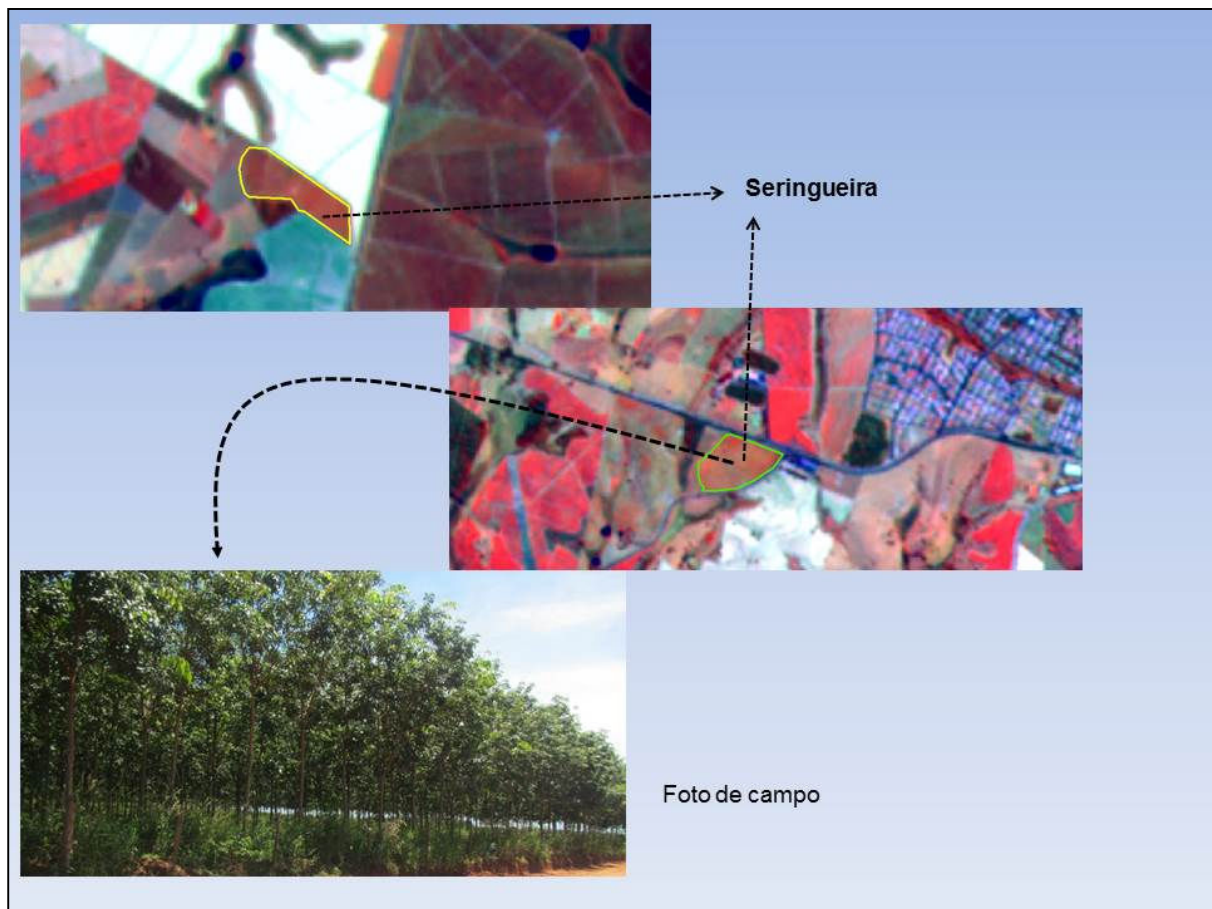


Figura 4.17 - Imagem do sensor Liss3 composição RGB342, destaque de área ocupada com seringueira (em amarelo e verde) e uma foto de campo.

4.3.2. Avaliação da qualidade do mapeamento com base em dados oficiais.

Como os dados do IBGE referentes à safra de 2012 ainda não estão disponíveis, utilizou-se os dados do IEA (2013b), com o objetivo avaliar os resultados do mapeamento, mesmo sabendo das subjetividades dos dados Tabela 4.3.

Tabela 4.3. Comparativo entre área interpreta e estimada pelo IEA.

| Região Administrativa | Área de cítrus (ha) | | Diferença a-b |
|-----------------------|-------------------------|-----------|---------------|
| | Interpretada imagem (a) | IEA(b) | |
| Araçatuba | 6.484,5 | 3.902,8 | 2.581,7 |
| Baixada Santista | 0 | 15,0 | -15,0 |
| Barretos | 60.638,7 | 71.328,2 | -10.689,4 |
| Bauru | 53.076,7 | 56.220,9 | -3.144,2 |
| Campinas | 125.386,5 | 161.390,1 | -36.003,6 |
| Central | 85.872,7 | 102.310,6 | -16.437,9 |
| Franca | 2.234,9 | 5.763,0 | -3.528,1 |
| Marília | 19.578,5 | 20.189,7 | -611,2 |
| Presidente Prudente | 789,3 | 139,1 | 650,2 |
| Registro | 20,7 | 10,7 | 10,0 |
| Ribeirão preto | 9.805,4 | 8.245,0 | 1.560,4 |
| Rio Preto | 56.368,7 | 81.822,8 | -25.454,0 |
| São José dos Campos | 0 | 233,7 | -233,7 |
| São Paulo | 0 | 62,1 | -62,1 |
| Sorocaba | 65.185,6 | 96.852,9 | -31.667,3 |
| Total | 485.442,3 | 608.486,4 | -123.044,1 |

Como pode ser observado na Tabela 4.2, o valor total das áreas de cítrus que foram mapeadas por meio de imagens de satélites ficaram abaixo dos estimados pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA). Esta diferença esta relacionada a dois fatores básicos: (i) o não mapeamento de lavouras de cítrus novos (com menos de 2 anos de idade), (ii) a metodologia adotada pelo IEA para converter pés em hectares (320 pés/ha como dito anteriormente) que não corresponde com a realidade da citricultura paulista. Somado a isto se tem a subjetividade nos levantamentos feitos pelo IEA.

4.4. Segunda Etapa - Análise espectro-temporal do cítrus

4.4.1 Cana-de-açúcar VS cítrus

Por meio de entrevistas realizadas durante o trabalho de campo, pode-se verificar que grande parte da área suprimida de cítrus, em especial a Laranja, era para dar lugar a Cana-de-Açúcar. Em especial, pôde-se encontrar essa situação na região central. Isso ocorreu por esta Região Administrativa ser intensamente utilizada pela agricultura, assim, as lavouras de laranjas que apresentam baixa produtividade e problemas de fitossanidade são substituídas em sua maior parte pela cultura da

cana-de-açúcar. A Figura 4.18 em maior nível de detalhes expressa claramente essa relação CanaXcítrus o cultivo intensivo dessas culturas na região.

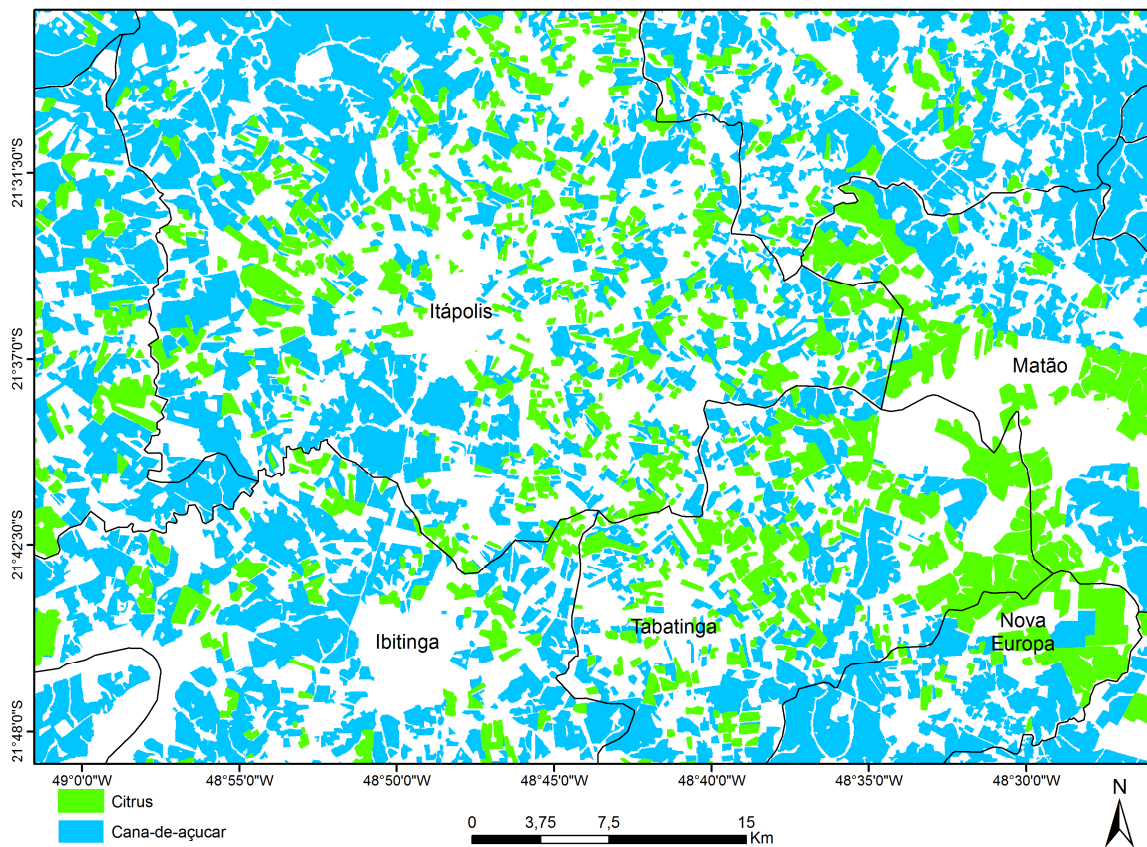


Figura 4.18 - Exemplo de uso intensivo da terra com citrus e Cana-de-açúcar em 2012.

De modo geral no estado 64.617 hectares que eram citrus em 2007 passaram a ser cana em 2012. Como pode ser visto nas figuras 4.19 e 4.20 as regiões que tiveram maiores áreas citrícolas suprimidas passando a ser cana-de-açúcar foram as regiões Central, Barretos e São José do Rio Preto. Na Figura 4.21 pode ser visto essa transição em escala mais detalhada .

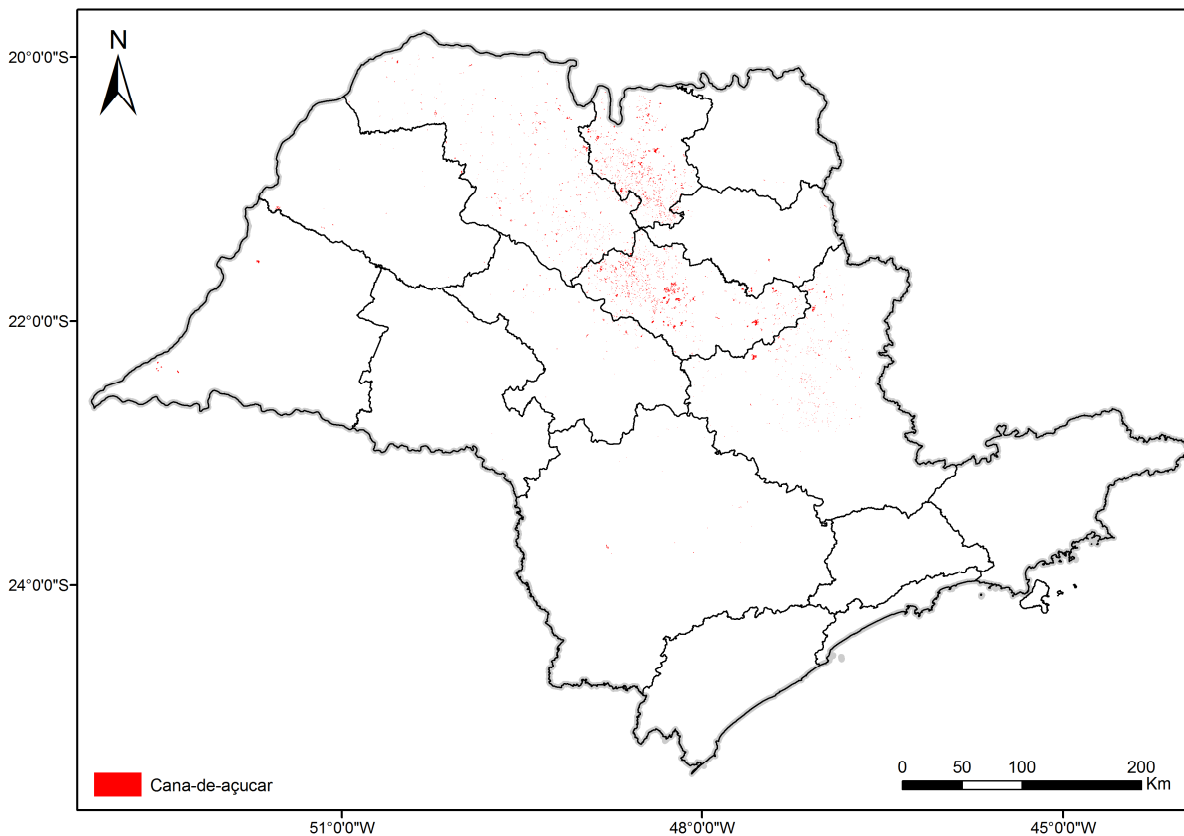


Figura 4.19 – área de Cana-de-açúcar em 2012 que era cítrus em 2007.

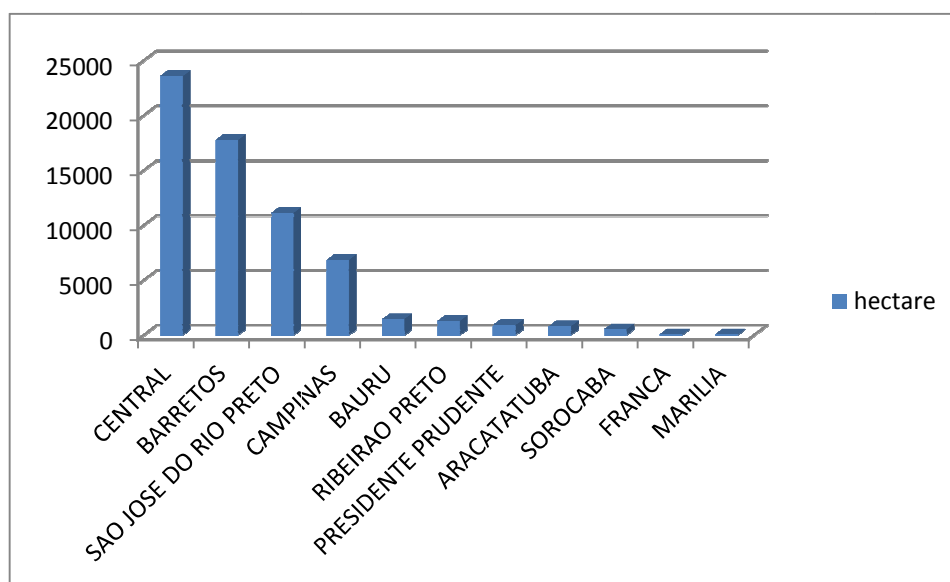


Figura 4.20 – Área em hectares de cana-de-açúcar em 2012 que era cítrus em 2007.

