



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/03.20.11.42-TDI

MUDANÇAS DA COBERTURA DA TERRA E TRANSIÇÃO FLORESTAL NO VALE DO PARAÍBA

Jessyca Fernanda dos Santos Duarte

Dissertação de Mestrado do
Curso de Pós-Graduação em
Sensoriamento Remoto, orientada
pelo Dr. Diógenes Salas Alves,
aprovada em 05 de abril de 2019.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3SUDTK2>>

INPE
São José dos Campos
2019

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GBDIR)

Serviço de Informação e Documentação (SESID)

CEP 12.227-010

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/7348

E-mail: pubtc@inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL DO INPE - CEPPII (PORTARIA Nº 176/2018/SEI-INPE):

Presidente:

Dr. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CGCPT)

Membros:

Dra. Carina Barros Mello - Coordenação de Laboratórios Associados (COCTE)

Dr. Alisson Dal Lago - Coordenação-Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CGCEA)

Dr. Evandro Albiach Branco - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (COCST)

Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação-Geral de Engenharia e Tecnologia Espacial (CGETE)

Dr. Hermann Johann Heinrich Kux - Coordenação-Geral de Observação da Terra (CGOBT)

Dra. Ieda Del Arco Sanches - Conselho de Pós-Graduação - (CPG)

Silvia Castro Marcelino - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon

Clayton Martins Pereira - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

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

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Ivone Martins - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

Cauê Silva Fróes - Serviço de Informação e Documentação (SESID)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/03.20.11.42-TDI

MUDANÇAS DA COBERTURA DA TERRA E TRANSIÇÃO FLORESTAL NO VALE DO PARAÍBA

Jessyca Fernanda dos Santos Duarte

Dissertação de Mestrado do
Curso de Pós-Graduação em
Sensoriamento Remoto, orientada
pelo Dr. Diógenes Salas Alves,
aprovada em 05 de abril de 2019.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3SUDTK2>>

INPE
São José dos Campos
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Duarte, Jessyca Fernanda dos Santos.

Du85m Mudanças da cobertura da terra e transição florestal no Vale do Paraíba / Jessyca Fernanda dos Santos Duarte. – São José dos Campos : INPE, 2019.

xxii + 143 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/03.20.11.42-TDI)

Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2019.

Orientador : Dr. Diógenes Salas Alves.

1. Sensoriamento remoto. 2. Transição florestal. 3. Mudanças de Uso e Cobertura da Terra (MUCT). 4. Cobertura florestal. I.Título.

CDU 332.3(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/).

Aluno (a): **Jessyca Fernanda dos Santos Duarte**

Título: "MUDANÇAS DA COBERTURA DA TERRA E TRANSIÇÃO FLORESTAL NO VALE DO PARAÍBA"

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

Dra. Ieda Del' Arco Sanches



Presidente / INPE / São José dos Campos - SP

Participação por Vídeo - Conferência

Aprovado Reprovado

Dr. Diógenes Salas Alves

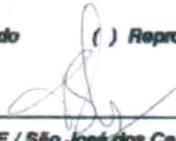


Orientador(a) / INPE / S.J.Campos - SP

Participação por Vídeo - Conferência

Aprovado Reprovado

Dr. Thales Sehn Körting



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

Participação por Vídeo - Conferência

Aprovado Reprovado

Dra. Sandra Maria Fonseca da Costa



Convidado(a) / UNIVAP/IP&D / São José dos Campos - SP

Participação por Vídeo - Conferência

Aprovado Reprovado

Este trabalho foi aprovado por:

maioria simples

unanimidade

São José dos Campos, 05 de abril de 2019

“Somewhere weakness is our strength”.

Hayley Williams

Aos meus pais Sandra e Ivangerson

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder força, sabedoria, saúde e persistência.

Ao Dr. Diógenes Salas Alves, pela orientação, amizade, pelo compartilhamento de conhecimentos que me permitiram evoluir pessoal e profissionalmente, pela paciência, confiança e apoio na realização deste trabalho.

À Dra. Ieda Del'Arco Sanches, pela disponibilidade em me ajudar durante o curso, pelos conselhos e carinho, bem como pelas preciosas contribuições ao meu trabalho.

Aos membros da banca examinadora Dr. Thales Sehn Körting e À Dra. Sandra Maria Fonseca da Costa pelas valiosas contribuições ao trabalho.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, pela oportunidade de estudos e aprimoramento de meus conhecimentos. E aos professores, pelos desafios propostos e ensinamentos repassados.

Às amigas Rebeca, Janaína e Patrícia, pela amizade, carinho, apoio e os momentos de alegria e dificuldades compartilhados.

À minha família pelo suporte, amor e por acreditarem no meu potencial.

Ao Alvaro pelo companheirismo, amor e cumplicidade.

Aos colegas Alindomar Silva e Bruno Montibeller pelo auxílio neste trabalho sanando dúvidas.

Aos amigos de turma por momentos de apoio e troca de conhecimentos.

À Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo auxílio financeiro.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que me ajudaram de alguma forma, muito obrigada!

RESUMO

As florestas desempenham um importante papel para a manutenção da biodiversidade. No entanto, as constantes mudanças no uso e cobertura da terra ao longo do tempo levaram a uma grande perda florestal, especialmente na Mata Atlântica. A transição florestal postula um declínio na perda florestal acompanhado pela regeneração, resultando em um aumento líquido na área florestal, podendo ocorrer em combinação com outros processos de mudanças no uso da terra. Devido à importância de se conhecer quais os processos estão associados à transição florestal, diversos estudos vem sendo desenvolvidos integrando técnicas de Sensoriamento Remoto com dados de censos agropecuários e demográficos. Nesse contexto, os objetivos deste trabalho foram: i) investigar a ocorrência da transição florestal em uma área no Vale do Paraíba-SP; ii) identificar e quantificar áreas de cobertura florestal, incluindo áreas de remanescentes de Mata Atlântica, regeneração e reflorestamento; iii) analisar a distribuição espacial dos fragmentos de remanescentes e de regeneração em relação a rede de drenagem; e iv) investigar e compreender os principais processos associados às mudanças da cobertura florestal. Primeiro, foram gerados os mapas de cobertura florestal para os anos de 1995, 2006 e 2018 utilizando imagens do satélite Landsat. A série temporal de imagens (1975 a 2018) auxiliou a elucidar dúvidas na discriminação das classes de cobertura florestal. Em seguida, foram realizadas pós-classificações e edições dos mapas para identificação das áreas de regeneração. Após validação das classificações, foram gerados os mapas de transição florestal para os períodos 1995-2006 e 2006-2018. Os resultados mostraram que entre 1995 e 2018, as áreas de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica reduziram-se em 10%, enquanto as áreas de reflorestamento e de regeneração cresceram em 142% e 4157%, respectivamente. O reflorestamento contribuiu com a maior parte dos ganhos de cobertura florestal, representando 6% da área de estudo em 2018. A área de cobertura florestal total correspondeu a 25% da área de estudo no período 1995-2006, e 28% em 2006-2018. A análise da distribuição espacial dos fragmentos revelou que aproximadamente 70% dos fragmentos de remanescentes e de regeneração estavam situados entre 50 e 200 m dos leitos dos rios, sugerindo que a preservação e recuperação das matas de galeria merecem uma maior atenção para cumprimento da Lei Nº 12.651 do Código Florestal. A análise dos censos mostrou que a área de estudo é marcada por diferentes lógicas, resumindo: i) áreas onde os processos de industrialização e urbanização são mais relevantes, o reflorestamento é um processo importante para a transição florestal; ii) áreas com menor desenvolvimento econômico apresentam áreas extensas e conectadas de remanescentes florestais, onde vem ocorrendo êxodo rural e processos de regeneração. As evidências sugerem que está ocorrendo uma transição florestal na área de estudo, a qual está mais associada aos processos de reflorestamento do que à regeneração.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Transição Florestal. Mudanças de Uso e Cobertura da Terra (MUCT). Cobertura florestal.

CHANGES IN LAND COVER AND FOREST TRANSITION IN THE PARAÍBA VALLEY

ABSTRACT

Forests play an important role in maintaining biodiversity. However, the constant changes in land use and land cover over time have led to a major forest loss, especially in the Atlantic Forest biome. The forest transition theory postulates a decline in forest loss accompanied by regeneration, resulting in a net increase in forest area and may occur in combination with other land use change processes. Due to the importance of understanding which processes are associated with the forest transition, several studies have been developed integrating Remote Sensing techniques with agricultural and demographic censuses data. Thus, the objectives of this study were: i) to investigate the occurrence of forest transition in an area in the Paraíba Valley-SP; ii) to identify and to quantify areas of forest physiognomy, including areas of remnants of Atlantic Forest, regeneration and reforestation; iii) to analyze the spatial distribution of the remaining fragments and regeneration in relation to the drainage network; and iv) investigate and understand the main processes associated with changes in forest cover. First, the forest cover maps were generated for the years 1995, 2006 and 2018 using images from the Landsat satellite. Imagery time-series (1975 to 2018) supported to elucidate doubts in the discrimination of forest physiognomy classes. Then, post-classifications and editions of the maps were made to identify regeneration areas. After validation of the classifications, forest transition maps were generated for the periods 1995-2006 and 2006-2018. The results showed that, between 1995 and 2018, the remnant fragments of Atlantic Forest areas were reduced by 10%, while reforestation and regeneration areas increased by 142% and 4157%, respectively. Reforestation contributed most of the gains from forest cover, accounting for 6% of the study area in 2018. The total forest cover area corresponded to 25% of the study area in the period 1995-2006, and 28% in 2006-2018. The spatial distribution analysis of the fragments revealed that approximately 70% of the remnant and regeneration fragments were located between 50 and 200 m from the river beds, suggesting that the preservation and recovery of gallery forests deserve greater attention in compliance with Law 12.651/12 of the Brazilian Forest Code. The analysis of the censuses showed that the area of study is marked by different logics, summarizing: i) areas where processes of industrialization and urbanization are most relevant, reforestation is an important process for forest transition; ii) areas with less economic development present extensive and connected areas of forest remnants, where

rural exodus and regeneration processes have occurred. Evidences suggest that a forest transition is occurring in the study area, which is more associated with reforestation processes than with regeneration.