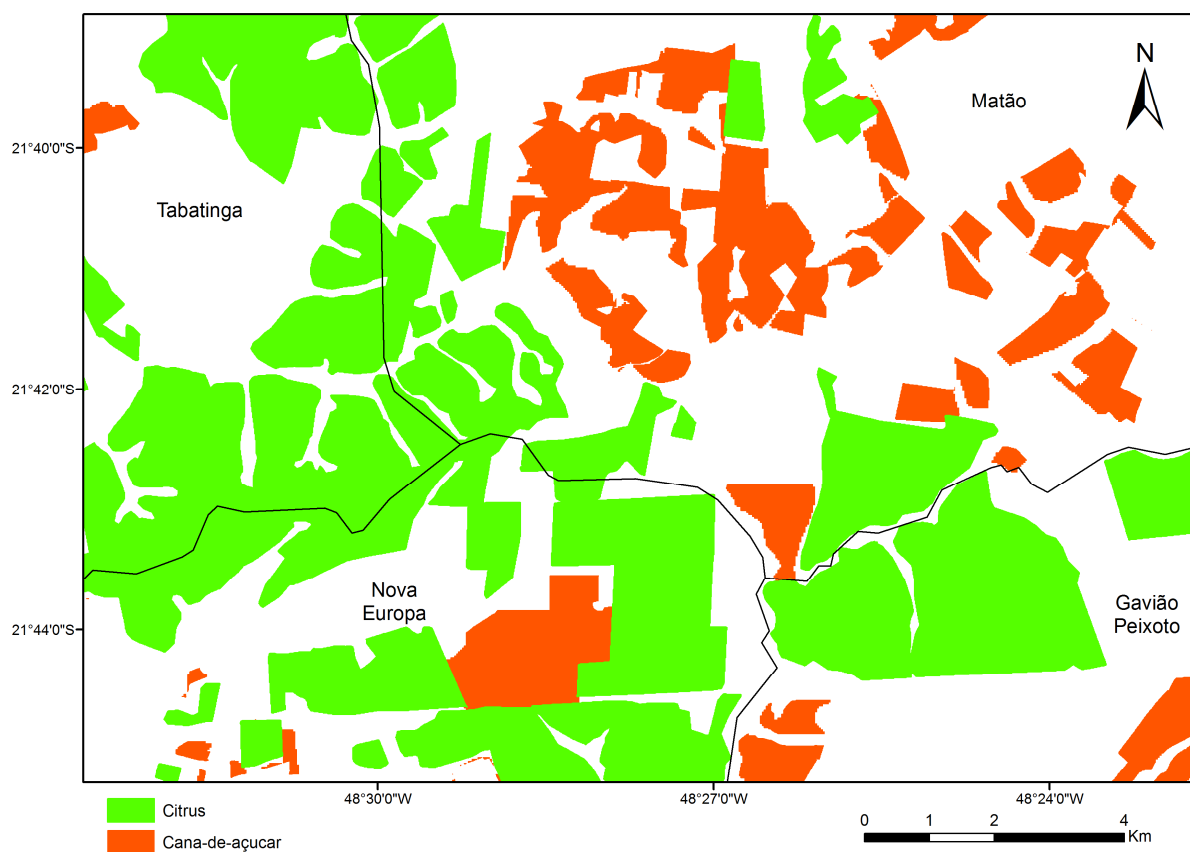


Figura 4.21 – Exemplo de área ocupada por cítrus em 2007 que passou a ser cana-de-açúcar em 2012.

No entanto como pode ser visto na Tabela 4.4 e na Figura 4.22 as duas maiores regiões de expansão da cana-de-açúcar no período estudado (2007-2012) foi em regiões que a citricultura não exerce amplamente a atividade como Presidente Prudente e Araçatuba, com incremento de 87% e 44% respectivamente.

Além disso, nas RA's onde a citricultura tem crescido pode-se observar outras análises. Por exemplo, se dividirmos a área ocupada por Cana-de-açúcar pela área ocupada por cítrus vemos que no ano de 2007 a área ocupada pela cana-de-açúcar na região de Sorocaba era 4,5 vezes maior que a citricultura e em 2012 esse número caiu para 3,7 vezes, já na Região de Marília esse número caiu de 126 vezes para 21 vezes. Dessa forma nota-se que nessas regiões as áreas citrícolas tem se tornado mais expressiva em valores de hectares ocupados.

Tabela4.4. Comparativo de área ocupada por cana-de-açúcar 2007 e 2012.

| Região administrativa | Disponível para colheita (ha) | | | % aumento |
|-----------------------|-------------------------------|---------------|---------|-----------|
| | 2007/2008 (a) | 2012/2013 (b) | (b-a) | |
| Araçatuba | 376.450 | 542.159 | 165.709 | 44,0 |
| Baixada Santista | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| Barretos | 314.234 | 369.837 | 55.603 | 17,7 |
| Bauru | 393.308 | 441.735 | 48.427 | 12,3 |
| Campinas | 454.086 | 482.661 | 28.575 | 6,3 |
| Central | 355.519 | 418.718 | 63.199 | 17,8 |
| Franca | 421.891 | 453.303 | 31.412 | 7,4 |
| Marília | 336.795 | 401.604 | 64.809 | 19,2 |
| Presidente Prudente | 224.725 | 420.067 | 195.342 | 86,9 |
| Registro | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| Ribeirão Preto | 409.288 | 424.401 | 15.113 | 3,7 |
| São José do Rio Preto | 476.587 | 671.282 | 194.695 | 40,9 |
| São José dos Campos | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| São Paulo | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| Sorocaba | 199.046 | 243.297 | 44.251 | 22,2 |
| Total | 3.961.929 | 4.869.064 | 907.135 | 22,9 |

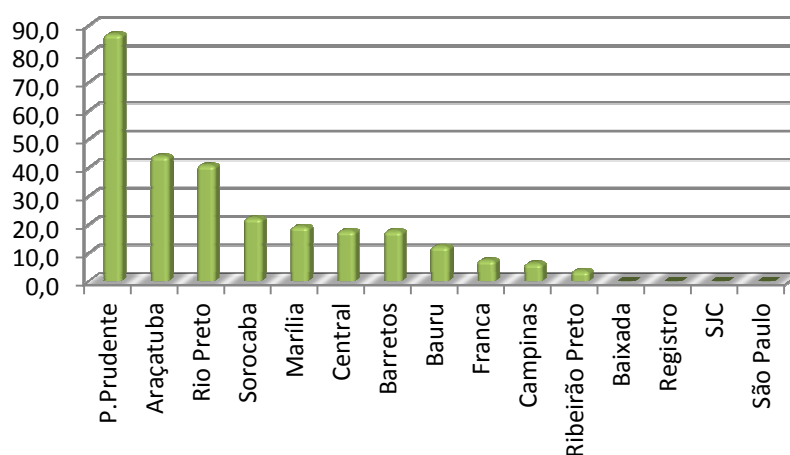


Figura 4.22 - Porcentagem de crescimento de cana-de-açúcar por região administrativa.

4.4.2 Tipos de solos vs Cítrus

De acordo com os tipos de solo de Oliveira (1999) e o mapa de cítrus do ano de 2012, chega-se ao resultado do percentual ocupado pela atividade citrícola em cada classe pedológica Figura 4.23.

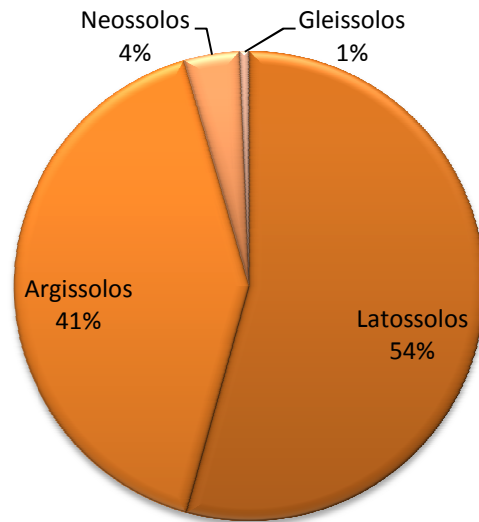


Figura 4.23 - Porcentual de solos utilizados para a atividade citrícola, realizado com base no mapa de solos de Oliveira (1999).

Na Figura 4.24 pode ser visto um exemplo de áreas de produção citrícola que ocupam dois tipos de solos diferentes. Em azul o solo utilizado é o Argissolo e em laranja é o s Latossolo. E na Tabela 4.5 nota-se que os solos mais requeridos pela agricultura em São Paulo como os Latossolos e os Argissolos também foram os que tiveram maior retração de área ocupada.

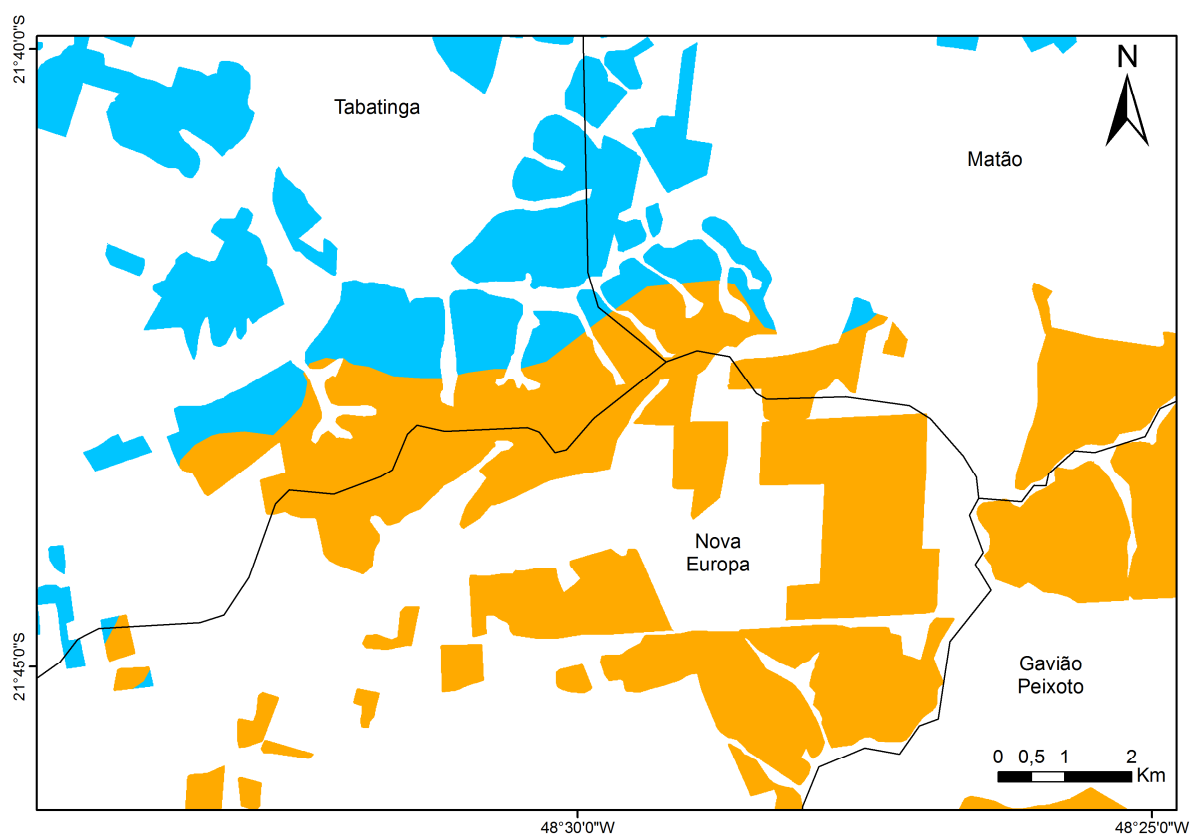


Figura 4.24 - Diferentes tipos de solo utilizados pela citricultura.

Tabela 4.5. Comparativo de área ocupada pelos diferentes tipos de solo em 2007 e 2012.

| Tipos de solo | Área de cítrus (ha) | | Diferença b-a | Aumento % |
|---------------|---------------------|-----------|------------------|--------------|
| | 2007 (a) | 2013 (b) | | |
| Latosolos | 280467,60 | 262382,79 | -18084,8 | -6,4 |
| Argissolos | 240283,54 | 199397,57 | -40886,0 | -17,0 |
| Neossolos | 19078,40 | 18489,19 | -589,2 | -3,1 |
| Gleissolos | 3156,45 | 3055,21 | -101,2 | -3,2 |
| Nitossolos | 466,49 | 1445,38 | 978,9 | 209,8 |
| Planossolos | 420,28 | 345,61 | -74,7 | -17,8 |
| Cambissolos | 222,55 | 195,80 | -26,8 | -12,0 |
| Organossolos | 47,08 | 130,72 | 83,6 | 177,6 |
| Espodossolos | 0,01 | 0,04 | 0,0 | 615,8 |

4.4.3 Declividade vs Cítrus

A declividade é sem dúvidas uma variável muito importante para as atividades agrícolas, pois tem uma íntima relação com a conservação de solo e consequentemente erosão. Além disso, a declividade limita o uso de mecanização.

Na Figura 4.25 em conjunto com a tabela 4.6 nota-se que a maior parte da área ocupada pela atividade citrícola no estado esta contida numa declividade entre 3 e 8%. Cerca de 24% encontram em áreas com declividade entre 8 e 20% e 11% da área entre 0 e 3%. Em um nível de detalhes melhorado na Figura 4.26 temos o exemplo de diferentes níveis de declividade de lavouras de cítrus.

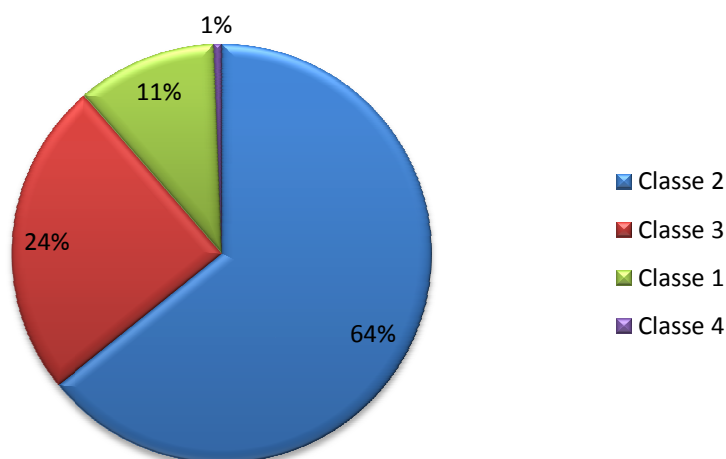


Figura 4.25 - Área de cítrus em diferentes declividades.