Keywords: Remote Sensing. Forest Transition. Land-Use and Land-Cover Change (LULCC). Forest cover.

LISTA DE FIGURAS

| | <u>Pág.</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Figura 2.1 - As duas fases da transição florestal..... | 10 |
| Figura 2.2 - Curva espectral típica de uma folha verde..... | 12 |
| Figura 3.1 - Mapa da área de estudo. | 16 |
| Figura 3.2 - Extensão de fitofisionomias do Bioma Mata Atlântica conforme Lei Federal 11428/2006, Decreto 6660/2008..... | 21 |
| Figura 3.3 - Etapas da metodologia de trabalho..... | 28 |
| Figura 3.4 - Etapas do processamento de imagens. | 29 |
| Figura 3.5 - Exemplo de áreas de regeneração em imagens Landsat TM e OLI. | 31 |
| Figura 3.6 - Exemplo de carta imagem impressa. | 35 |
| Figura 3.7 - Mapa do trajeto e pontos de coleta do trabalho de campo. | 36 |
| Figura 4.1 - Mapa do trajeto e pontos de coleta do trabalho de campo. | 40 |
| Figura 4.2 - Mapa de transição da cobertura florestal para 1995-2006..... | 47 |
| Figura 4.3 - Mapa de transições da cobertura florestal para 2006-2018..... | 48 |
| Figura 4.4 - Distribuição das áreas de classes de cobertura florestal nos municípios com maior contribuição em 1995. | 52 |
| Figura 4.5 - Distribuição das áreas de classes de cobertura florestal nos municípios com maior contribuição em 2018. | 53 |
| Figura 4.6 - Área (ha e %) dos fragmentos de regeneração em relação à distância do rio mais próximo. | 77 |
| Figura 4.7 - Área (ha e %) dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica em relação à distância do rio mais próximo. | 78 |

LISTA DE TABELAS

| | <u>Pág.</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Tabela 3.1 - Lista de municípios da área de estudo..... | 17 |
| Tabela 3.2 - Histórico de desmatamento na Mata Atlântica. | 20 |
| Tabela 3.3 - Áreas em hectare e percentual (%) de Remanescentes florestais, Mangue, Restinga arbórea e áreas naturais não florestais em 2016. | 22 |
| Tabela 3.4 - Data de aquisição das imagens. | 25 |
| Tabela 3.5 - Estrutura de uma matriz de confusão..... | 33 |
| Tabela 4.1 - Área das classes de uso e cobertura da terra em 1995, 2006 e 2018. | 41 |
| Tabela 4.2 - Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 1995. | 42 |
| Tabela 4.3 - Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 2006. | 44 |
| Tabela 4.4 - Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 2018. | 45 |
| Tabela 4.5 - Área ocupada das classes de transição nos períodos I e II. | 46 |
| Tabela 4.6 - Área dos municípios com maior contribuição de cobertura florestal entre 1995 e 2018. | 51 |
| Tabela 4.7 - Área de cobertura florestal por classe de distância ao rio mais próximo..... | 78 |
| Tabela 4.8 - Valor da Produção total da silvicultura (mil reais)..... | 79 |
| Tabela 4.9 - Quantidade produzida total da silvicultura..... | 79 |
| Tabela 4.10 - Distribuição do eucalipto por município (2017)..... | 81 |
| Tabela 4.11 - Valor de produção e área colhida de lavouras permanentes e temporárias. | 82 |
| Tabela 4.12 - Área das principais culturas temporárias. | 83 |
| Tabela 4.13 - Área das principais culturas permanentes. | 85 |
| Tabela 4.14 - Produção animal total 1995, 2006 e 2017..... | 86 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 4.15 - Variação temporal do valor de produção e número de estabelecimentos da pecuária (%). | 87 |
| Tabela 4.16 - Número de cabeças - efetivo de rebanho. | 88 |
| Tabela 4.17 - Valor de produção animal por tipo de produto (mil reais). | 89 |
| Tabela 4.18 - Produção animal por tipo de produto (1995 e 2017). | 90 |
| Tabela 4.19 - Valor adicionado bruto por setores (reais). | 91 |
| Tabela 4.20 - População por situação de domicílio. | 92 |
| Tabela 4.21 - Distribuição da população urbana e rural por município 1991 e 2010. | 93 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|---------|------------------------------------------------------------------|
| ABRAF | Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas |
| ANNF | Áreas naturais não florestais |
| APP | Áreas de Preservação Permanente |
| B | Bananal |
| CJ | Campos do Jordão |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| FRMA | Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica |
| G | Guaratinguetá |
| GPS | <i>Global Positioning System</i> |
| IBÁ | Indústria Brasileira de Árvores |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IGBP | <i>International Geosphere Biosphere Programme</i> |
| IHDP | <i>International Human Dimensions Programme</i> |
| IPEF | Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais |
| INPE | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais |
| LMA | Área das Unidades Federais de acordo com a Lei da Mata Atlântica |
| LUCC | <i>Land-use and Land-cover Change</i> |
| MAXVER | Máxima Verossimilhança |
| MLME | Modelo Linear de Mistura Espectral |
| MSS | <i>Multispectral Scanner System</i> |
| NF | Não-floresta |
| OLI | <i>Operational Land Imager</i> |
| PAM | Pesquisa Agrícola Municipal |
| PEVS | Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura |
| PIB | Produto Interno Bruto |

| | |
|-------|----------------------------------------------|
| PPM | Pesquisa Pecuária Municipal |
| PP | Paraibuna/Paraitinga |
| REG | Regeneração |
| REF | Reflorestamento |
| RF | Remanescentes Florestais |
| RJ | Rio de Janeiro |
| SF | Sul Fluminense |
| SiBCS | Sistema Brasileiro de Classificação de Solos |
| SJC | São José dos Campos |
| SP | São Paulo |
| SS | Sucessão Secundária |
| TM | <i>Thematic Mapper</i> |
| UF | Unidade Federal |
| USGS | United States Geological Survey |
| UTM | <i>Universal Transverse Mercator</i> |
| VPF | Vale do Paraíba Fluminense |
| VPP | Vale do Paraíba Paulista |
| WRS | <i>Worldwide Reference System</i> |

SUMÁRIO

| | <u>Pág.</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1. Premissa de trabalho | 3 |
| 1.2. Objetivos | 3 |
| 1.2.1. Geral | 3 |
| 1.2.2. Específicos | 3 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 5 |
| 2.1. Mudanças de uso e cobertura da terra e os ciclos econômicos | 5 |
| 2.2. Conceituando os termos adotados para as classes de cobertura florestal . | 6 |
| 2.2.1. Regeneração florestal: importância e definições..... | 6 |
| 2.3. Teoria da Transição Florestal..... | 8 |
| 2.4. Sensoriamento Remoto como ferramenta de estudo da cobertura florestal | 11 |
| 3. METODOLOGIA | 16 |
| 3.1. Área de estudo..... | 16 |
| 3.1.1. Histórico do Vale do Paraíba..... | 17 |
| 3.1.2. O bioma da Mata Atlântica | 19 |
| 3.1.3. Características fisiográficas da área de estudo..... | 23 |
| 3.2. Materiais..... | 24 |
| 3.2.1. Série temporal de imagens Landsat..... | 24 |
| 3.2.2. Estatísticas agrícolas e demográficas | 25 |
| 3.2.3. Dados complementares..... | 27 |
| 3.3. Métodos..... | 28 |
| 3.3.1 Processamento de imagens | 29 |
| 3.3.2 Análise de acurácia dos mapas..... | 32 |
| 3.3.3 Detecção de mudanças da cobertura florestal | 34 |
| 3.3.4 Trabalho de campo | 34 |
| 3.3.5. Análise de fragmentos florestais em relação à distância de drenagens. | 37 |
| 3.3.6. Análise dos dados dos censos | 37 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. RESULTADOS..... | 39 |
| 4.1. Classificação da cobertura florestal..... | 39 |
| 4.2. Avaliação das mudanças de cobertura florestal | 45 |
| 4.3. Análise de fragmentos florestais em relação à distância de drenagens | 76 |
| 4.4. Mudanças de uso e cobertura da terra segundo a análise dos censos e estatísticas agrícolas..... | 78 |
| 4.4.1 Silvicultura | 79 |
| 4.4.2 Agricultura | 81 |
| 4.4.3 Pecuária | 86 |
| 4.4.4 Indústrias, serviços e agropecuária | 90 |
| 4.4.5 Demografia..... | 92 |
| 4.4.6 Síntese dos resultados | 94 |
| 5. DISCUSSÕES..... | 95 |
| 5.1 Variação líquida da cobertura florestal | 95 |
| 5.2 Plantações de árvores comerciais..... | 97 |
| 5.3 Demografia..... | 98 |
| 5.4 Indústrias e serviços..... | 99 |
| 5.5 Agropecuária | 100 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 101 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 103 |
| APÊNDICE A – TABELAS..... | 114 |
| ANEXO A – TABELAS | 137 |

1. INTRODUÇÃO

O estudo das mudanças de uso e cobertura da terra (MUCT, originalmente em inglês: *Land-Use and Land-Cover Change-LULCC*) é considerado um importante campo de pesquisa, contribuindo para a compreensão de diversos processos associados à organização socioeconômica, política, cultural e mudanças ambientais das diferentes regiões do planeta (TURNER et al., 1990; TURNER; MEYER, 1994; LAMBIN et al., 1999; GEIST, 1999; GEIST; LAMBIN, 2001; LAMBIN et al., 2001). Esse campo de pesquisa é complexo e multidisciplinar (GEIST; LAMBIN, 2001) e abrange estudos relacionados a fenômenos como a regeneração e o desmatamento, o qual preocupa a comunidade acadêmica por seus efeitos da perda das áreas de floresta. Os estudos sobre MUCT também investigam o processo de transição florestal, quando a perda líquida de florestas em um determinado país ou região é sucedida por ganhos líquidos de cobertura florestal, podendo mitigar, pelo menos em parte, os impactos do desmatamento em grande escala (MATHER; NEEDLE, 1998; RUDEL et al., 2005).

O termo transição florestal foi inicialmente proposto por Mather (1992). A teoria postula que determinadas regiões passam de uma fase de desflorestamento para uma fase de aumento da cobertura florestal, podendo ocorrer em combinação com outros processos de mudança do uso da terra (MATHER; NEEDLE, 1998; RUDEL, 1998). A Teoria da Transição Florestal busca explicar os processos associados ao aumento da cobertura florestal, relacionando-os fundamentalmente ao desenvolvimento econômico associado à industrialização, à urbanização e à intensificação do uso da terra, que ocasionariam o abandono de terras menos favoráveis a atividades agropecuárias. Assim, áreas que seriam destinadas à agricultura cede espaço para a regeneração da cobertura florestal (RUDEL et al., 2005).

Os estudos de mudanças de uso e cobertura da terra também podem explicar a formação socioeconômica e territorial de um país. No caso do Brasil, diferentes e importantes ciclos da economia agropecuária

promoveram mudanças de paisagem em grande parte do país. Dentre esses ciclos, destacam-se o cultivo do café nos estados de Rio de Janeiro e São Paulo, que, sendo os primeiros momentos da expansão da fronteira agrícola pelo território brasileiro, contribuíram para iniciar a conversão de porções da cobertura florestal nativa para terras agrícolas (MACHADO, 1992). Os impactos da expansão da fronteira agrícola exercem forte influência nas mudanças do uso e cobertura em cada região (MACHADO, 1992; BECKER, 1974).

A extensão de área original da Mata Atlântica era equivalente a 1,3 milhões de quilômetros quadrados, estendendo-se ao longo de 17 estados brasileiros. Ao lado da conversão continuada da cobertura florestal para uso agrícola, alguns autores sugerem que nas regiões sudeste e sul podem apresentar evidências de ganho florestal (LIRA et al., 2012; SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2017; SILVA et al., 2018; FERREIRA et al., 2015).

A análise de mudanças de cobertura florestal vem sendo desenvolvida em diversos estudos que combinam o uso de censos e ferramentas de sensoriamento remoto para investigar os fenômenos de mudanças de uso e cobertura da terra, inclusive de transição florestal (ESPINDOLA et al., 2012; YEO; HUANG, 2013, FERREIRA et al. 2015; SILVA et al., 2017).

Diante dos processos apresentados anteriormente, este trabalho visa realizar uma análise espaço-temporal dos processos associados às mudanças da cobertura florestal em uma área de ocupação antiga no Vale do Paraíba, no estado de São Paulo. Por ser uma região de ocupação e desmatamento antigos, este trabalho propõe investigar a ocorrência de transição florestal e os processos associados às mudanças de cobertura florestal no Vale do Paraíba, aliando o sensoriamento remoto com estatísticas agrícolas e demográficas.

1.1. Premissa de trabalho

A análise combinada entre dados de sensoriamento remoto e estatísticas demográficas e agrícolas auxilia a investigar mudanças de uso e cobertura da terra e, em particular, ganhos e perdas de cobertura florestal e a hipótese de transição florestal em contextos como os do Vale do Paraíba nas últimas décadas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Geral

- Investigar a ocorrência de transição florestal no Vale do Paraíba do Sul no estado de São Paulo incluindo dois municípios do Rio de Janeiro (Itatiaia e Resende), dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, no período entre os dois últimos Censos Agropecuários (1995 e 2006), e no ano de 2018, por meio da integração de dados de sensoriamento remoto e de estatísticas demográficas e agrícolas.

1.2.2. Específicos

- Identificar e quantificar áreas de cobertura florestal da área de estudo nos anos 1995, 2006 e 2018, em imagens do satélite Landsat, incluindo fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica, e processos de regeneração e reflorestamento para fins comerciais;
- Analisar a distribuição espacial dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica e regeneração em relação à rede de drenagem;
- Investigar associações entre as mudanças na cobertura florestal, atividades agrícolas e da demografia nas categorias urbana e rural pela análise conjunta dos dados obtidos de imagens Landsat e de estatísticas agropecuárias e demográficas em escala de município.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Mudanças de uso e cobertura da terra e os ciclos econômicos

As mudanças de uso e cobertura da terra estão associadas a diferentes agentes sociais que podem transformar a paisagem em decorrência de atividades como o desmatamento destinado às práticas agrícolas e à expansão urbana, podendo resultar na perda da biodiversidade. Visto a importância do tema abordado, é necessário conhecer as definições dos termos uso do solo e cobertura do solo.

Em 1994 foi criado o projeto Land-use and Land-cover Change (LUCC) no âmbito dos programas International Geosphere Biosphere Programme (IGBP) e International Human Dimensions Programme (IHDP). Esse projeto permitiu realizar análises comparativas, observações empíricas e modelagem integrada para as escalas locais e globais, visando compreender como o uso e a cobertura da terra eram impactados pelas ações humanas e biofísicas e quais as consequências para os âmbitos socioambientais (SHERBININ, 2002). O projeto LUCC foi formalizado em 1995 através da publicação do seu plano de ciência/pesquisa (Turner et al., 1995) e chegou ao estágio de implementação quatro anos depois (Lambin et al., 1999).

A implementação do plano de ciência LUCC adotou a distinção entre os conceitos de "uso da terra" de "cobertura da terra" (Turner et al., 1995, Lambin et al., 1999). Segundo Turner e Meyer (1994, p. 5), a cobertura do solo se refere ao estado físico da superfície terrestre, podendo manifestar-se como florestas, campos, corpos d'água, entre outros. Os mesmos autores definem que o uso do solo se refere aos propósitos humanos associados àquela cobertura, por exemplo, pecuária, recreação, conservação, área residencial, etc. Diversos autores afirmam que uma única cobertura pode apresentar diversos tipos de uso, assim como um único uso pode corresponder a diferentes tipos de cobertura (TURNER; MEYER, 1994; LAMBIN et al., 2001; GIRI et al., 2013; NOVO, 1998).

Briassoulis (2000) cita que os primeiros estudos sobre o uso e cobertura da terra começaram no século XIX. Segundo a autora as mudanças nos usos da terra, que ocorrem em vários níveis espaciais e em vários períodos de tempo, são as expressões materiais, dentre outras, da dinâmica ambiental e humana e das suas interações mediadas pela terra. As mudanças nos usos da terra às vezes são benéficas, às vezes possuem impactos e efeitos prejudiciais, sendo estas últimas as principais causas de preocupação, uma vez que interferem de forma variada no bem-estar humano e ambiental. Segundo Alves (2004), o assunto só apresentou maior destaque por volta de 1980 quando começou uma preocupação ambiental envolvendo discussões sobre a degradação de florestas tropicais consideradas como os ecossistemas mais ricos do planeta.

2.2. Conceituando os termos adotados para as classes de cobertura florestal

Neste trabalho serão adotados os termos: Fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica, referentes às áreas de florestas primárias que mantiveram suas características originais do bioma os quais pertencem; Regeneração se refere às áreas de sucessão secundária, em que pode ocorrer a recomposição de espécies e de estrutura do bioma original; Reflorestamento que está associado às árvores plantadas para fins comerciais, como exemplo, eucalipto e pinus; e Não-floresta, termo adotado para se referir às demais classes de uso e coberturas não florestais, como por exemplo, água, terras agrícolas, pastagens, cidades, entre outros.

2.2.1. Regeneração florestal: importância e definições

Brown e Lugo (1990) definem as florestas secundárias como aquelas formadas como resultado do impacto humano em terras florestais, não incluindo as florestas plantadas. Esta definição exclui as florestas secundárias resultantes de distúrbios naturais, tais como deslizamentos de terra, incêndios naturais e furacões. Nesse estudo os autores

ênfatizam sobre as florestas secundárias resultantes do abandono de florestas limpas, geralmente da agricultura.

Smith et al. (1997), afirmam que os diferentes padrões de regeneração são influenciados pelo histórico de uso do solo e os diversos manejos da terra posteriores ao desmatamento. Há diferentes estágios de regeneração os quais possuem distintos tipos de biomassa, estruturas de suporte e composição de espécies. O uso de dados de estrutura de vegetação e técnicas de sensoriamento remoto melhora a capacidade de distinguir as áreas de rebrota de espécies florestais.

Os estágios de sucessão secundária - SS (inicial, intermediário e avançado) são diferenciados por diversos fatores, entre eles, a espécie, a estrutura, o tamanho e idade das espécies, taxa de crescimento, adensamento dos indivíduos, entre outros. Na floresta madura, a biomassa acima do solo e a densidade da vegetação podem ser significativamente diferentes dependendo das condições do solo, composição da espécie e topografia no local (LU et al, 2002). Uma descrição mais detalhada sobre a estrutura do suporte da vegetação de diferentes estágios de Sucessão Secundária e floresta madura pode ser encontrada em Moran e Brondízio (1998), Batistella (2001), Lu (2001), Brown e Lugo (1990).

As florestas dos trópicos sofrem com processos de desmatamento, uso intensivo de terras agrícolas e outras atividades antrópicas que são um dos principais responsáveis pela perda florestal. Segundo Parrottaa et al. (1997), para que ocorresse a recuperação das áreas degradadas era necessário o abandono da terra para que, aos poucos, começasse o processo de sucessão secundária de forma natural.

As florestas sucessionais apresentam crescimento e aumento de área acelerados, fatores que são fundamentais no orçamento global de carbono. Além disso, outros papéis importantes são desempenhados pela regeneração florestal, que influenciam na fertilidade do solo, estrutura e

composição vegetal e dispersão da fauna (BROWN; LUGO, 1990; ALVES et al., 1997).