Tabela 4.6 - Níveis de declividade e classes de relevo.

| Declividade (%) | Fase de Relevo |
|-----------------|---------------------|
| 0-3 | Plano |
| 3-8 | Suavemente ondulado |
| 8-20 | Ondulado |
| 20-45 | Fortemente ondulado |
| 45-75 | Montanhoso |
| >75 | Escarpado |

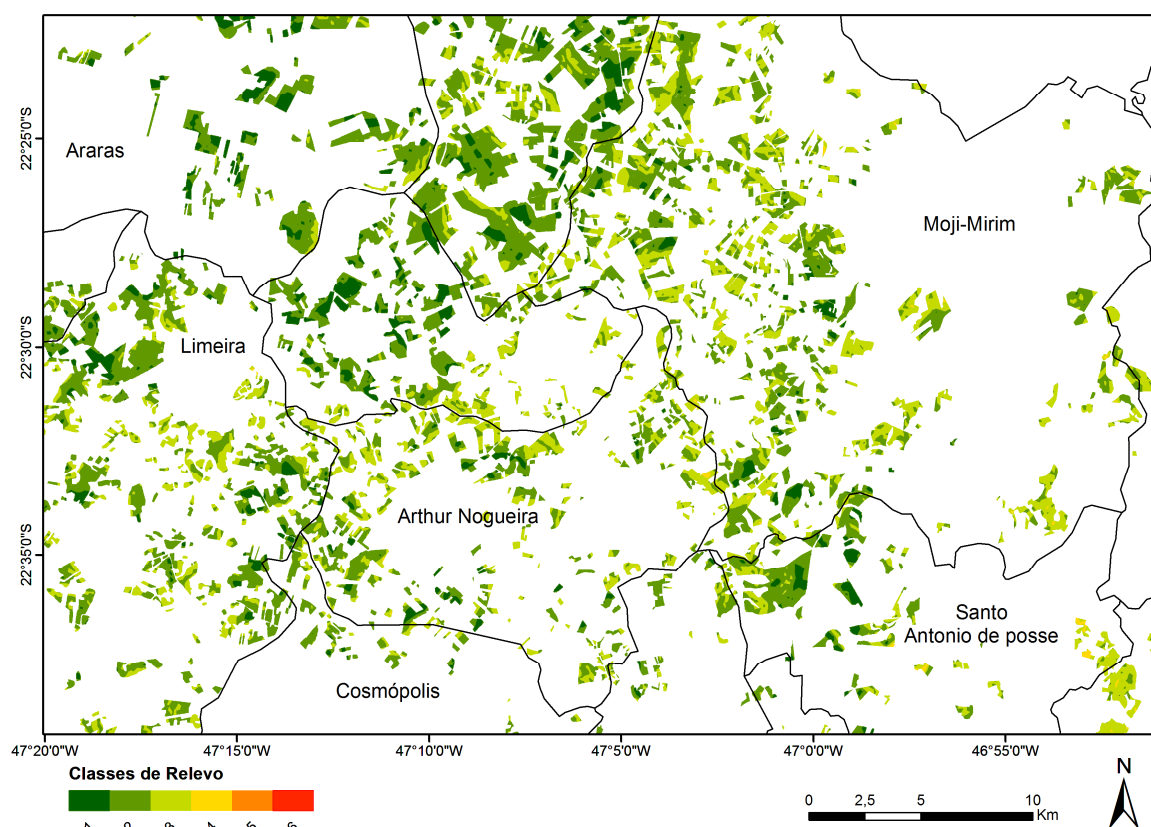


Figura 4.26 – Exemplo de áreas citrícolas em diferentes classes de relevo.

Na Tabela 4.7 nota-se que entre os anos estudados as classes de relevo 1 e 2, as mais planas, foram as que mais tiveram maior retração de área cultivada. Isso pode ser devido ao fato de a cana-de-açúcar ter tido um aumento gigantesco de mecanização nos últimos anos, buscando dessa forma áreas planas onde as máquinas possam trabalhar sem problemas. A mecanização na citricultura está longe de ser realidade no país, e devido a esse fato ainda temos aumento de área cultivada na classe 3 denominada ondulada.

Tabela 4.7. Comparativo de área ocupada pelas diferentes classes de relevo em 2007 e 2012.

| Classe do relevo | Área de cítrus (ha) | | Diferença b-a | Aumento % |
|------------------|---------------------|----------|------------------|--------------|
| | 2007 (a) | 2013 (b) | | |
| 2 | 366291,1 | 311420,8 | -54870,3 | -15,0 |
| 3 | 109802,3 | 118633,5 | 8831,2 | 8,0 |
| 1 | 66169,8 | 52553,8 | -13616,0 | -20,6 |
| 4 | 1804,5 | 2753,2 | 948,7 | 52,6 |
| 5 | 74,7 | 81,0 | 6,3 | 8,4 |
| 6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

5.CONCLUSÃO

A área total mapeada com cítrus em 2012 foi de 485.442 hectares, 10,8% a menos que a mapeada em 2007. A exatidão Global de mapeamento foi de 0,90 e o Índice Kappa de 0,81.

Foi observado que houve migração do plantio de cítrus das regiões tradicionais de cultivo, como a região administrativa de Campinas e Central para regiões como Sorocaba, Marília e Bauru.

Observou ausência da cultura do cítrus em municípios do cinturão citrícola, onde tradicionalmente se cultivava esta cultura. Isto, sem dúvida, caracteriza uma retração e fuga da prática da citricultura, para outra região do estado.

A disputa de terra da citricultura com a cana-de-açúcar tem estimulado muitos produtores a mudar de atividade agrícola. Entre 2007 e 2012 cerca de 64.617 hectares mudaram suas lavouras de cítrus para cana-de-açúcar no estado. Além disso, pode-se concluir que a direção de expansão dessas culturas entre os anos estudados foram alheias.

Os solos utilizados pela citricultura são: em primeiro lugar com 54% os Latossolos, em segundo lugar com 45% os Argissolos, em terceiro lugar com 4% os neossolos e em quarto lugar com cerca de 1% os Gleissolos. Os Latossolos e os Argissolos são os solos que tiveram maior retração de área entre os anos estudados.

Com relação às classes de relevo, cerca de 64% das lavouras de cítrus estão presentes na classe suavemente ondulado com declividade entre 3-8%. Cerca de 24% na classe ondulado com declividade entre 8-20%. Em terceiro lugar com 11% da área ocupada o relevo plano com declividade entre 0-3% e por último com cerca de 1% da área no relevo fortemente ondulado, declividade entre 20-45%. As classes 1 e 2 foram as que mais tiveram retração de área entre os anos estudados.

De modo geral pode-se concluir que a citricultura tem buscado novas áreas produtoras sim, e de fato as tradicionais regiões produtoras têm deixado de ser a opção de muitos. E desta forma este trabalho é pioneiro em espacializar de forma objetiva a mudança geográfica da citricultura no Estado de São Paulo.

Por último recomenda-se além da continuidade do estudo para anos subsequentes a ampliação dos estudos para outros estados da federação, como por exemplo, o Paraná que segundo os dados oficiais tem vivenciado um aumento da área citrícola em seu território.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMI, M. MOREIRA, M.A. BARROS, M.A. Confiabilidade do mapeamento. In: MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologia de aplicação**. 4a ed. Viçosa –MG: UFV, 2011. p. 356- 371.
- ADAMI, M.; MOREIRA, M. A.; RUDORFF, B. F. T.; FREITAS, C. C.; FARIA , R. T. Expansão direta na estimativa de culturas agrícolas por meio de segmentos regulares. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 57, n. 1, p. 22-27, 2005.
- AGUIAR, D. A.; RUDORFF, B. F. T.; SILVA, W. F.; CARVALHO, M. A.; GOLTZ, E.; AULICINO, T. L. I. N.; BRANDÃO, D.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M. **Mapeamento da colheita da cana-de-açúcar no estado de São Paulo – ano safra 2008/2009**. José dos Campos: INPE, 2010, 87 p. (sid.inpe.br/mtc-m19@80/2010/07.13.16.10-RPQ).
- AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; RUDORFF, B. F. T.; SUGAWARA, L. M.; CARVALHO, M. A. **Expansão de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: safras 2003/2004 a 2008/2009**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. p. 9-16. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15801-PRE/10411). Disponível em: <http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.18.21>>. Acesso em: 26 set. 2013.
- ARCOVERDE, G. F. B.; EPIPHANIO, J. C. N.; MARTINS, V. A.; MAEDA, E. E.; FONSECA L. M. G. Mapeamento de citros: avaliação de classificadores por árvore de decisão. **Revista Brasileira de Cartografia** v. 62, n. 1, p. 91-102, mar. 2010.
- AGÊNCIA SEBRAE DE NOTÍCIAS (ASN). **Produção integrada chega à citricultura**. 2004. Disponível em: <<http://asn.interjornal.com.br/site/noticia.kmf?noticia=23004&canal=199&total=57&indice=10>>. Acesso em: 18 nov. 2011.
- AZEVÊDO, C. L. L. Produção Integrada de Citros - BA. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical** - Sistema de Produção, n.15 – 2. ed. 2007. ISSN 1678-8796 Versão eletrônica. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosBahia_2ed/index.htm>. Acesso em: 10 jan. 2012.
- BOTEON, M. **Cadeia agroindustrial de citros**. Piracicaba: Cepea.esalq.Usp, 2013. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/citros/cadeia_citros.pdf>. Acesso em: 01 abr. 13.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Setores da economia: agronegócio**. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/setores-da-economia/agronegocio/print>>. Acesso em: 30 jul. 2013
- CASER, D. V.; AMARO, A.A. Evolução da produtividade na citricultura paulista. In: **Informações Econômicas**, SP, v. 34, n.10, p. 7- 12. aut. 2004.

CASER, D.V.; CAMARGO, A.M.M.P. de; AMARO, A.A. Densidade de plantio em cultura perenes na agricultura paulista. **Informação Econômicas**, SP, v.30, n.7, p.45-53, 2000.

CASTILLO PAYACAN, S. C.; FORMAGGIO, A. R. Evaluación de datos del satélite CBERS para mapeamiento de áreas citrícolas a nivel municipal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 865-872. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. (INPE-12614-PRE/7907). Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.19.10>>. Acesso em: 29 nov. 2013.

CIUFFA ,A. L.. Instituto Geográfico e Cartográfico (Org.). **Mapas das Regiões Administrativas**. Disponível em: <http://www.igc.sp.gov.br/produtos/mapas_ra.aspx?ra=6>. Acesso em: 28 nov. 2012.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1999. 136 p.

CONGALTON, R. G.; MEAD, R. A. A quantitative method to test for consistency and correctness in photointerpretation. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.49, n. 1, p. 69-74, 1983.

COVRE, M. **Influência de parâmetros culturais de cítrus sobre os dados TM/Landsat**. 1989. 241 p. (INPE-4856-TDL/367). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Sao Jose dos Campos. 1989. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.18.23.38.59>>. Acesso em: 14 jan. 2012.

DUARTE, V.; MOREIRA, M. A.; RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E. Banco de informações agrícolas do Município de Itápolis – SP, utilizando imagens de satélite e sistema de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10. (SBSR), 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. p. 51-58. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00016-1. (INPE-8214-PRE/4003). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/lise/2001/09.12.16.46>>. Acesso em: 29 nov. 2013.

EMBRAPA. **Sistema de produção para pequenos produtores de citros do nordeste**. Sistema de Produção, 17. ISSN 1678-8796 Versão eletrônica Dez/2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNEPequenosProdutores/index.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412p.

EPIPHANIO, J. C. N.; LUIZ, A. J. B.; FORMAGGIO, A. R. Estimativa de áreas agrícolas municipais utilizando sistema de amostragem simples sobre imagens de satélite. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 187-197, 2002.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina deTextos, 2007. 97 p.ISBN (978-85-86238-71-0).

FOODY, G. M. Status of land cover classification accuracy assessment. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 80, p.185-201, 2002.

FREITAS FILHO, M. R.; MEDEIROS, J. S. Análise multitemporal da cobertura vegetal em parte da Chapada do Araripe - CE, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7. (SBSR), 1993, Curitiba, BR. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. v. 2, p. 73-80. Printed, On-line. ISBN 978-85-17-00053-9. (INPE-7875-PRE/3715). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.20.01.58>>. Acesso em: 29 nov. 2013.

FUNDECÍTRUS. Greening atinge 6, 9 das plantas e 64,1 dos talhões. **Citricultor**, Araraquara, v. 17, p.10-11, 01 set. 2012.

Hay, A.M. The derivation of global estimates from a confusion matrix. **International Journal of Remote Sensing**, v.9, n.8, p.1395-1398, 1988.

HIROTA, M. M. (Org.). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica - período 2011-2012: RELATÓRIO TÉCNICO**. Disponível em: <http://www.sosma.org.br/link/atlas2011-12/ATLAS_apresentacao_2011_2012_COLETIVA.pdf>. Acesso em: 22 out. 2013.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). **Programa seringueira**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/seringueira/>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. On line. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sp>>. Acesso em 02 nov.2011.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA(IEA). **Área e produção dos principais produtos da agropecuária do Estado de São Paulo (2007)**. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>. Acesso em out. 2008.

BRASIL. IEA. **Valor da terra nua**. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/precior.aspx?cod_tipo=1&cod_sis=8>. Acesso em: 04 jun. 2013.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA). **Estatísticas de produção paulista**. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1>. Acesso em: 28 jul. 2013.

JACKSON, R. D.; REGINATO, R. J.; PINTER Jr., P. J.; IDSO, S. B. Plant canopy information extraction from composite scene reflectance of row crops. **Applied Optics**, v. 18, n. 22, p. 3775-3782, 1979.

MATTOS JUNIOR, D. et al. **Citros**: principais informações e recomendações de cultivo. Boletim Técnico 200 (IAC), 2005. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Citros/Citros.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2011.

MCROBERTS, R. E. Satellite image-based maps: scientific inference or pretty pictures?. **Remote Sensing of Environment**. v. 115, n. 2, p. 715-724, 2011.

MOREIRA, S.; MOREIRA, C. **História da citricultura no Brasil**. In: RODRIGUEZ, O. et al. A citricultura brasileira. 2. ed. Campinas, Fundação Cargill, 1991, p 1-21.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2011. 307p.

MOREIRA, M. A.; ADAMI, M.; BARROS, M.A.; RUDORFF, B.F.T. **Emprego de imagens TM/Landsat-5 e da abordagem da classificação híbrida para mapear áreas de citros no estado de São Paulo**. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, 2009. p. 309-316.

NAERT, B. Carcterisation de la signature spectrale, spatiale et temporelle de vignes et vergers – application a la teledetection du sol et de la culture. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON SPECTRAL SIGNATURES OF OBJECTS IN REMOTE SENSING, 1985, Les Arcs, France. **Proceedings...** Montfaver: INRA, 1985. p. 467-474.

NEVES, M. F. (Org.). **O Retrato da citricultura Brasileira**. 2010. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com.br/exportadores-citricos/biblioteca/artigo193605-1.asp>>. Acesso em: 03 out. 2011.

NEVES, M. F. et al. **Caminhos para a citricultura – Uma Agenda para Manter a Liderança Mundial**. São Paulo: Ed. Atlas, 2007. 110 p. ISBN (978-85-224-4782-4).

NEVES, F. M.; LOPES, F. F.; TROMBIN, V. G.; AMARO, A. A.; NEVES, E. M.; JANK, M. S. **citros mudanças geográficas**. AgroAnalysis revista do agronegócio da FGV. Julho 2007. <www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=249> Acesso, 7 de agosto de 2013.

NEVES, M. F. **Sistema agroindustrial citrícola: um exemplo de quase-integração no agribusiness brasileiro**. 1995. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresa) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1995. 119 p.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), 1999. Escala 1:500.000.

OLIVEIRA, C. G. et al. Extração da informação altimétrica a partir de estéreo-pares do TerraSAR-X: resultados iniciais para uma área de relevo plano no Vale do Rio Curaçá (BA). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. p. 7369-7375. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.10.12.47/doc/7369-7375.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2011.

PARADELLA, W. R. et al. A geração de modelos digitais de elevação pela estereoscopia de radar: conhecimento atual e resultados com imagens RADARSAT-1 na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10.,

2001, Foz do Iguaçu, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. p. 1333-1340. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2001/poster/258.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2011.

PONZONI, F. J. ALMEIDA, E. S. **A estimativa do parâmetro kappa (k) da análise multivariada discreta no contexto de um SIG**. In: VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador 1996, p. 729-733.

ROSS, Jurandyr L. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 1998. 549 p. ISBN(85-314-0242-5).

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M. A. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. **Remote Sensing**. 2010; 2(4):1057-1076. doi: <10.3390/rs2041057>.

SANCHES, I. D.; GÜRTLER, S.; FORMAGGIO, A. R. Discriminação de variedades de citros em imagens CCD CBERS-2. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 277-284. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. (INPE-12588-PRE/7881). Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.19.18>>. Acesso em: 29 nov. 2013.

SESHADRI, K.; RAO, M.; JAYARAMAN, V.; THYAGARAJAN, K.; MURTHI, K., **Resourcesat-1: a global multi-observation mission for resources monitoring**. Acta Astronautica, v.57, p.534-539, 2005.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do estado de São Paulo**. São Paulo: CIBPU, 1966. 61 p.

VALERIANO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. C. G. **TOPODATA: processamento dos dados SRTM**. São José dos Campos: INPE, 2010. 79 p. (sid.inpe.br/mtc-m19@80/2010/05.10.18.42-RPQ). Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/37FCH9B>>. Acesso em: 12 fev. 2012.

ZAFALON, M. Pomares paulistas recuam 21,0% neste ano, mostra IBGE. **Folha de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.scotconsultoria.com.br/noticias/agronegocio-na-midia/29307/pomares-paulistas-recuam-210-neste-ano-mostra-ibge.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2013

APÊNDICE A – MAPAS DE CITRICULTURA POR REGIÃO ADMINISTRATIVA

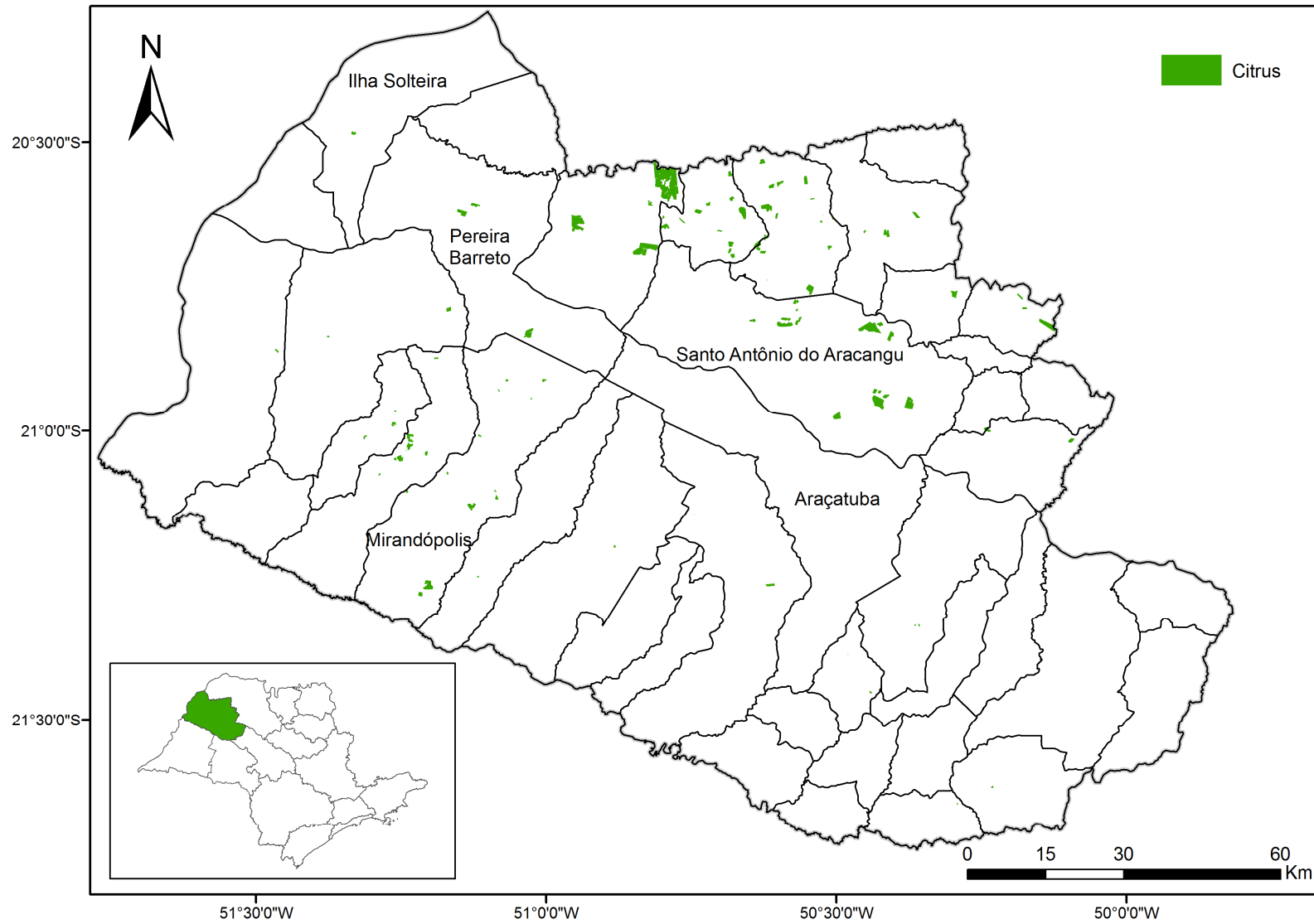


Figura A.1- Área de produção na Região de Araçatuba

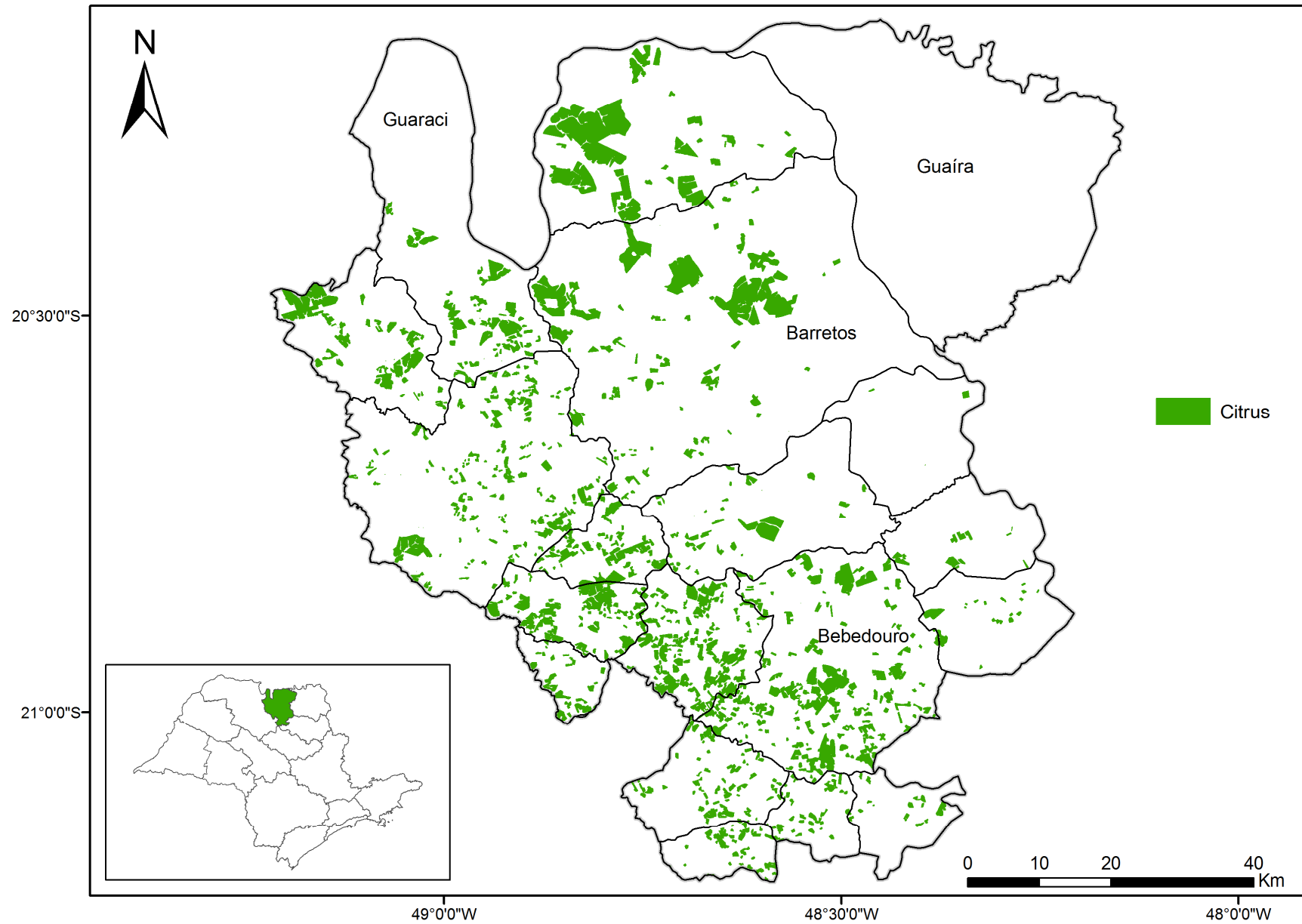


Figura A.2- Áreas de produção na região de Barretos.

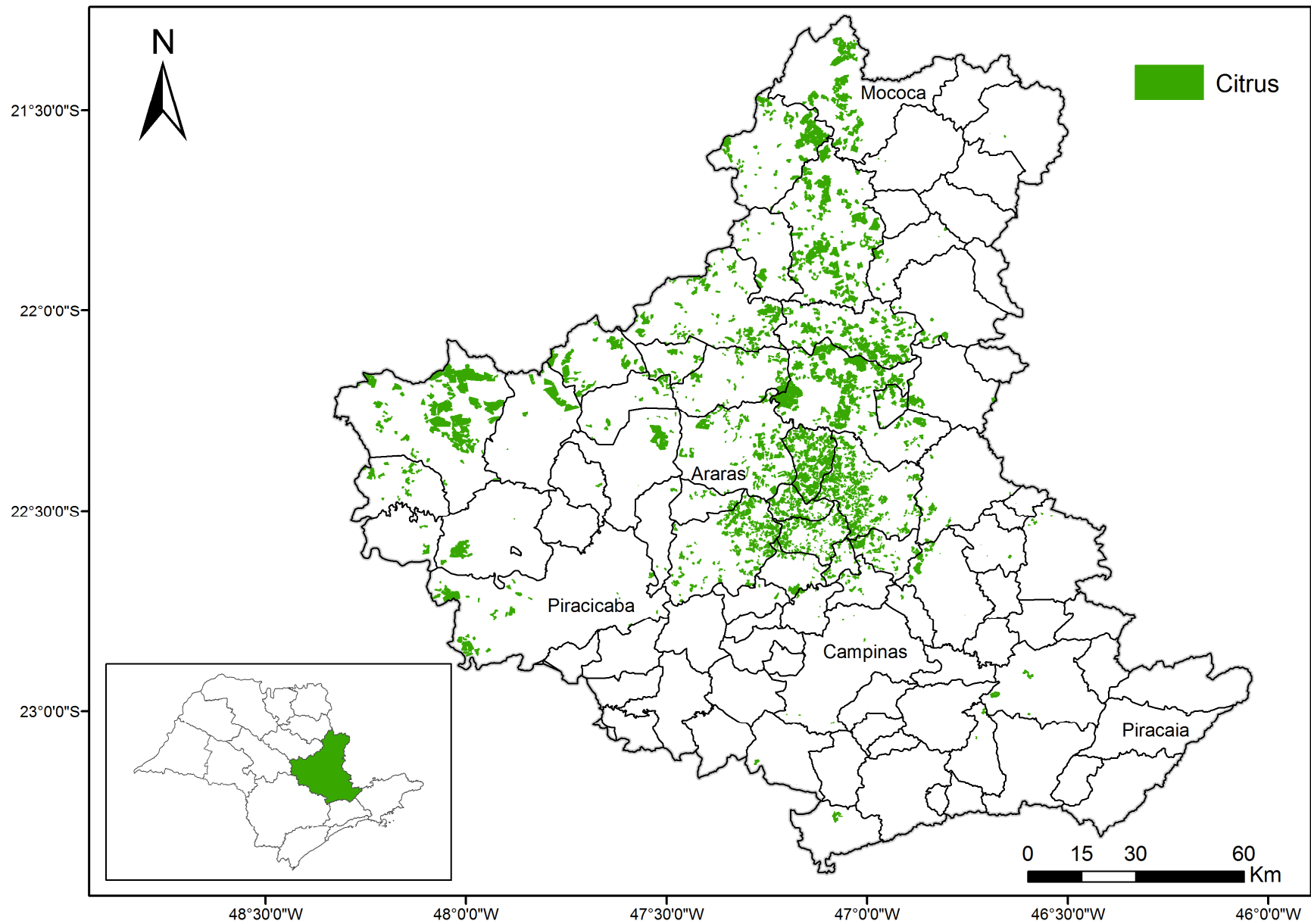


Figura A.3- Área de produção na Região de campinas.