2.3. Teoria da Transição Florestal

A Teoria da Transição Florestal (TTF) foi proposta por Mather (1990, 1992) como quadro teórico-conceitual para explicar evidências de regeneração de florestas em seguida à sua derrubada, em particular, na Europa Ocidental e em regiões dos Estados Unidos. O conceito de transição florestal se refere à “mudança nas características de uso da terra de um período de constante redução da cobertura florestal para um período em que predomina a expansão das florestas” (Farinaci, 2012). Mather representou este fenômeno por meio de uma "curva em forma de U" invertida para a cobertura florestal em função do tempo, o geógrafo e historiador Alexandre Mather definiu como transição da floresta o ponto de inflexão da curva em que a variação da cobertura florestal passa de perda para ganho. O autor ainda pôde observar esse padrão em seus estudos em diversos países europeus (por exemplo, MATHER et al., 1998, 1999; MATHER; NEEDLE, 1998; MATHER; FAIRBAIRN, 2000; MATHER, 2004) e posteriormente em três países asiáticos: China, Índia e Vietnã (MATHER, 2007).

Rudel (2005) cita que as transições florestais começam durante um período de desmatamento. Inicialmente, as florestas diminuem em extensão, uma vez que um número crescente de cultivadores, com a ajuda dos madeireiros, limpa as terras florestais e as converte em campos, a fim de atender às crescentes demandas de alimentos pelas populações humanas que residiam cada vez mais nas cidades.

Eventualmente, a expansão agrícola termina e surgem hipóteses sobre a recuperação da floresta após a expansão agrícola que assumem duas formas gerais, em uma delas, os trabalhadores agrícolas deixam a terra para empregos não agrícolas de melhor remuneração, a perda de trabalhadores aumenta os salários dos demais trabalhadores diminuindo a produção das empresas agrícolas. Nessas circunstâncias, os agricultores abandonam seus campos e pastagens mais remotos e menos

produtivos, os quais tendem a reverter à cobertura florestal (RUDEL, 2005).

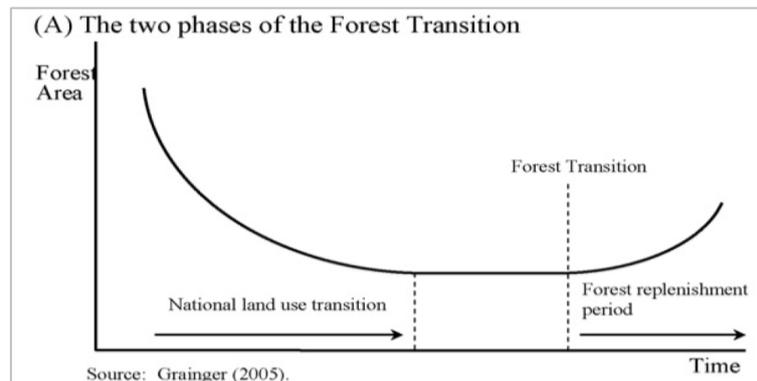
Mather e Needle (1998) discutem que na fase inicial da transformação na cobertura da terra decorrente da modernização e industrialização, há o aumento da demanda de madeira e alimentos no meio urbano. Esses fatores intensificam a exploração madeireira e a expansão agrícola, reduzindo as áreas florestadas. Os produtos de origem florestal tem sua oferta reduzida e conseqüentemente têm seus preços elevados à medida que a cobertura florestal contrai. A mão de obra agrícola também diminui no campo e migra para cidades em busca de empregos industriais, permitindo a regeneração das terras agrícolas abandonadas.

De acordo com Mather e Needle (1998), a base teórica para a transição florestal é sugerida em termos de aumento do ajuste agrícola à qualidade da terra. O conceito geral do ajuste agrícola é a concentração da produção agrícola em áreas menores de melhores terras e no abandono agrícola de áreas maiores de terras mais pobres, que estão disponíveis para reflorestamento através de regeneração natural ou plantio. Os autores simularam os resultados do processo de ajuste agrícola aplicando o estudo na França, para posteriormente apresentar evidências em outras partes do mundo. Os resultados simulados foram realizados utilizando: modelo de simulação (investiga a capacidade da terra para a agricultura em uma área coberta pela floresta); estudo de caso quantificado (demonstrar que o ajuste agrícola aconteceu no mundo real); introdução de fatores que fortaleçam a tendência do ajuste. Os autores afirmam que a capacidade da terra pode variar aleatoriamente e pode ser expressa em três classes: baixa, média e alta. Assim, os autores apontaram que a variedade de configurações sugere que o processo de ajuste agrícola funcionou amplamente podendo ser um fator causal significativo quanto à transição florestal (MATHER; NEEDLE, 1998).

Grainger (1995b) apontou que uma análise a longo prazo da cobertura florestal de um país é mais consistente se for avaliada juntamente com as mudanças de uso do solo num sentido mais amplo. Grainger (1995a)

ainda sugeriu que a curva da cobertura florestal em forma de U é na realidade uma união de duas curvas diferentes de mudanças de uso da terra: “o declínio na área da floresta, denominada transição do uso do solo nacional e a recuperação na área da floresta após a transição, o que ele chamou de período de reposição florestal” (Figura 2.2).

Figura 2.1 - As duas fases da transição florestal.



Fonte: Grainger (2005)

O autor Perz (2007a; 2007b) critica a TTF pelos seus argumentos cosmopolitas, sem agregar os fatos contextuais do desenvolvimento, e nem sempre enfatizando as questões ambientais. Buttel (2000) justifica que essas teorias servem como subterfúgio para o campo político e o Estado que visam se isentar da responsabilidade de serem os agentes destruidores do meio ambiente. Além disso, foram propostas diversas teorias que tratam a transição florestal como um processo que ocorre em um estágio de desenvolvimento econômico a longo prazo, enfatizando os principais elementos ligados ao desmatamento em oposição ao reflorestamento (FOSTER; ROSENZWEIG, 2003; GRAINGER, 1995a, 2008; MATHER, 1992, 2000; MATHER; NEEDLE, 1998; PERZ, 2007; PERZ; SKOLE, 2003; RUDEL et al., 2005).

Um estudo de Silva et al. (2017), reuniu em sua análise dados de uso e cobertura de terra juntamente a políticas ambientais, dados de censos e entrevistas, para compreender melhor os processos que estão associados a transição florestal. O estudo foi realizado em uma área no Vale da Paraíba Paulista, para o período de 1985 a 2011. Como dados auxiliares à análise, foram utilizados os mapas de uso e cobertura da terra de São

Paulo de 1994, 2002, 2005 e 2008 produzidos pela FUNCATE (Fundação de apoio para projetos de pesquisa de ciência e tecnologia espacial) e o inventário florestal da vegetação natural de São Paulo de 2005. Os autores observaram que os ganhos na cobertura florestal sobressaíam às áreas desmatadas. Os autores exploraram o contexto que permitiu a ocorrência de uma transição florestal regional, com o controle do desmatamento em florestas maduras e áreas de sucessão secundária; e como as políticas públicas, o desenvolvimento econômico, a dinâmica populacional e as condições ambientais induzem processos de transição florestal no Vale do Paraíba.

Ainda segundo Silva et al. (2017), o estudo contribuiu para a ciência da mudança de uso e cobertura da terra, bem como foi o pioneiro em explorar como a sociedade interagiu com os mecanismos de conservação da Mata Atlântica no Estado de São Paulo, beneficiando a transição florestal. Os autores também destacam que o engajamento social e as normas legais visando à conservação ambiental foram primordiais para impulsionar a sucessão secundária e a conservação de remanescentes de florestas maduras, sendo também essenciais para promover e sustentar a governança florestal no caso do Vale do Paraíba.

2.4. Sensoriamento Remoto como ferramenta de estudo da cobertura florestal

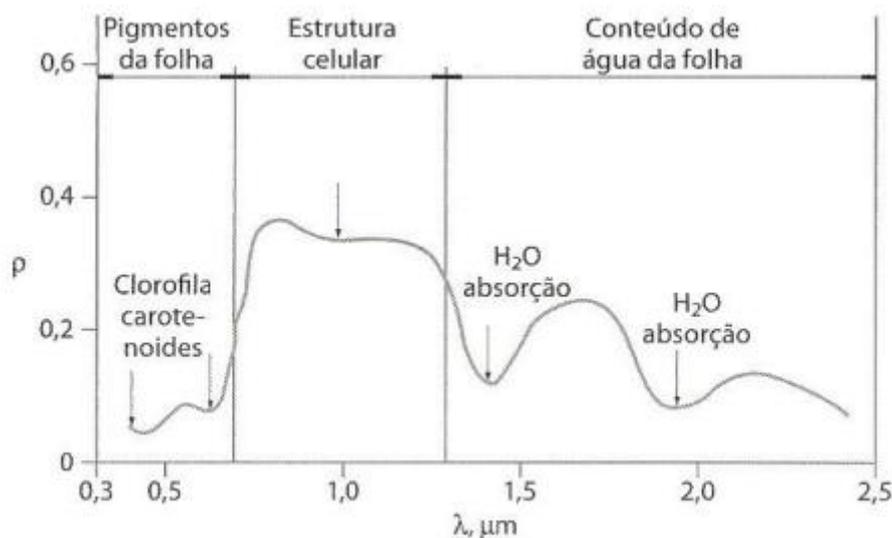
Sensoriamento remoto é a medição ou aquisição de informação de alguma propriedade de um objeto ou fenômeno, por um dispositivo de registro que não esteja em contato físico ou íntimo com o objeto ou fenômeno em estudo (COWELL, 1983). Segundo Jensen (2009), um instrumento de sensoriamento remoto pode estar localizado a poucos metros acima do solo, ou acoplado a uma aeronave ou satélite. O instrumento de sensoriamento remoto coleta informações sobre um objeto ou fenômeno dentro do campo de visada instantâneo (IFOV) do sistema do sensor sem estar em contato físico direto com ele.

Os dados de sensoriamento remoto se baseiam no princípio da interação da radiação eletromagnética com os objetos da superfície terrestre, e

destes com os sistemas sensores em plataformas orbitais, aéreas ou terrestres (JENSEN, 2009; NOVO, 2010). A interação da radiação eletromagnética, objeto e sistemas sensores registram as informações obtidas da imagem em níveis de cinza, que podem ser convertidos em valores de reflectância. As informações obtidas sobre um determinado objeto ou fenômeno podem ser tanto qualitativas quanto quantitativas.