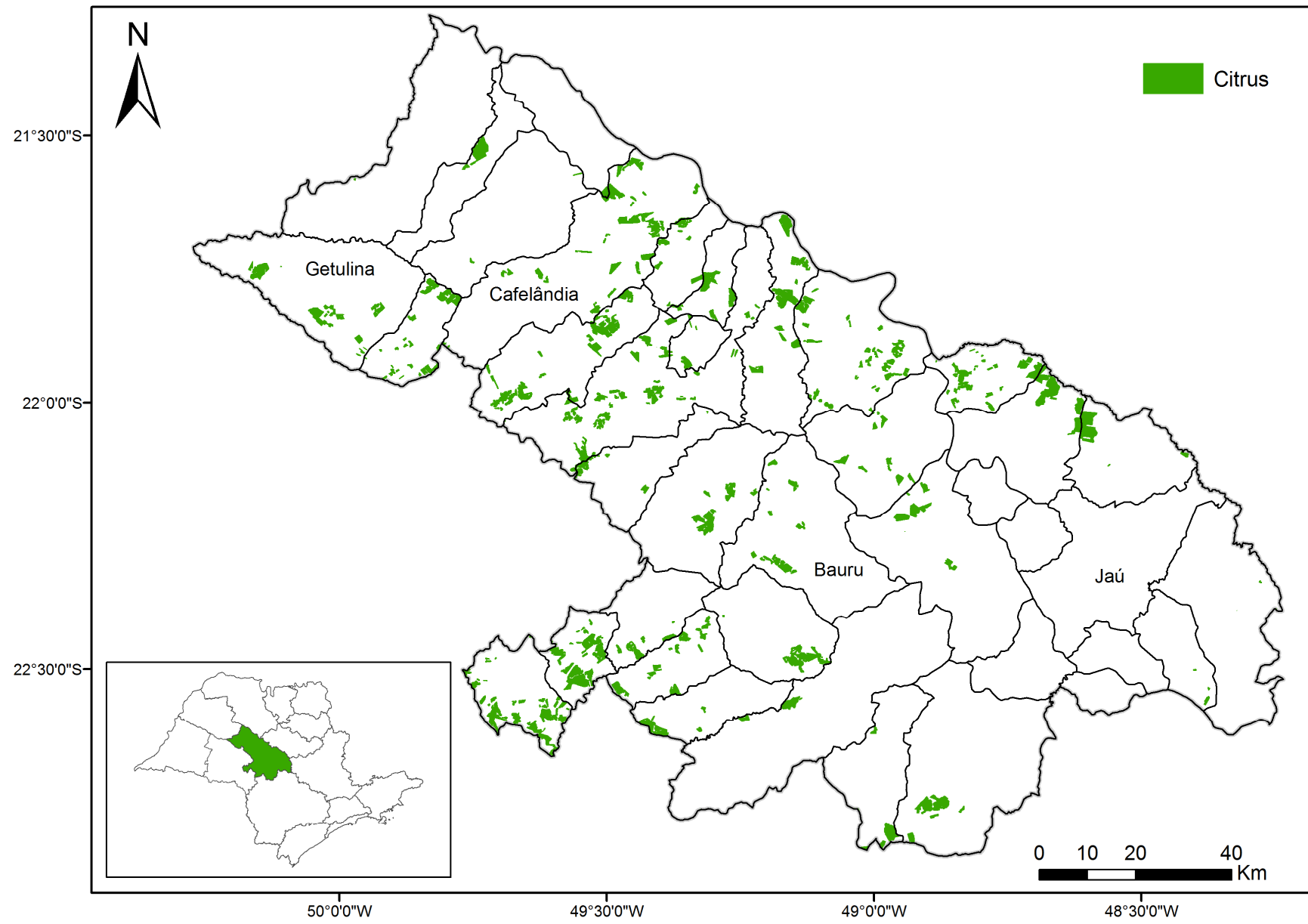


Figura A.4- Área de produção na Região de Bauru.

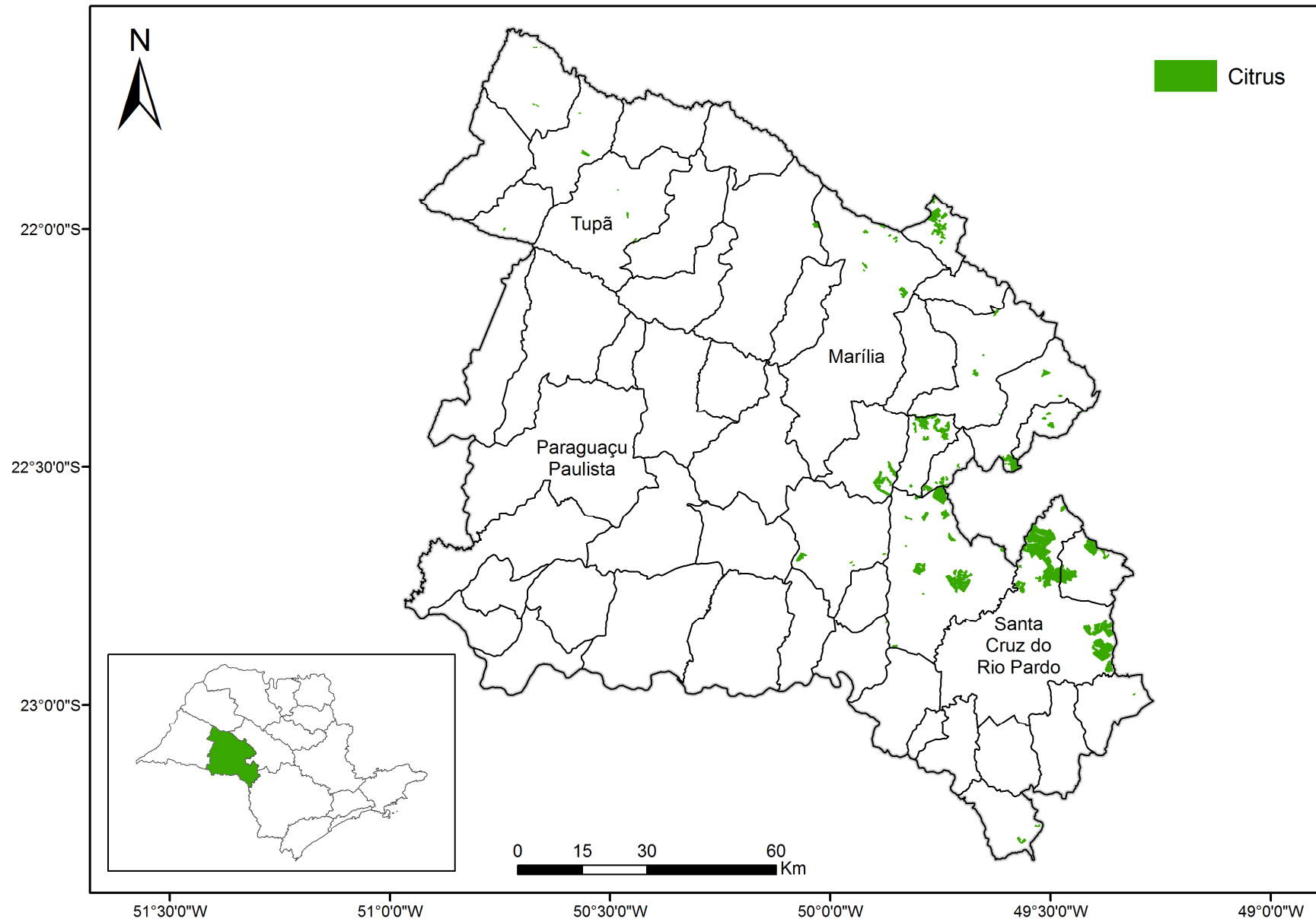


Figura A.5- Área de produção na Região de Marília

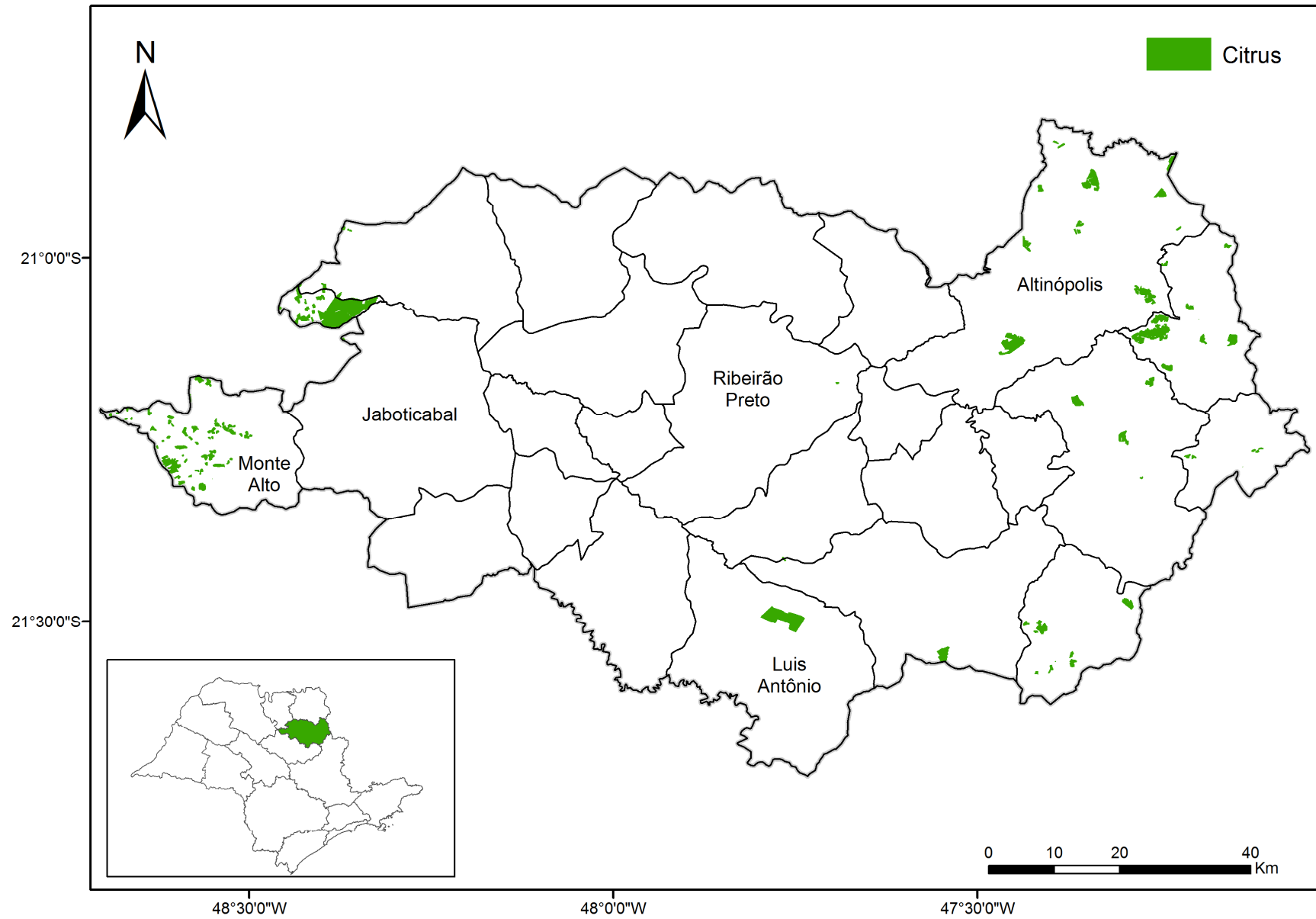


Figura A.6- Área de produção na Região de Ribeirão Preto

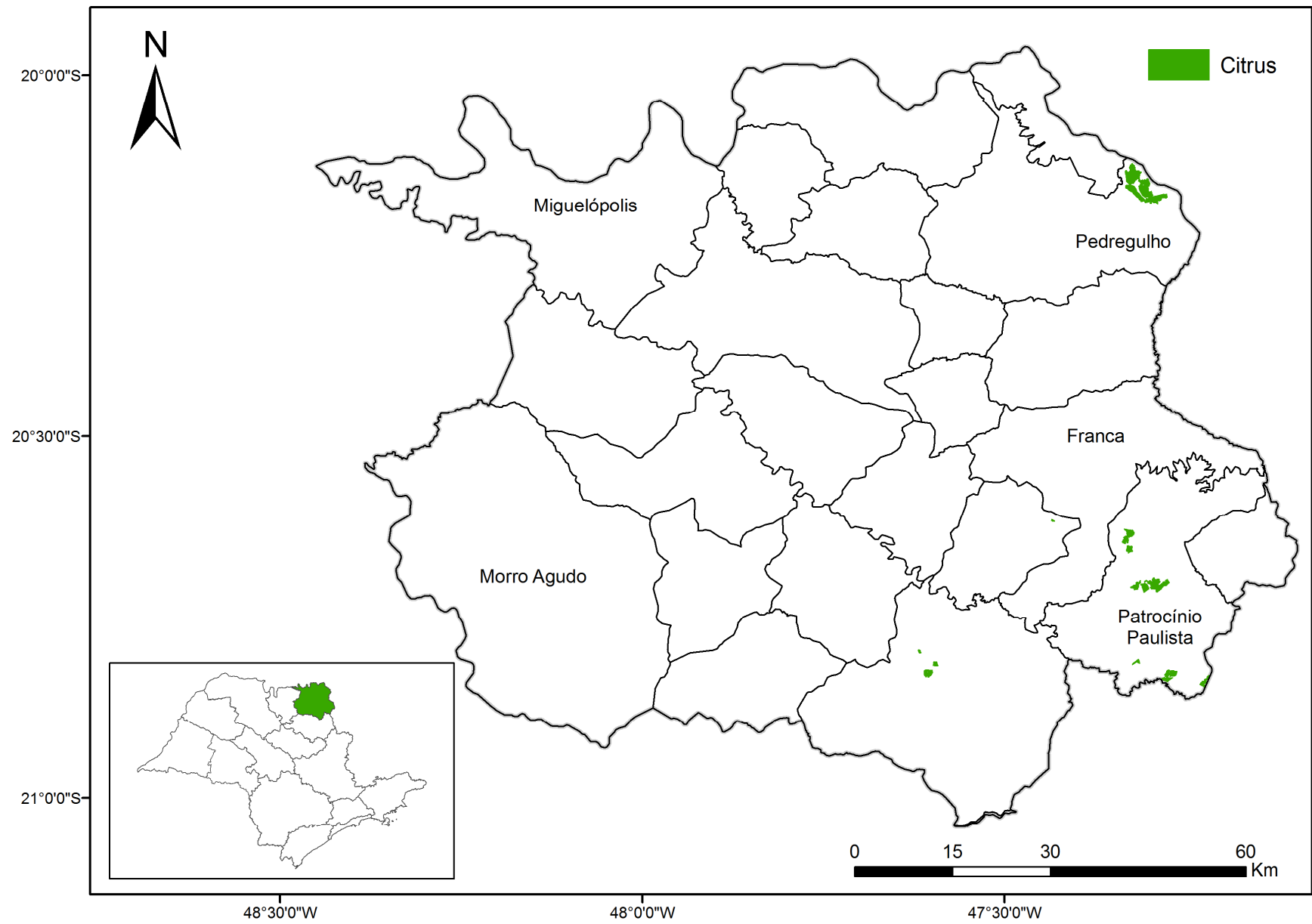


Figura A.7- Área de produção na Região de Franca

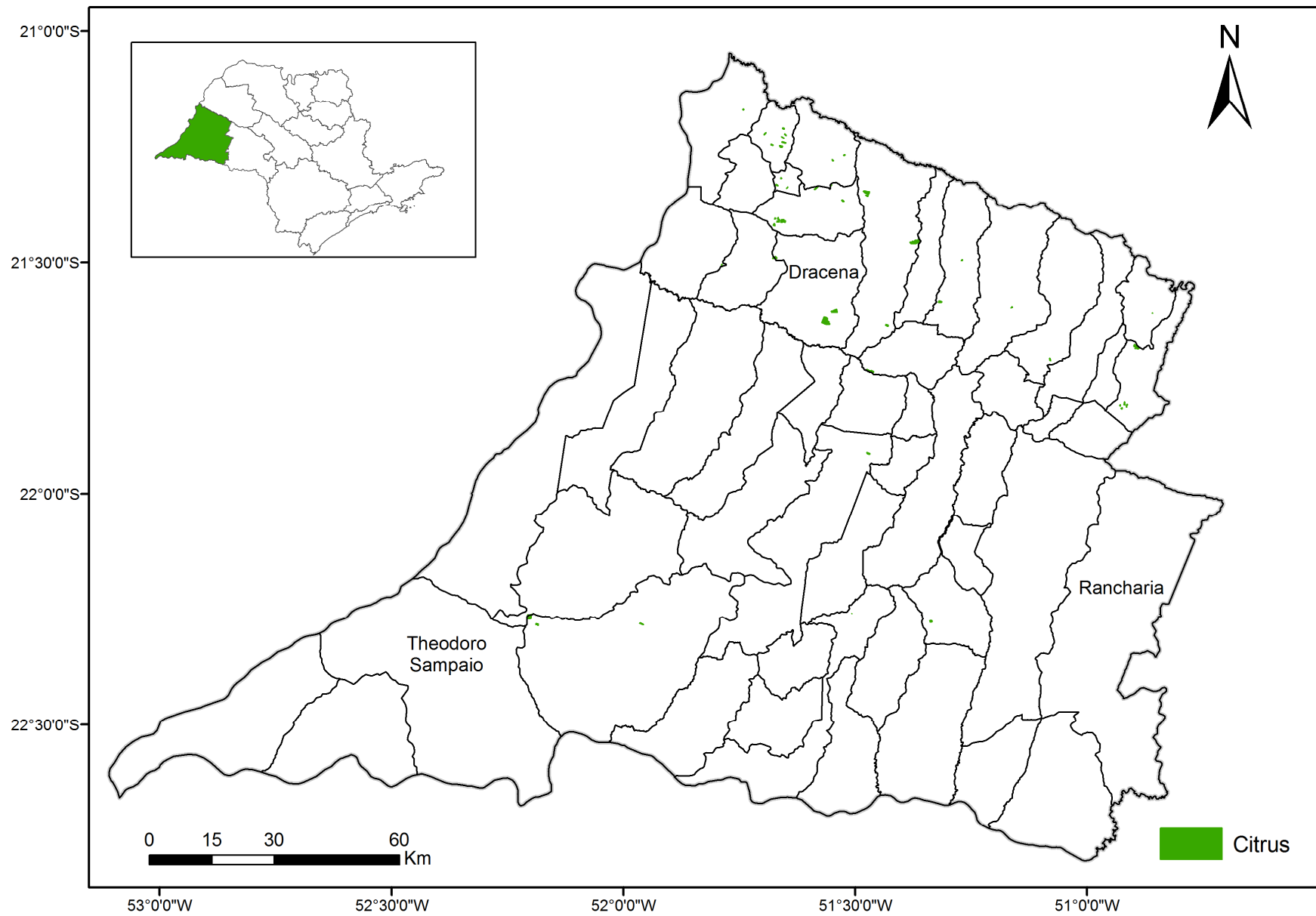


Figura A.8- Área de produção na Região de Presidente Prudente

APÊNDICE B – MAPAS DE CITRICULTURA POR REGIÃO DO CINTURÃO CITRÍCOLA

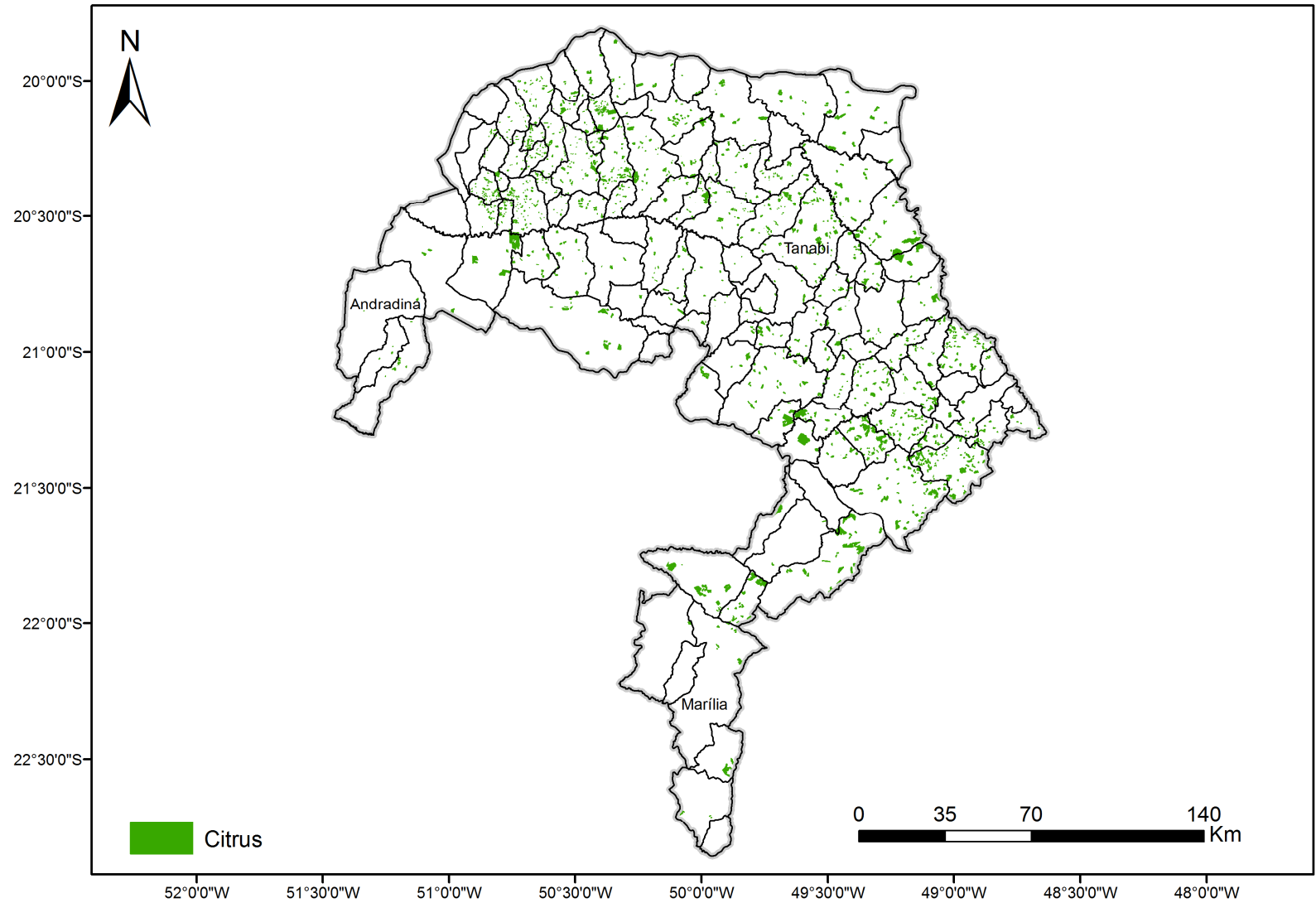


Figura B.1- Área de produção na Região Noroeste

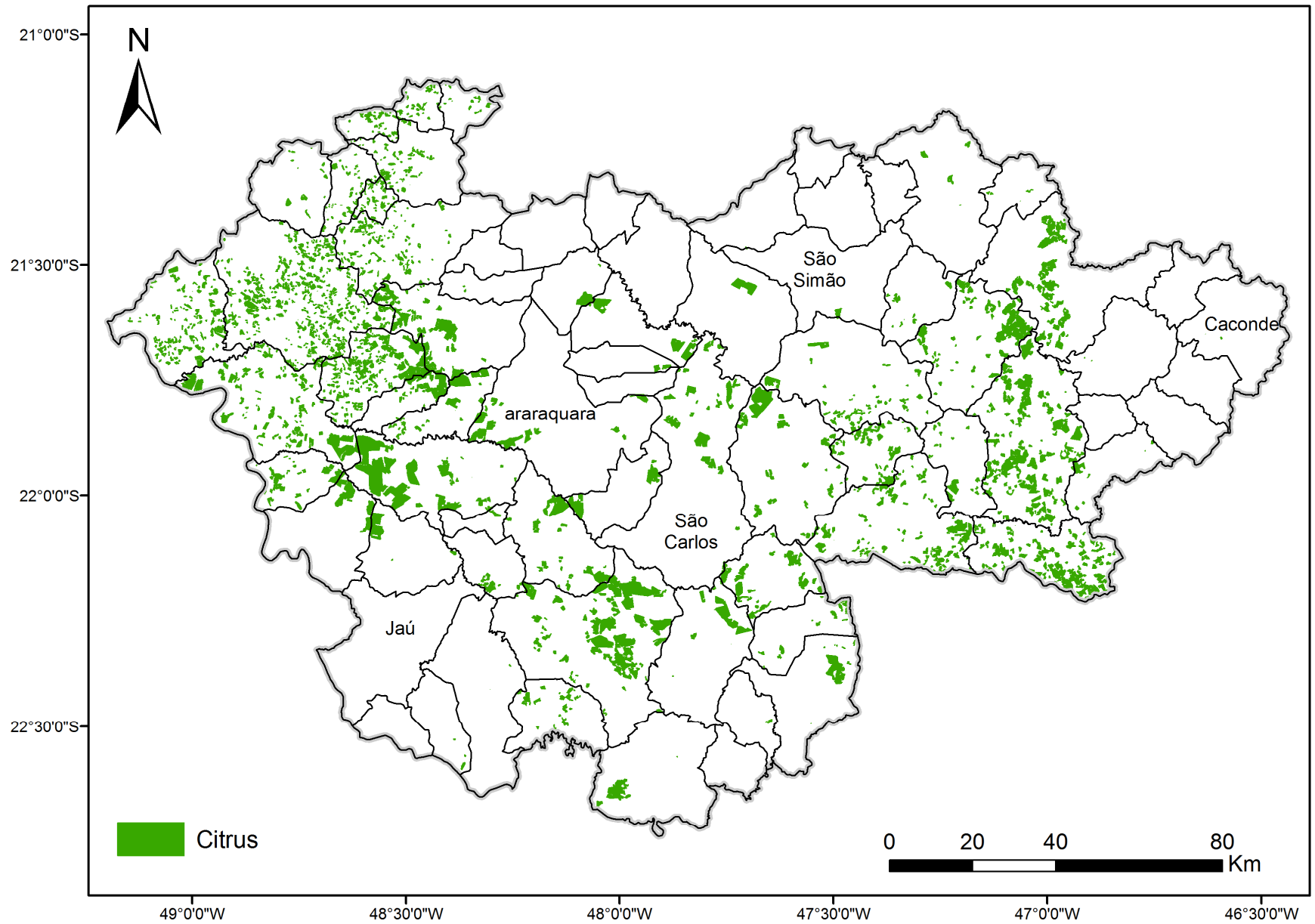


Figura B.2- Área de produção na Região Central.