O comportamento espectral da vegetação é função da composição, morfologia e estrutura interna das folhas. Diferenças no comportamento espectral podem ocorrer entre grupos de vegetação que sejam geneticamente distintos. Outros fatores que podem influenciar nesse comportamento, no contexto do sensoriamento remoto, são as características físico-químicas dos elementos, geometria de aquisição dos dados (ângulo de incidência do fluxo de radiância), e processos como absorção e espalhamento (PONZONI, 2002). A curva espectral típica de uma folha verde pode ser observada na Figura 2.3.

Figura 2.2 - Curva espectral típica de uma folha verde.



Fonte: NOVO (1989).

No estudo da vegetação, as principais regiões do espectro eletromagnético estudadas compreendem entre 400nm a 2.600nm, onde ocorre a maior interação da energia radiante com a estrutura de folhas e dosséis. Essas regiões se dividem em três partes: 400nm a 700 nm: visível; 700nm a 1.300nm: infravermelho próximo; 1.300nm a 2.600nm:

infravermelho médio. Desta forma, é possível prever padrões de reflectância na vegetação em imagens multiespectrais (PONZONI, 2002).

A confusão entre classes ocorre quando *pixels* de uma classe são incluídos erroneamente em outra, principalmente em alvos com comportamento espectral semelhante. A confusão espectral pode ocorrer entre florestas primárias e secundárias em estágio avançado, visto que a estrutura e biomassa aérea apresentam semelhanças, tornando a curva espectral de ambas bem próximas entre si. Desta forma, é comum a ocorrência de erros de omissão e comissão em classificações de imagens. De acordo com Mausel et al. (1993), esse tipo de erro é comum, pois as áreas de sucessão secundária avançada entre 11 e 15 anos apresentam estrutura e curvas espectrais próximas de uma floresta intacta. Lu et al. (2003) discutem que as camadas de dossel de uma sucessão secundária em estágio avançado é semelhante a de uma floresta madura, porém apresentando árvores não tão altas e grossas, com espécies ombrófilas e de crescimento lento.

Estudos abordam a questão das mudanças da cobertura florestal por meio do sensoriamento remoto, em que são utilizados diferentes classificadores. A seleção de um ou mais métodos dependerá da necessidade e objetivo do estudo, bem como do conjunto de dados utilizados. Desta forma, autores vêm desenvolvendo pesquisas por meio de técnicas de sensoriamento remoto para analisar a variação da cobertura florestal e o uso da terra.

Ferreira et al. (2015) combinaram dados dos censos e imagens do sensor Landsat/TM para investigar a dinâmica florestal em função de mudanças na agricultura na região de Presidente Prudente entre 1986 e 2009. Os autores identificaram fragmentos de remanescentes florestais, de regeneração e áreas de floresta plantada, por meio do uso de algoritmos de classificação e modelo linear de mistura espectral (MLME), o resultado encontrado foi de 4,5% de regeneração florestal. Outro trabalho desenvolvido com uso do sensoriamento remoto foi o de Silva et al. (2018), onde os autores investigaram a possibilidade de transição florestal

na porção centro-sul de São Paulo entre os anos de 1995 a 2013. Os autores integraram o processamento de imagens, métricas de paisagem e dados de censos para analisar os processos associados a uma possível transição florestal. Os resultados mostraram o avanço do cultivo de cana-de-açúcar na região, e que a transição florestal estava mais relacionada à questão das florestas plantadas do que à regeneração. Em ambos os trabalhos, os autores utilizaram o Google Earth para verificar a vegetação, visto que a plataforma fornece imagens de alta resolução atualizadas, foi possível elucidar as dúvidas em imagens Landsat/TM sobre as classes de cobertura florestal.

Lu et al. (2003) utilizaram o Modelo Linear de Mistura (MLM) em imagens Landsat/TM para identificar e classificar diferentes estágios de sucessão secundária na Amazônia. Os autores abordam os fatores limitantes para o estudo da vegetação por meio de classificadores convencionais, a exemplo de máxima verossimilhança (MAXVER). Tais fatores dizem respeito à heterogeneidade complexa da estrutura e geometria da vegetação, resolução espacial do sensor e a transição suave entre os diversos estágios de sucessão secundária. No entanto, o MLM mostrou-se promissor em relação ao MAXVER, promovendo uma maior separabilidade entre florestas sucessionais e primárias, visto que as frações-imagens fornecem informações estruturais biofísicas. Mausell et al. (1993) também analisaram as respostas espectrais do Landsat TM de diferentes estágios de sucessão secundária (SS) e classificaram a vegetação em SS1, SS2, SS3 e floresta madura usando um classificador de extração e classificação de objetos homogêneos denominado ECHO.

Reis (2014), em uma abordagem diferente, teve como objetivo avaliar o potencial de dados SAR, óticos e da combinação dos dois, para detectar mudanças em uma região da Amazônia brasileira, por meio de análise pós-classificação, baseada em regiões, a saber: Bhattacharyya, MultiSeg e PALSAR_SDNLN, os quais desempenharam diferentes resultados para cada conjunto de imagens (ALOS, PALSAR e Landsat).

O algoritmo de classificação *Support Vector Machine* (SVM) tem como objetivo a determinação de limites de decisão que produzam uma separação ótima entre classes por meio da minimização dos erros, tal que se as classes são separáveis, a solução é escolhida de forma a separar o máximo as classes. O SVM consiste em uma técnica computacional de aprendizado para problemas de reconhecimento de padrão (VAPNIK, 1995). Baumann et al. (2012) utilizaram o SVM e elementos pós-classificação em imagens Landsat TM e ETM+ para identificar mudanças na cobertura florestal em uma área na Rússia temperada, encontrando 4,5% de ganho florestal. Negri et al. (2009) utilizaram o SVM em imagens polarimétricas em Banda L para classificação de cobertura da terra em uma área da Amazônia, porém as classes de florestas primárias e secundárias não apresentaram uma boa separabilidade. No entanto, após filtragem dos dados foi possível discriminar floresta degradada de floresta secundária.

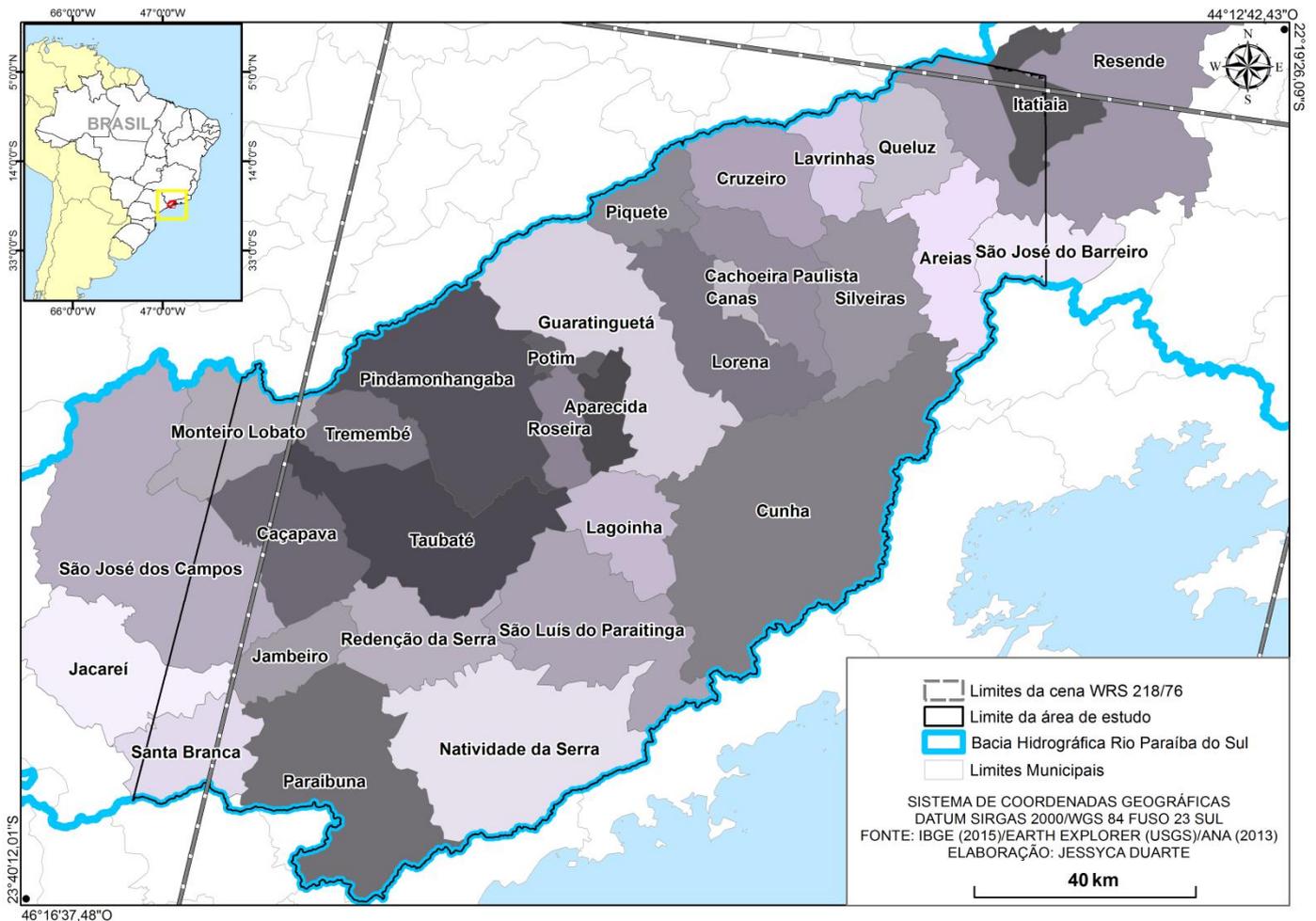
A interpretação visual é amplamente utilizada, porém é crescente a opção pela utilização de métodos computacionais de classificação que oferecem resultados de forma mais rápida e facilitada (CROSTA, 1993). Em muitos casos, é necessário aliar as duas técnicas, tanto de classificação automática quanto de interpretação visual, devido à frequente confusão de classes obtidas através de algoritmos de classificação, assim, para melhorar o mapeamento, é realizado uma pós-classificação por edição manual de matrizes ou vetores.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

A área de estudo está inserida na Bacia do Rio Paraíba do Sul, abrangendo municípios incluídos na cena 218/76 do *Worldwide Reference System* (WRS) (Figura 3.1).

Figura 3.1 - Mapa da área de estudo.



Na Tabela 3.1 mostra-se a lista dos municípios contidos inteira ou parcialmente na área de estudo, bem como seus respectivos estados, microrregiões e mesorregiões.

Tabela 3.1 - Lista de municípios da área de estudo.

| Município | Estado | Microrregião | Mesorregião | Área (km ²) | Fração da área total (%) |
|------------------------|--------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| Aparecida | SP | G | VPP | 121,08 | 100,00 |
| Areias | SP | B | VPP | 305,23 | 100,00 |
| Caçapava | SP | SJC | VPP | 368,99 | 100,00 |
| Cachoeira Paulista | SP | G | VPP | 287,99 | 100,00 |
| Canas | SP | G | VPP | 53,26 | 100,00 |
| Cruzeiro | SP | G | VPP | 305,69 | 100,00 |
| Cunha | SP | PP | VPP | 1.407,25 | 100,00 |
| Guaratinguetá | SP | G | VPP | 752,64 | 100,00 |
| Itatiaia | RJ | VPF | SF | 241,03 | 45,87 |
| Jacareí | SP | SJC | VPP | 464,27 | 15,62 |
| Jambeiro | SP | PP | VPP | 184,41 | 100,00 |
| Lagoinha | SP | PP | VPP | 255,47 | 100,00 |
| Lavrinhas | SP | G | VPP | 167,07 | 100,00 |
| Lorena | SP | G | VPP | 414,16 | 100,00 |
| Monteiro Lobato | SP | CJ | VPP | 332,74 | 48,42 |
| Natividade da Serra | SP | PP | VPP | 833,37 | 100,00 |
| Paraibuna | SP | PP | VPP | 809,58 | 100,00 |
| Pindamonhangaba | SP | SJC | VPP | 729,99 | 100,00 |
| Piquete | SP | G | VPP | 175,99 | 100,00 |
| Potim | SP | G | VPP | 44,47 | 100,00 |
| Queluz | SP | G | VPP | 249,40 | 100,00 |
| Redenção da Serra | SP | PP | VPP | 309,44 | 100,00 |
| Resende | RJ | VPF | SF | 1.099,34 | 22,36 |
| Roseira | SP | G | VPP | 130,65 | 100,00 |
| Santa Branca | SP | PP | VPP | 272,24 | 89,26 |
| São José do Barreiro | SP | B | VPP | 570,68 | 22,96 |
| São José dos Campos | SP | SJC | VPP | 1.099,41 | 25,31 |
| São Luís do Paraitinga | SP | PP | VPP | 617,31 | 100,00 |
| Silveiras | SP | B | VPP | 414,78 | 100,00 |
| Taubaté | SP | SJC | VPP | 625,00 | 100,00 |
| Tremembé | SP | SJC | VPP | 191,09 | 100,00 |

Legenda: B=Bananal; CJ=Campos do Jordão; G=Guaratinguetá; PP=Paraibuna/Paraitinga; SP=São Paulo; SJC=São José dos Campos; RJ=Rio de Janeiro; VPF=Vale do Paraíba Fluminense; VPP=Vale do Paraíba Paulista; SF = Sul Fluminense.

3.1.1. Histórico do Vale do Paraíba

Segundo Muller (1969), o Vale do Paraíba é uma das mais antigas áreas de ocupação do Estado paulista. A fundação dos núcleos urbanos está associada aos ciclos econômicos, como o “ciclo do ouro” (séc. XVIII) e o

“ciclo do café” (séc. XIX), e o desenvolvimento industrial a partir do século XX.

Entre os séculos XIX e XX, o desenvolvimento dos núcleos urbanos advindos da economia cafeeira acompanhada pela implantação de ferrovias, abriu caminho para a industrialização. A estagnação da economia cafeeira concomitante à transição do Império para a República impulsionou o ciclo da pecuária leiteira e a industrialização no período 1930-40 (BENTES, 2014). A localização entre o litoral e o interior de São Paulo, conectando cidades como São Paulo e Rio de Janeiro, foi um importante indutor da ocupação do Vale do Paraíba (BISTRICHI et al., 1996).

De acordo com Cordeiro (1999), a industrialização surgiu no Vale do Paraíba Paulista em decorrência das dificuldades do setor agrícola. Pois, durante o século XIX, a região era um dos principais polos da economia cafeeira do País. A partir de 1950 surgiram grandes polos industriais no Vale do Paraíba, como Jacareí, Taubaté e São José dos Campos. Segundo com Silva et al. (2017), a baixa incidência de radiação solar devido às características do terreno, as práticas inadequadas de manejo de solos, por sua vez esgotados e cultivados ao longo de um século sem tecnologias apropriadas, contribuíram para a perda de produtividade do solo para agricultura e pecuária, impulsionando o despovoamento rural e declínio da produção agrícola. Estudos regionais revelaram variações significativas na cobertura da Mata Atlântica, como é o caso do Vale do Paraíba com + 74% da variação líquida relativa entre 1985 e 2011.

Godoy (2003) relata que as atividades ligadas à economia açucareira foram estabelecidas no Rio de Janeiro e em São Paulo durante as primeiras décadas da presença portuguesa no Brasil em meados do século XVIII. A pequena produção em São Paulo era voltada para o autoconsumo ou para mercados locais, enquanto a exportação secundária era dos encargos do Rio de Janeiro. Os engenhos de açúcar se concentravam na região do planalto Paulista, conhecido como quadrilátero do açúcar, nos municípios de Itu e Campinas. “A evolução da

economia canavieira paulista é peculiar por sua fugacidade. A cultura do café surgiu e se expandiu nas terras ocupadas com a cana, inicialmente no vale do Paraíba e posteriormente no próprio quadrilátero” (GODOY, 2003). Segundo Ricci (2006), o café era a principal atividade econômica no Brasil no século XIX, e o Vale do Paraíba era responsável por cerca de 77% da produção de São Paulo, com destaque para os municípios de Areias (Inicialmente Freguesia criada em janeiro de 1748 com o nome de Santana da Paraíba Nova, que servia de pouso para os tropeiros que de São Paulo e Minas Gerais, iam para o Rio de Janeiro) e Bananal (inicialmente foi uma Freguesia criada em 26 de janeiro de 1811, no Município de Lorena, e posteriormente transferida para o município de Areias).

A cafeicultura expandiu-se na Bacia do Paraíba do Sul ao custo da conversão das florestas em extensas áreas queimadas e de plantios "morro acima", resultando em rápidas perdas de produtividade e início de processos intensos de erosão e degradação das terras, além da substituição do café pelas pastagens. A partir de 1940, com o desenvolvimento da atividade industrial, a população da bacia passou de predominantemente rural para urbana em poucas décadas, ocorrendo o declínio da atividade agropecuária, já prejudicada pelas práticas inadequadas às restrições naturais ao uso do solo. O êxodo rural é constante nos municípios da bacia, alguns já apresentando mais de 90% da população concentrada em áreas urbanas. A bacia do Paraíba do Sul drena uma das regiões mais desenvolvidas do país, abrangendo parte do Estado de São Paulo, na região conhecida como Vale do Paraíba Paulista, parte do Estado de Minas Gerais, denominada Zona da Mata Mineira, e metade do Estado do Rio de Janeiro (AGEVAP, 2006).

3.1.2. O bioma da Mata Atlântica

O Vale do Paraíba do Sul está incluído, em sua maior parte, dentro no domínio da Mata Atlântica. Durante o século XVI, sua área de 1,3 milhões de quilômetros quadrados se estendia ao longo de 17 estados brasileiros: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato

Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí (Lei nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006) (BRASIL, 2006). O levantamento de remanescentes florestais no bioma é realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e pelo INPE desde o ano de 1990. As atividades humanas como agricultura, pecuária e desmatamento são uns dos principais causadores dos impactos sobre a Mata Atlântica (SOS Mata Atlântica/INPE, 2016). O histórico de desmatamento desde o início do mapeamento pode ser observado na Tabela 3.2.

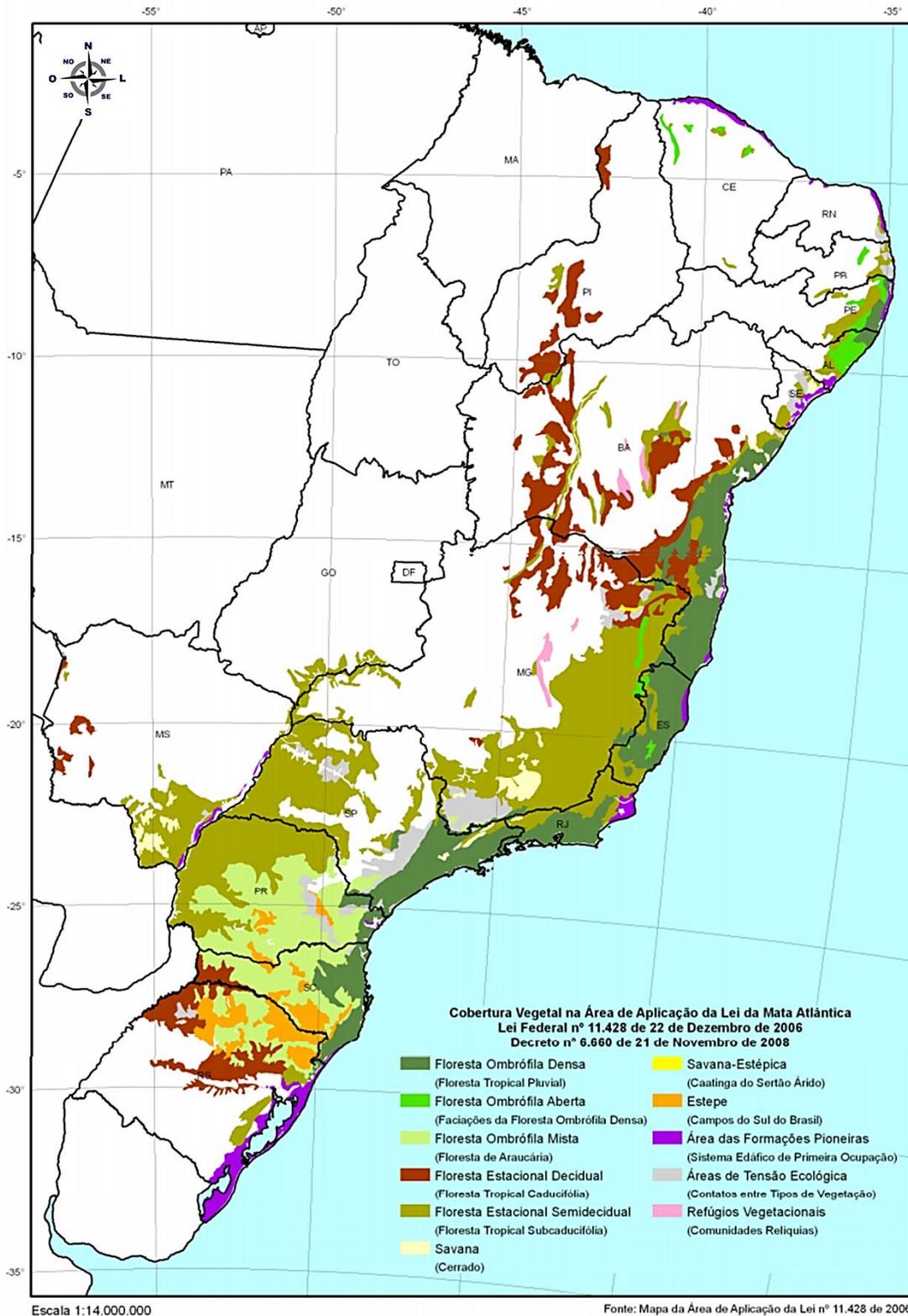
Tabela 3.2 - Histórico de desmatamento na Mata Atlântica.