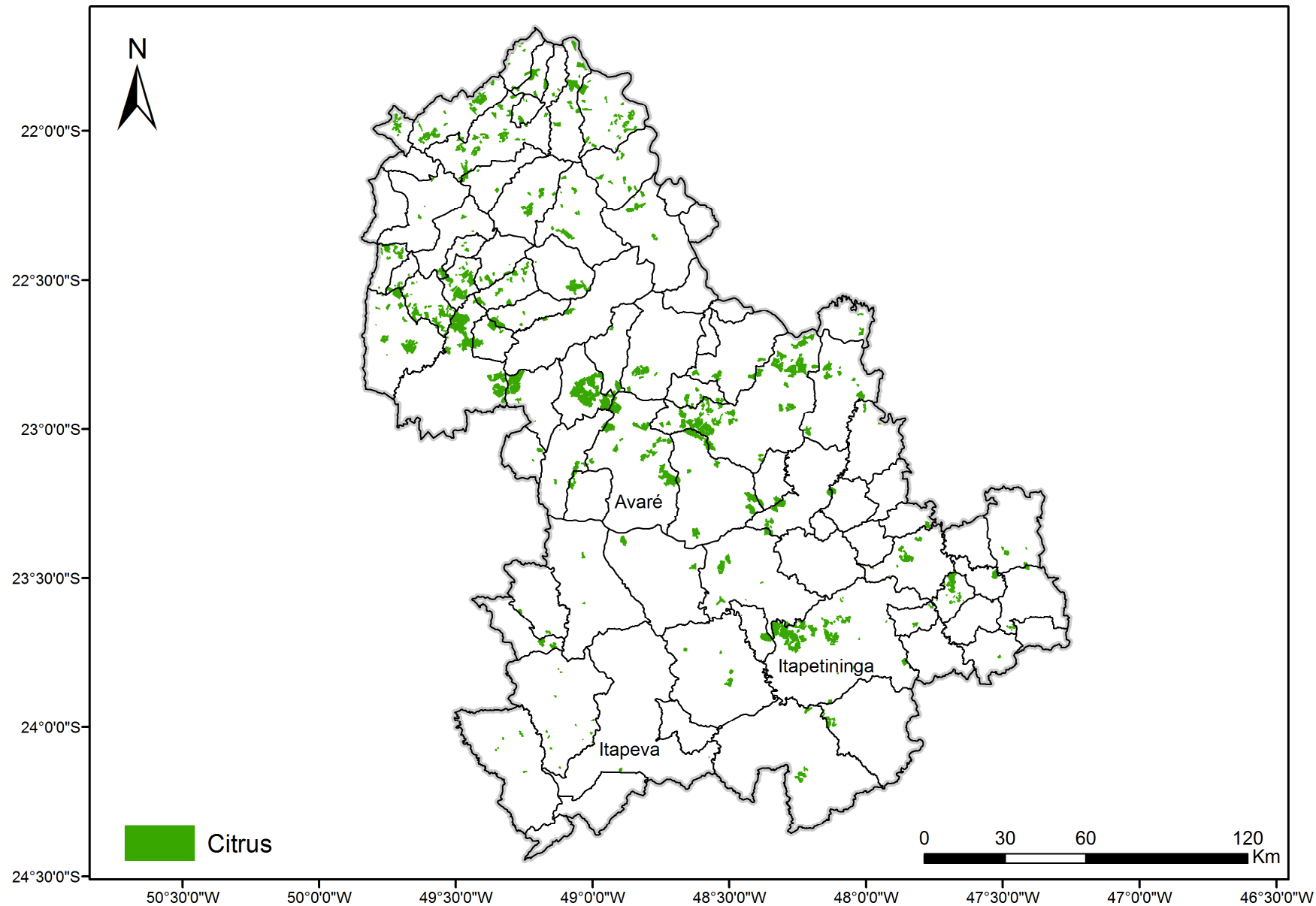


Figura B.3- Áreas de produção na região Castelo

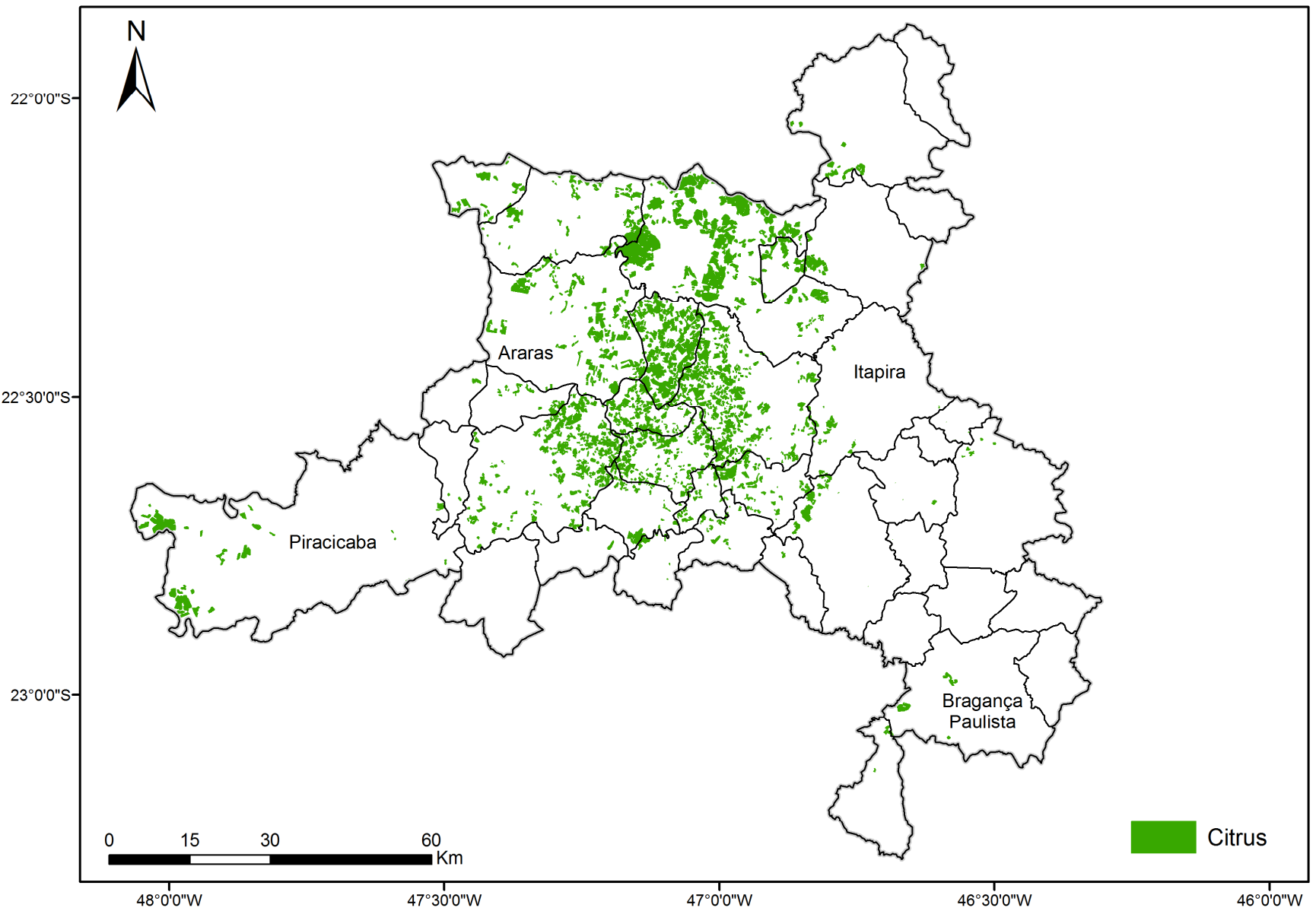


Figura B.4- Área de Produção na região Sul

APÊNDICE C - PRODUÇÃO POR MUNICÍPIO

Tabela A.1 – Área ocupa por cítrus em cada município.

| Município | Área ocupada por Cítrus (ha) | % da Produção total | % do Município ocupada pela produção |
|------------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| ADOLFO | 1449,8 | 0,30 | 6,88 |
| AGUAI | 7486,8 | 1,54 | 15,82 |
| AGUAS DE LINDOIA | 3,3 | 0,00 | 0,05 |
| AGUAS DE SANTA BARBARA | 2680,6 | 0,55 | 6,56 |
| AGUDOS | 644,6 | 0,13 | 0,67 |
| ALAMBARI | 251,4 | 0,05 | 1,58 |
| ALTAIR | 3774,8 | 0,78 | 11,94 |
| ALTINOPOLIS | 1656,6 | 0,34 | 1,78 |
| ALTO ALEGRE | 5,9 | 0,00 | 0,02 |
| ALVARES FLORENCE | 660,0 | 0,14 | 1,82 |
| ALVINLANDIA | 248,9 | 0,05 | 2,93 |
| AMERICANA | 86,0 | 0,02 | 0,64 |
| AMERICO BRASILIENSE | 37,4 | 0,01 | 0,30 |
| AMERICO DE CAMPOS | 318,8 | 0,07 | 1,26 |
| AMPARO | 911,5 | 0,19 | 2,04 |
| ANALANDIA | 3525,4 | 0,73 | 10,79 |
| ANDRADINA | 54,9 | 0,01 | 0,06 |
| ANGATUBA | 1917,8 | 0,40 | 1,86 |
| ANHEMBI | 2095,2 | 0,43 | 2,85 |
| APARECIDA D'OESTE | 216,4 | 0,04 | 1,21 |
| ARANDU | 569,6 | 0,12 | 1,99 |
| ARARAQUARA | 3323,5 | 0,68 | 3,30 |
| ARARAS | 5332,4 | 1,10 | 8,29 |
| AREALVA | 907,5 | 0,19 | 1,79 |
| ARIRANHA | 172,7 | 0,04 | 1,30 |
| ARTUR NOGUEIRA | 3077,0 | 0,63 | 17,31 |
| ASPASIA | 353,4 | 0,07 | 5,09 |
| AURIFLAMA | 594,8 | 0,12 | 1,37 |
| AVAI | 1556,2 | 0,32 | 2,87 |
| AVARE | 6786,7 | 1,40 | 5,58 |
| BADY BASSITT | 76,8 | 0,02 | 0,70 |
| BALBINOS | 340,0 | 0,07 | 3,74 |
| BALSAMO | 274,1 | 0,06 | 1,82 |
| BARIRI | 2263,3 | 0,47 | 5,14 |
| BARRETOS | 11424,9 | 2,35 | 7,31 |

| | | | |
|-------------------------|---------|------|-------|
| BASTOS | 14,2 | 0,00 | 0,08 |
| BATATAIS | 134,9 | 0,03 | 0,16 |
| BAURU | 1188,8 | 0,24 | 1,77 |
| BEBEDOIRO | 9448,4 | 1,95 | 13,84 |
| BILAC | 2,9 | 0,00 | 0,02 |
| BIRIGUI | 4,6 | 0,00 | 0,01 |
| BOA ESPERANCA DO SUL | 11504,5 | 2,37 | 17,21 |
| BOCAINA | 1467,2 | 0,30 | 4,03 |
| BOFETE | 1617,4 | 0,33 | 2,48 |
| BORBOREMA | 4157,1 | 0,86 | 7,52 |
| BOREBI | 838,8 | 0,17 | 2,41 |
| BOTUCATU | 14079,3 | 2,90 | 9,50 |
| BRAGANCA PAULISTA | 444,4 | 0,09 | 0,87 |
| BROTAS | 15002,4 | 3,09 | 13,62 |
| BURI | 724,2 | 0,15 | 0,61 |
| BURITAMA | 62,6 | 0,01 | 0,19 |
| CABRALIA PAULISTA | 1569,9 | 0,32 | 6,56 |
| CABREUVA | 252,0 | 0,05 | 0,97 |
| CACONDE | 12,8 | 0,00 | 0,03 |
| CAFELANDIA | 3878,0 | 0,80 | 4,22 |
| CAJOBI | 3719,5 | 0,77 | 21,04 |
| CAJURU | 372,9 | 0,08 | 0,56 |
| CAMPINA DO MONTE ALEGRE | 867,3 | 0,18 | 4,71 |
| CAMPINAS | 43,7 | 0,01 | 0,05 |
| CAMPOS NOVOS PAULISTA | 225,3 | 0,05 | 0,47 |
| CANDIDO RODRIGUES | 945,1 | 0,19 | 13,59 |
| CAPAO BONITO | 786,6 | 0,16 | 0,48 |
| CAPELA DO ALTO | 1579,0 | 0,33 | 9,29 |
| CARDOSO | 877,0 | 0,18 | 1,38 |
| CASA BRANCA | 13204,9 | 2,72 | 15,26 |
| CASSIA DOS COQUEIROS | 68,8 | 0,01 | 0,36 |
| CASTILHO | 9,1 | 0,00 | 0,01 |
| CATANDUVA | 379,6 | 0,08 | 1,30 |
| CEDRAL | 348,9 | 0,07 | 1,76 |
| CERQUEIRA CESAR | 960,1 | 0,20 | 1,91 |
| CERQUILHO | 0,8 | 0,00 | 0,01 |
| CESARIO LANGE | 383,3 | 0,08 | 2,02 |
| COLINA | 1817,7 | 0,37 | 4,29 |
| COLOMBIA | 10242,2 | 2,11 | 14,04 |
| CONCHAL | 6966,8 | 1,44 | 37,90 |
| CONCHAS | 369,0 | 0,08 | 0,79 |
| CORDEIROPOLIS | 482,4 | 0,10 | 3,51 |
| CORONEL MACEDO | 715,1 | 0,15 | 2,35 |
| CORUMBATAI | 831,5 | 0,17 | 2,99 |
| COSMOPOLIS | 931,4 | 0,19 | 6,02 |

| | | | |
|--------------------------|--------|------|-------|
| COSMORAMA | 1150,3 | 0,24 | 2,61 |
| CRAVINHOS | 5,2 | 0,00 | 0,02 |
| DESCALVADO | 4804,0 | 0,99 | 6,36 |
| DIRCE REIS | 58,4 | 0,01 | 0,66 |
| DOBRADA | 27,9 | 0,01 | 0,19 |
| DOIS CORREGOS | 15,7 | 0,00 | 0,02 |
| DOLCINOPOLIS | 196,9 | 0,04 | 2,52 |
| DOURADO | 746,7 | 0,15 | 3,63 |
| DRACENA | 245,2 | 0,05 | 0,50 |
| DUARTINA | 741,2 | 0,15 | 2,80 |
| ELISIARIO | 143,5 | 0,03 | 1,55 |
| EMBAUBA | 891,5 | 0,18 | 10,65 |
| ENGENHEIRO COELHO | 2392,9 | 0,49 | 21,79 |
| ESPIRITO SANTO DO PINHAL | 797,4 | 0,16 | 2,04 |
| ESPIRITO SANTO DO TURVO | 1638,0 | 0,34 | 8,56 |
| ESTIVA GERBI | 1045,5 | 0,22 | 14,18 |
| ESTRELA D'OESTE | 1159,7 | 0,24 | 3,91 |
| FERNANDO PRESTES | 847,0 | 0,17 | 4,98 |
| FERNANDOPOLIS | 1089,1 | 0,22 | 1,98 |
| FERNAO | 202,8 | 0,04 | 2,02 |
| FLORA RICA | 42,0 | 0,01 | 0,19 |
| FLOREAL | 344,9 | 0,07 | 1,69 |
| FLORIDA PAULISTA | 4,8 | 0,00 | 0,01 |
| GALIA | 820,7 | 0,17 | 2,31 |
| GARCA | 184,5 | 0,04 | 0,33 |
| GASTAO VIDIGAL | 212,5 | 0,04 | 1,18 |
| GAVIAO PEIXOTO | 2703,7 | 0,56 | 11,09 |
| GENERAL SALGADO | 120,4 | 0,02 | 0,24 |
| GETULINA | 2134,1 | 0,44 | 3,16 |
| GUAICARA | 993,8 | 0,20 | 3,69 |
| GUAIMBE | 1850,8 | 0,38 | 8,51 |
| GUAPIACU | 756,8 | 0,16 | 2,33 |
| GUARACAI | 245,9 | 0,05 | 0,43 |
| GUARACI | 3345,8 | 0,69 | 5,24 |
| GUARANI D'OESTE | 21,8 | 0,00 | 0,26 |
| GUARANTA | 3521,4 | 0,73 | 7,63 |
| GUARARAPES | 35,5 | 0,01 | 0,04 |
| GUZOLANDIA | 553,7 | 0,11 | 2,18 |
| HERCULANDIA | 14,0 | 0,00 | 0,04 |
| HOLAMBRA | 524,6 | 0,11 | 8,16 |
| IACANGA | 2534,9 | 0,52 | 4,63 |
| IACRI | 100,9 | 0,02 | 0,31 |
| IARAS | 7969,8 | 1,64 | 19,86 |
| IBATE | 1929,5 | 0,40 | 6,66 |
| IBIRA | 796,5 | 0,16 | 2,94 |