| Desmatamento observado | Total desmatado (ha) | Intervalo (anos) | Taxa anual (ha) |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|
| 2012 a 2013 | 23.948 | 1 | 23.948 |
| 2011 a 2012 | 21.977 | 1 | 21.977 |
| 2010 a 2011 | 14.090 | 1 | 14.090 |
| 2008 a 2010 | 30.366 | 2 | 15.183 |
| 2005 a 2008 | 102.938 | 3 | 34.313 |
| 2000 a 2005 | 174.828 | 5 | 34.966 |
| 1995 a 2000 | 445.952 | 5 | 89.190 |
| 1990 a 1995 | 500.317 | 5 | 100.063 |
| 1985 a 1990 | 536.480 | 5 | 107.296 |

Fonte: SOSMA e INPE (2014).

As fitofisionomias que compreendem a Mata Atlântica de acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira, apresentados na Figura 3.2, são observadas na faixa litorânea brasileira se estendendo do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, são compostas principalmente por Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional à medida que interioriza o continente, Floresta Ombrófila Mista mais ao sul, além de apresentar ecossistemas costeiros de Mangues, Restingas e Mussunungas (IBGE, 1992; GUEDES et al., 2005).

Figura 3.2 – Extensão de fitofisionomias do Bioma Mata Atlântica conforme Lei Federal 11428/2006, Decreto 6660/2008.



Fonte: SOS Mata Atlântica e INPE (2011).

De acordo com o relatório realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e pelo INPE, foi definida uma área mínima de 3 hectares para o mapeamento, assumindo-se a visualização em tela na escala 1:50.000, tanto para as áreas alteradas (desflorestamentos) como para os fragmentos florestais delimitados (SOS Mata Atlântica/INPE, 2014). As proporções de áreas naturais (mangue, restinga arbórea e área natural de vegetação não florestal) e os remanescentes florestais do bioma, para o ano base 2016, estão apresentados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Áreas em hectare e percentual (%) de Remanescentes florestais, Mangue, Restinga arbórea e áreas naturais não florestais em 2016.

| UF | Área UF (10 ⁶ ha) LMA | RF 2016 (10 ⁴ ha) | RF (%) | ANNF (10 ⁴ ha) | ANNF (%) | Mangue (10 ⁴ ha) | Restinga Arbórea (10 ⁴ ha) | Total Natural (10 ⁴ ha) | Total natural (%) |
|-------|----------------------------------------|---------------------------------|-----------|------------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------|
| AL | 1,52 | 14,34 | 0,09 | 1,01 | 0,67 | 0,53 | 0,23 | 16,13 | 10,58 |
| BA | 17,98 | 201,45 | 0,11 | 40,29 | 2,24 | 7,26 | 3,55 | 252,57 | 14,04 |
| CE | 0,86 | 6,40 | 0,07 | 5,04 | 5,83 | 1,51 | 6,11 | 19,08 | 22,04 |
| ES | 4,60 | 48,35 | 0,10 | 7,76 | 1,69 | 0,73 | 1,29 | 58,15 | 12,62 |
| GO | 1,19 | 3,03 | 0,03 | 0,31 | 0,26 | * | * | 3,35 | 2,82 |
| MG | 27,62 | 283,60 | 0,10 | 36,94 | 1,34 | * | * | 320,54 | 11,60 |
| MS | 6,38 | 70,68 | 0,11 | 26,21 | 4,10 | * | * | 96,89 | 15,17 |
| PB | 0,59 | 5,49 | 0,09 | 0,32 | 0,55 | 1,15 | 0,07 | 7,04 | 11,76 |
| PE | 1,69 | 19,71 | 0,12 | 0,07 | 0,05 | 1,43 | * | 21,22 | 12,56 |
| PI | 2,66 | 90,52 | 0,34 | 2,00 | 0,75 | 0,38 | 0,96 | 93,87 | 35,27 |
| PR | 19,63 | 228,37 | 0,12 | 10,77 | 0,55 | 3,51 | 10,02 | 252,69 | 12,87 |
| RJ | 4,37 | 81,95 | 0,19 | 5,72 | 1,31 | 1,14 | 2,74 | 91,57 | 20,92 |
| RN | 0,35 | 1,22 | 0,03 | 3,68 | 10,49 | 1,23 | 2,09 | 8,23 | 23,46 |
| RS | 13,85 | 109,33 | 0,08 | 77,66 | 5,60 | * | 1,38 | 188,38 | 13,59 |
| SC | 9,57 | 220,49 | 0,23 | 55,47 | 5,79 | 1,20 | 5,94 | 283,12 | 29,57 |
| SE | 1,01 | 7,01 | 0,07 | 1,52 | 1,50 | 2,45 | 0,48 | 11,49 | 11,27 |
| SP | 17,07 | 234,64 | 0,13 | 17,38 | 1,02 | 2,60 | 23,01 | 277,65 | 16,26 |
| Total | 131,02 | 1.626,66 | 0,12 | 292,25 | 2,23 | 25,19 | 57,94 | 2.002,05 | 15,28 |

Legenda: *sem informação; UF=Unidade Federal; LMA=Área das Unidades Federais de acordo com a Lei da Mata Atlântica; RF=Remanescentes florestais; ANNF=Áreas naturais não florestais.

Fonte: Adaptado de SOS Mata Atlântica e INPE (2016).

O crescimento das atividades antrópicas tem modificado as paisagens tropicais. A expansão e a consolidação das fronteiras agrícolas levaram à condição atual dos fragmentos florestais remanescentes na Mata Atlântica, onde passaram a predominar pastagens, terras agrícolas e

áreas urbanas (TABARELLI et al., 2004). Os desmatamentos destinados a plantios, pastagens, extração de madeira e queimadas são alguns processos associados ao histórico de redução da área original da Mata Atlântica por cerca de dois séculos. Tais processos foram tão intensos que diversos esforços foram planejados e executados visando proteger os remanescentes florestais, além do reflorestamento como alternativa para conservar as espécies nativas do bioma (FONSECA, 1985). Os remanescentes florestais se apresentam como a porção da floresta original que não sofreu corte raso, ou seja, que permaneceu com as características naturais total ou parcialmente do bioma que o compreende (BRESOLIN et al., 2011).

No Brasil, uma análise histórica do processo de ocupação do território brasileiro realizada por Machado (1992), destaca-se o conceito de fronteira, o qual a autora descreve como um organismo vivo, moldada pelas ações dos proprietários e produtores, assim como das ações do estado que facilita o acesso a terra e impulsiona fluxos migratórios. Assim, a autora afirma que o Brasil passou por várias frentes de expansão: a primeira ocorreu em regiões próximas ao litoral, principalmente no sudeste, com o avanço da cafeicultura entre os séculos XIX e XX, para atender a demanda internacional. Assim a frente de expansão agrícola, em especial do café, parecia confirmar o padrão tradicional de desmatamento.

3.1.3. Características fisiográficas da área de estudo

O clima da área de estudo é do tipo Cwa, pela classificação de Köppen, o que indica um clima quente e úmido, com inverno e seco, sendo a temperatura média anual de 20°C, a temperatura do mês mais frio inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C, e a precipitação média anual atinge 1.500 mm, (VASCONCELOS, 1992).

Quanto à geomorfologia, segundo Almeida (1964) a área de estudo está situada entre duas províncias geomorfológicas: o Planalto Atlântico, o qual abrange cinco zonas (Planalto do Paraitinga, Planalto da Bocaina,

Médio Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e Planaltos de Campos de Jordão), e a Província Costeira (zona Serranias Costeiras). Pertencente ao complexo pré-cambriano, as altitudes da bacia entre as Serras da Mantiqueira e do Mar, chegam até 2500 e 800 m, com relevo suave na porção interior, variando de 560 a 650 m (COLUMBUS et al.,1980). Em termos geológicos, a área de estudo está situada no domínio morfoclimático de “mares de morros”, predominando formas residuais e curtas em sua convexidade, resultados da mamelonização, que se constituiu de processos de arredondamento e inclinação em terrenos cristalinos, formando superfícies aplainadas de cimeira ou intermontante (AB’SABER, 2000).