| | | | |
|------------------|---------|------|-------|
| IBITINGA | 7979,1 | 1,64 | 11,59 |
| ICEM | 1394,5 | 0,29 | 3,84 |
| ILHA SOLTEIRA | 24,5 | 0,01 | 0,04 |
| INDAIATUBA | 87,8 | 0,02 | 0,28 |
| INDIAPORA | 291,8 | 0,06 | 1,04 |
| IPERO | 438,8 | 0,09 | 2,57 |
| IPEUNA | 57,1 | 0,01 | 0,30 |
| IPIGUA | 508,6 | 0,10 | 3,79 |
| IRACEMAPOLIS | 36,1 | 0,01 | 0,31 |
| IRAPUA | 2265,5 | 0,47 | 8,80 |
| ITABERA | 261,3 | 0,05 | 0,24 |
| ITAI | 172,3 | 0,04 | 0,15 |
| ITAJOBI | 2915,3 | 0,60 | 5,81 |
| ITAJU | 1984,1 | 0,41 | 8,67 |
| ITAPETININGA | 8613,8 | 1,77 | 4,81 |
| ITAPEVA | 83,9 | 0,02 | 0,05 |
| ITAPIRA | 601,7 | 0,12 | 1,16 |
| ITAPOLIS | 11102,8 | 2,29 | 11,14 |
| ITARARE | 209,4 | 0,04 | 0,21 |
| ITATINGA | 4194,5 | 0,86 | 4,28 |
| ITIRAPINA | 2140,1 | 0,44 | 3,79 |
| JABORANDI | 74,9 | 0,02 | 0,27 |
| JABOTICABAL | 10,6 | 0,00 | 0,01 |
| JACI | 181,3 | 0,04 | 1,26 |
| JAGUARIUNA | 399,2 | 0,08 | 2,80 |
| JALES | 930,0 | 0,19 | 2,52 |
| JARINU | 96,3 | 0,02 | 0,46 |
| JOSE BONIFACIO | 1124,2 | 0,23 | 1,31 |
| JULIO MESQUITA | 1141,3 | 0,24 | 8,90 |
| JUNQUEIROPOLIS | 155,5 | 0,03 | 0,27 |
| LAVINIA | 3,0 | 0,00 | 0,01 |
| LEME | 2368,6 | 0,49 | 5,88 |
| LENCOIS PAULISTA | 1515,6 | 0,31 | 1,89 |
| LIMEIRA | 6261,1 | 1,29 | 10,78 |
| LINDOIA | 2,0 | 0,00 | 0,04 |
| LINS | 68,0 | 0,01 | 0,12 |
| LOURDES | 14,0 | 0,00 | 0,12 |
| LUCIANOPOLIS | 3147,2 | 0,65 | 16,49 |
| LUIS ANTONIO | 1017,7 | 0,21 | 1,70 |
| LUIZIANIA | 2,2 | 0,00 | 0,01 |
| LUPERCIO | 1289,1 | 0,27 | 8,32 |
| MACAUBAL | 29,4 | 0,01 | 0,12 |
| MACEDONIA | 630,1 | 0,13 | 1,91 |
| MAGDA | 204,1 | 0,04 | 0,65 |
| MANDURI | 241,1 | 0,05 | 1,05 |

| | | | |
|----------------------------|---------|------|-------|
| MARABA PAULISTA | 7,7 | 0,00 | 0,01 |
| MARAPOAMA | 641,4 | 0,13 | 5,66 |
| MARILIA | 395,2 | 0,08 | 0,34 |
| MARINOPOLIS | 315,7 | 0,07 | 4,04 |
| MATAO | 5381,7 | 1,11 | 10,21 |
| MENDONCA | 1183,5 | 0,24 | 6,07 |
| MERIDIANO | 348,2 | 0,07 | 1,53 |
| MESOPOLIS | 213,8 | 0,04 | 1,33 |
| MINEIROS DO TIETE | 105,4 | 0,02 | 0,50 |
| MIRA ESTRELA | 133,3 | 0,03 | 0,61 |
| MIRANDOPOLIS | 320,3 | 0,07 | 0,35 |
| MIRANTE DO PARANAPANEMA | 91,4 | 0,02 | 0,07 |
| MIRASSOL | 545,7 | 0,11 | 2,24 |
| MIRASSOLANDIA | 405,3 | 0,08 | 2,44 |
| MOCOCA | 5925,9 | 1,22 | 6,94 |
| MOGII-GUACU | 14789,7 | 3,05 | 18,19 |
| MOJI-MIRIM | 8187,0 | 1,69 | 16,40 |
| MONCOES | 124,8 | 0,03 | 1,19 |
| MONTE ALTO | 1464,2 | 0,30 | 4,22 |
| MONTE APRAZIVEL | 192,7 | 0,04 | 0,40 |
| MONTE AZUL PAULISTA | 5370,5 | 1,11 | 20,38 |
| MONTE CASTELO | 8,2 | 0,00 | 0,04 |
| MOTUCA | 1700,2 | 0,35 | 7,41 |
| MURUTINGA DO SUL | 33,7 | 0,01 | 0,14 |
| NEVES PAULISTA | 517,2 | 0,11 | 2,23 |
| NHANDEARA | 135,6 | 0,03 | 0,31 |
| NIPOA | 553,8 | 0,11 | 4,01 |
| NOVA ALIANCA | 267,0 | 0,05 | 1,23 |
| NOVA CANAA PAULISTA | 400,1 | 0,08 | 3,22 |
| NOVA CASTILHO | 73,0 | 0,02 | 0,40 |
| NOVA EUROPA | 2598,4 | 0,54 | 16,15 |
| NOVA GRANADA | 1825,4 | 0,38 | 3,43 |
| NOVA GUATAPORANGA | 13,9 | 0,00 | 0,41 |
| NOVAIS | 123,9 | 0,03 | 1,06 |
| NOVO HORIZONTE | 2617,2 | 0,54 | 2,81 |
| OCAUCU | 863,6 | 0,18 | 2,88 |
| OLEO | 9,8 | 0,00 | 0,05 |
| OLIMPIA | 5071,0 | 1,04 | 6,31 |
| ONDA VERDE | 2080,6 | 0,43 | 8,55 |
| ORINDIUIVA | 119,0 | 0,02 | 0,48 |
| OSVALDO CRUZ | 38,3 | 0,01 | 0,15 |
| OURO VERDE | 5,5 | 0,00 | 0,02 |
| OUROESTE | 287,4 | 0,06 | 1,00 |
| PACAEMBU | 22,7 | 0,00 | 0,07 |

| | | | |
|----------------------|--------|------|-------|
| PALESTINA | 971,4 | 0,20 | 1,40 |
| PALMEIRA D'OESTE | 827,7 | 0,17 | 2,59 |
| PANORAMA | 5,4 | 0,00 | 0,02 |
| PARAISO | 1245,2 | 0,26 | 8,06 |
| PARANAPANEMA | 717,4 | 0,15 | 0,70 |
| PARANAPUA | 516,1 | 0,11 | 4,03 |
| PARDINHO | 608,7 | 0,13 | 2,90 |
| PARIQUERA-ACU | 20,7 | 0,00 | 0,06 |
| PARISI | 85,5 | 0,02 | 1,01 |
| PATROCINIO PAULISTA | 987,2 | 0,20 | 1,65 |
| PAULICEIA | 1,8 | 0,00 | 0,00 |
| PAULINIA | 202,9 | 0,04 | 1,46 |
| PAULISTANIA | 853,1 | 0,18 | 3,33 |
| PAULO DE FARIA | 1151,4 | 0,24 | 1,55 |
| PEDERNEIRAS | 1204,4 | 0,25 | 1,65 |
| PEDRANOPOLIS | 725,0 | 0,15 | 2,79 |
| PEDREGULHO | 1195,4 | 0,25 | 1,71 |
| PEDREIRA | 34,7 | 0,01 | 0,32 |
| PEREIRA BARRETO | 299,5 | 0,06 | 0,31 |
| PILAR DO SUL | 39,5 | 0,01 | 0,06 |
| PINDORAMA | 299,8 | 0,06 | 1,62 |
| PIRACICABA | 3151,7 | 0,65 | 2,30 |
| PIRAJU | 171,7 | 0,04 | 0,34 |
| PIRAJUI | 3850,3 | 0,79 | 4,70 |
| PIRANGI | 1672,0 | 0,34 | 7,75 |
| PIRASSUNUNGA | 5651,2 | 1,16 | 7,77 |
| PIRATININGA | 1451,9 | 0,30 | 3,66 |
| PITANGUEIRAS | 94,2 | 0,02 | 0,22 |
| PLANALTO | 328,4 | 0,07 | 1,13 |
| POLONI | 125,7 | 0,03 | 0,93 |
| POMPEIA | 137,7 | 0,03 | 0,18 |
| PONGAI | 879,1 | 0,18 | 4,79 |
| PONTALINDA | 348,0 | 0,07 | 1,66 |
| PONTES GESTAL | 10,9 | 0,00 | 0,05 |
| POPULINA | 357,7 | 0,07 | 1,13 |
| PORANGABA | 187,1 | 0,04 | 0,70 |
| PORTO FELIZ | 420,2 | 0,09 | 0,75 |
| PORTO FERREIRA | 2542,1 | 0,52 | 10,41 |
| POTIRENDABA | 751,2 | 0,15 | 2,19 |
| PRATANIA | 1001,3 | 0,21 | 5,57 |
| PRESIDENTE ALVES | 588,5 | 0,12 | 2,04 |
| PRESIDENTE BERNARDES | 13,9 | 0,00 | 0,02 |
| PROMISSAO | 10,0 | 0,00 | 0,01 |
| REGENTE FEIJO | 12,9 | 0,00 | 0,05 |
| REGINOPOLIS | 2751,4 | 0,57 | 6,71 |

| | | | |
|----------------------------|--------|------|-------|
| RESTINGA | 7,8 | 0,00 | 0,03 |
| RIBEIRAO BONITO | 3395,0 | 0,70 | 7,20 |
| RIBEIRAO PRETO | 7,3 | 0,00 | 0,01 |
| RINCAO | 1262,2 | 0,26 | 4,03 |
| RINOPOLIS | 15,8 | 0,00 | 0,04 |
| RIO CLARO | 1724,4 | 0,36 | 3,46 |
| RIOLANDIA | 636,9 | 0,13 | 1,01 |
| SABINO | 190,7 | 0,04 | 0,61 |
| SALES | 448,6 | 0,09 | 1,45 |
| SALTO DE PIRAPORA | 68,1 | 0,01 | 0,24 |
| SALTO GRANDE | 8,5 | 0,00 | 0,04 |
| SANTA ADELIA | 494,7 | 0,10 | 1,49 |
| SANTA ALBERTINA | 402,3 | 0,08 | 1,47 |
| SANTA BARBARA D'OESTE | 0,1 | 0,00 | 0,00 |
| SANTA CRUZ DA CONCEICAO | 911,0 | 0,19 | 6,10 |
| SANTA CRUZ DAS PALMEIRAS | 1064,2 | 0,22 | 3,60 |
| SANTA CRUZ DO RIO PARDO | 7751,5 | 1,60 | 6,94 |
| SANTA FE DO SUL | 93,4 | 0,02 | 0,45 |
| SANTA GERTRUDES | 78,2 | 0,02 | 0,80 |
| SANTA LUCIA | 295,3 | 0,06 | 1,94 |
| SANTA MARIA DA SERRA | 294,1 | 0,06 | 1,15 |
| SANTA RITA DO PASSA QUATRO | 2465,9 | 0,51 | 3,28 |
| SANTA RITA D'OESTE | 146,9 | 0,03 | 0,70 |
| SANTA ROSA DE VITERBO | 436,8 | 0,09 | 1,51 |
| SANTA SALETE | 229,5 | 0,05 | 2,90 |
| SANTANA DA PONTE PENSA | 190,0 | 0,04 | 1,46 |
| SANTO ANTONIO DA ALEGRIA | 1295,3 | 0,27 | 4,18 |
| SANTO ANTONIO DE POSSE | 1630,2 | 0,34 | 10,58 |
| SANTO ANTONIO DO ARACANGUA | 1442,0 | 0,30 | 1,10 |
| SAO CARLOS | 3947,5 | 0,81 | 3,46 |
| SAO FRANCISCO | 162,2 | 0,03 | 2,15 |
| SAO JOAO DA BOA VISTA | 659,2 | 0,14 | 1,28 |
| SAO JOAO DAS DUAS PONTES | 197,9 | 0,04 | 1,53 |
| SAO JOAO DO PAU D'ALHO | 50,2 | 0,01 | 0,43 |
| SAO JOSE DO RIO PARDO | 5,2 | 0,00 | 0,01 |
| SAO JOSE DO RIO PRETO | 308,3 | 0,06 | 0,71 |
| SAO MANUEL | 1235,7 | 0,25 | 1,90 |
| SAO MIGUEL ARCANJO | 556,1 | 0,11 | 0,60 |
| SAO PEDRO | 1457,7 | 0,30 | 2,36 |
| SAO PEDRO DO TURVO | 3285,0 | 0,68 | 4,23 |
| SAO SEBASTIAO DA GRAMA | 2,6 | 0,00 | 0,01 |

| | | | |
|------------------------|--------|------|-------|
| SAO SIMAO | 241,9 | 0,05 | 0,39 |
| SARAPUI | 3,0 | 0,00 | 0,01 |
| SARUTAIA | 133,6 | 0,03 | 0,94 |
| SEBASTIANOPOLIS DO SUL | 26,5 | 0,01 | 0,16 |
| SERRA NEGRA | 39,4 | 0,01 | 0,19 |
| SEVERINIA | 2484,1 | 0,51 | 17,69 |
| SOCORRO | 75,8 | 0,02 | 0,17 |
| SOROCABA | 353,4 | 0,07 | 0,79 |
| SUD MENUCCI | 2496,6 | 0,51 | 4,23 |
| TABAPUA | 1697,5 | 0,35 | 4,91 |
| TABATINGA | 8001,0 | 1,65 | 21,83 |
| TAIACU | 751,8 | 0,15 | 7,03 |
| TAIUVA | 418,2 | 0,09 | 3,16 |
| TAMBAU | 6100,6 | 1,26 | 10,86 |
| TANABI | 2291,5 | 0,47 | 3,07 |
| TAQUARAL | 2365,7 | 0,49 | 43,64 |
| TAQUARITINGA | 2811,4 | 0,58 | 4,73 |
| TAQUARITUBA | 225,1 | 0,05 | 0,50 |
| TATUI | 1303,7 | 0,27 | 2,49 |
| TERRA ROXA | 519,0 | 0,11 | 2,36 |
| TIMBURI | 108,9 | 0,02 | 0,55 |
| TORRINHA | 1123,8 | 0,23 | 3,61 |
| TRABIJU | 153,5 | 0,03 | 1,79 |
| TRES FRONTEIRAS | 351,6 | 0,07 | 2,30 |
| TUPA | 80,7 | 0,02 | 0,13 |
| TUPI PAULISTA | 94,2 | 0,02 | 0,39 |
| TURMALINA | 1302,2 | 0,27 | 8,84 |
| UBARANA | 1339,4 | 0,28 | 6,37 |
| UBIRAJARA | 3206,9 | 0,66 | 11,32 |
| UCHOA | 731,3 | 0,15 | 2,90 |
| UNIAO PAULISTA | 75,1 | 0,02 | 0,95 |
| URANIA | 457,3 | 0,09 | 2,19 |
| URU | 1243,4 | 0,26 | 8,43 |
| URUPES | 951,6 | 0,20 | 2,93 |
| VALENTIM GENTIL | 784,1 | 0,16 | 5,25 |
| VALPARAISO | 6,6 | 0,00 | 0,01 |
| VARGEM GRANDE DO SUL | 562,5 | 0,12 | 2,11 |
| VIRADOURO | 570,7 | 0,12 | 2,61 |
| VISTA ALEGRE DO ALTO | 900,7 | 0,19 | 9,45 |
| VITORIA BRASIL | 222,8 | 0,05 | 4,47 |
| VOTORANTIM | 1,1 | 0,00 | 0,01 |
| VOTUPORANGA | 676,5 | 0,14 | 1,60 |
| ZACARIAS | 449,3 | 0,09 | 1,41 |
| | | | |