De acordo com o mapa na escala de 1:5.000.000 do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013), a área de estudo é composta pelos tipos de solo: *Latossolos Vermelhos*, *Latossolos Vermelhos Amarelos*, *Argissolos Vermelhos-Amarelos*, *Cambissolos Háplicos*, *Cambissolos Húmicos*, *Gleissolos Melânicos* e *Espodossolos*.

3.2. Materiais

3.2.1. Série temporal de imagens Landsat

Para este estudo, foram utilizadas imagens dos sensores *Multispectral Scanner System* (MSS), *Thematic Mapper* (TM) referente ao Landsat-5 e *Operational Land Imager* (OLI) referente ao Landsat-8, obtidas em Sistema de Coordenadas Planas. As imagens dos sensores TM e OLI apresentam resolução espacial de 30m, enquanto as do sensor MSS apresentam resolução espacial 60m, sendo necessário realizar a reamostragem para 30m. As imagens apresentam projeção *Universal Transverse Mercator* (UTM) com Datum WGS 84, referentes ao produto *Landsat Surface Reflectance* em que as imagens são pré-processadas e apresentam valores de reflectância de superfície, disponíveis no acervo digital do *United States Geological Survey* (USGS) em: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (USGS, 2018). Na Tabela 3.4, estão apresentadas as datas das imagens adquiridas.

Tabela 3.4 – Data de aquisição das imagens.

| Sensor | Data de Aquisição | | |
|--------|-------------------|------------------------------------|----------------------------|
| MSS | 16/02/1975 | | |
| | 02/02/1981 | | |
| | 31/08/1983 | Subsídio para interpretação visual | |
| | 01/08/1984 | | |
| | 16/09/1986 | | |
| | 09/09/1995 | Utilizada na classificação | |
| TM | 26/08/1996 | | |
| | 13/08/1997 | | |
| | 05/02/1998 | | |
| | 04/09/1999 | | |
| | 21/08/2000 | Subsídio para interpretação visual | |
| | 09/09/2001 | | |
| | 04/03/2002 | | |
| | 17/10/2003 | | |
| | 29/06/2004 | | |
| | 03/08/2005 | | |
| | | 06/08/2006 | Utilizada na classificação |
| | | 08/07/2007 | |
| | | 20/03/2008 | |
| OLI | 02/11/2009 | | |
| | 14/06/2010 | | |
| | 05/09/2011 | Subsídio para interpretação visual | |
| | 10/09/2013 | | |
| | 02/12/2014 | | |
| | 31/08/2015 | | |
| | 07/12/2016 | | |
| | 10/12/2017 | | |
| | 23/08/2018 | Utilizada na classificação | |

Para o processamento digital de imagens foram utilizadas as cenas referentes aos anos 1995 e 2006, devido à disponibilidade do censo agropecuário para essas datas. Para a data mais atual, cenas do ano de 2018 foram utilizadas, cuja classificação resultante foi validada a partir de dados coletados em campo.

3.2.2. Estatísticas agrícolas e demográficas

Foram obtidos dados de censos agrícolas/demográficos e estatísticas agrícolas, para análise e identificação dos principais processos associados à dinâmica de uso e cobertura da terra. As principais estatísticas agrícolas e demográficas são produzidas e fornecidas pelo

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram utilizados neste trabalho:

- Dados dos censos agropecuários dos anos de 1995-96, 2006 e 2017. É importante salientar que os dados do censo agropecuário 2017 são resultados preliminares sujeitos a mudanças conforme divulgado pelo IBGE (IBGE, 2018). Os censos agropecuários foram obtidos em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>.
- Dados dos censos demográficos dos anos de 1991, 2000 e de 2010. Segundo IBGE (2018), os censos populacionais produzem informações importantes para a definição de políticas públicas e a tomada de decisões de investimento, sejam eles provenientes da iniciativa privada ou de qualquer nível de governo, e constituem uma fonte de referência sobre a situação de vida da população nos municípios e em seus recortes internos, como distritos, bairros e localidades, rurais ou urbanas. Os censos demográficos foram obtidos em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/multidominio/cultura-recreacao-e-esporte/9662-censo-demografico-2010>.
- Dados dos levantamentos anuais da Produção Agrícola Municipal (PAM), obtidos em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>, compreendendo os principais produtos das lavouras temporárias e permanentes do País, caracterizados pela importância econômica que possuem (IBGE, 2018);
- Dados dos levantamentos anuais da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS): os resultados constituem a principal fonte de estatísticas sobre o acompanhamento sistemático da exploração dos recursos florestais em todo o Território Nacional, fornecendo informações estatísticas sobre

quantidade e valor dos principais produtos obtidos através do processo de exploração dos recursos florestais nativos, denominado como extrativismo vegetal, bem como, quantidade e valor dos principais produtos da silvicultura, ou seja, produtos provenientes da exploração de maciços florestais plantados (IBGE, 2018). Os dados da PEVS foram obtidos em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/>.

- Dados dos levantamentos anuais da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), incluindo efetivos dos rebanhos e as produções de origem animal, constituindo, assim, a principal fonte de estatísticas desse segmento econômico (IBGE, 2018). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/>.

As estatísticas PAM, PEVS e PPM incluem dados de 1974 a 2016. Para compreender melhor a dinâmica do setor florestal também foram consultados os anuários estatísticos disponíveis no site do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), disponível em: <http://www.ipef.br/estatisticas/>. O IPEF foi criado em 1968, sendo uma associação que visa o planejamento, a implementação e a coordenação de ações e o gerenciamento de recursos florestais, por meio de análises e pesquisas (IPEF, 2018).

Desta forma, buscou-se identificar grupos de municípios com lógicas socioeconômicas semelhantes, ou seja, as principais atividades de agropecuária, silvicultura, serviços ou indústrias que podem estar atreladas aos processos de mudança da cobertura e uso da terra, em especial à cobertura florestal.

3.2.3. Dados complementares

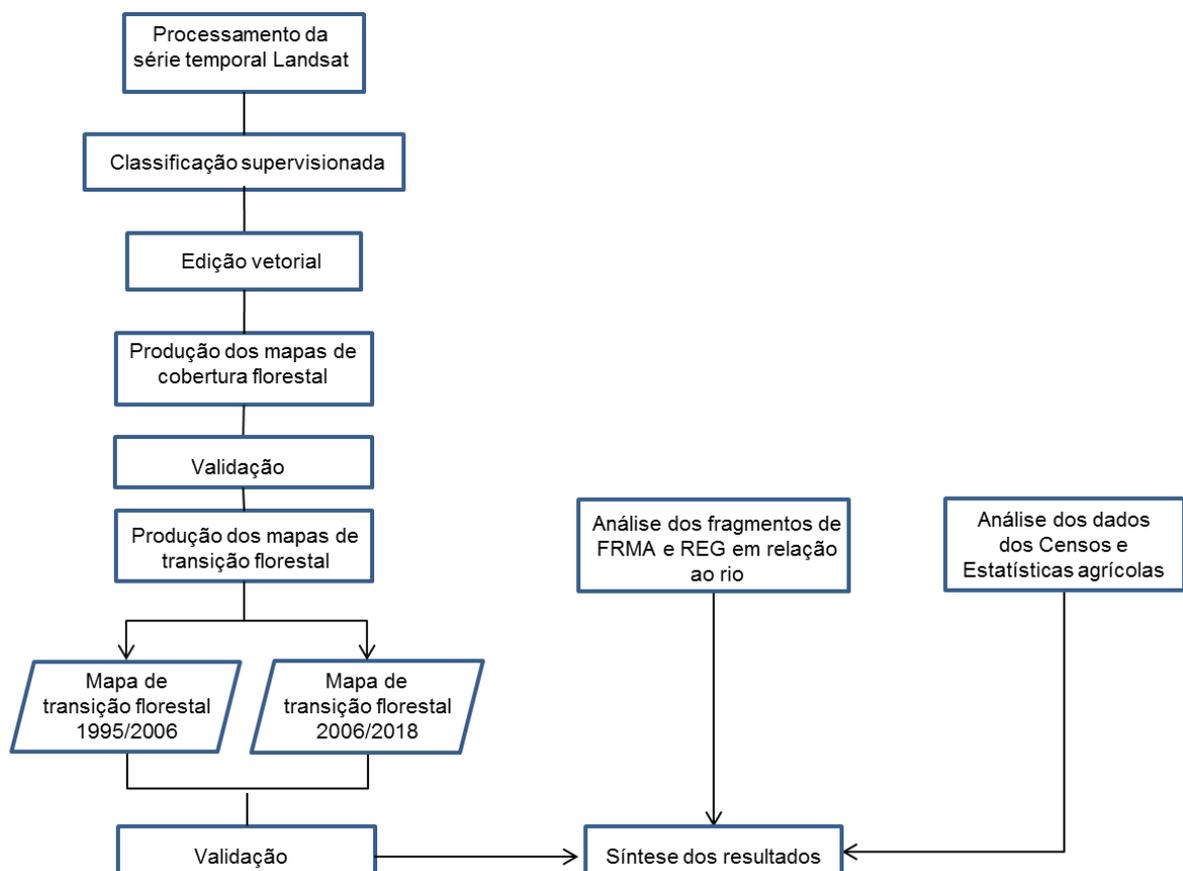
Para fins de comparação durante o processo de classificação das imagens, foram utilizados os mapas de remanescentes florestais disponíveis em arquivo *shapefile* gerados pela Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, disponível em <http://mapas.sosma.org.br/>. Desta forma,

a base da SOSMA foi usada para orientar na distinção entre as classes de fisionomias florestais. Também foram utilizadas bases cartográficas em formato *shapefile* obtidas no acervo do IBGE (<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>). As malhas usadas foram drenagem, limites municipais, limites estaduais, bacias hidrográficas, entre outros.

3.3 Métodos

A metodologia empregada no trabalho foi dividida em dois fluxogramas metodológicos, mostrados nas Figuras 3.3 e 3.4. Na etapa de processamento das imagens, foi realizada uma classificação supervisionada para obtenção dos mapas de cobertura florestal (1995, 2006 e 2018). Posteriormente, foi realizada uma detecção de mudanças para geração dos mapas de transição florestal (1995-2006 e 2006-2018).

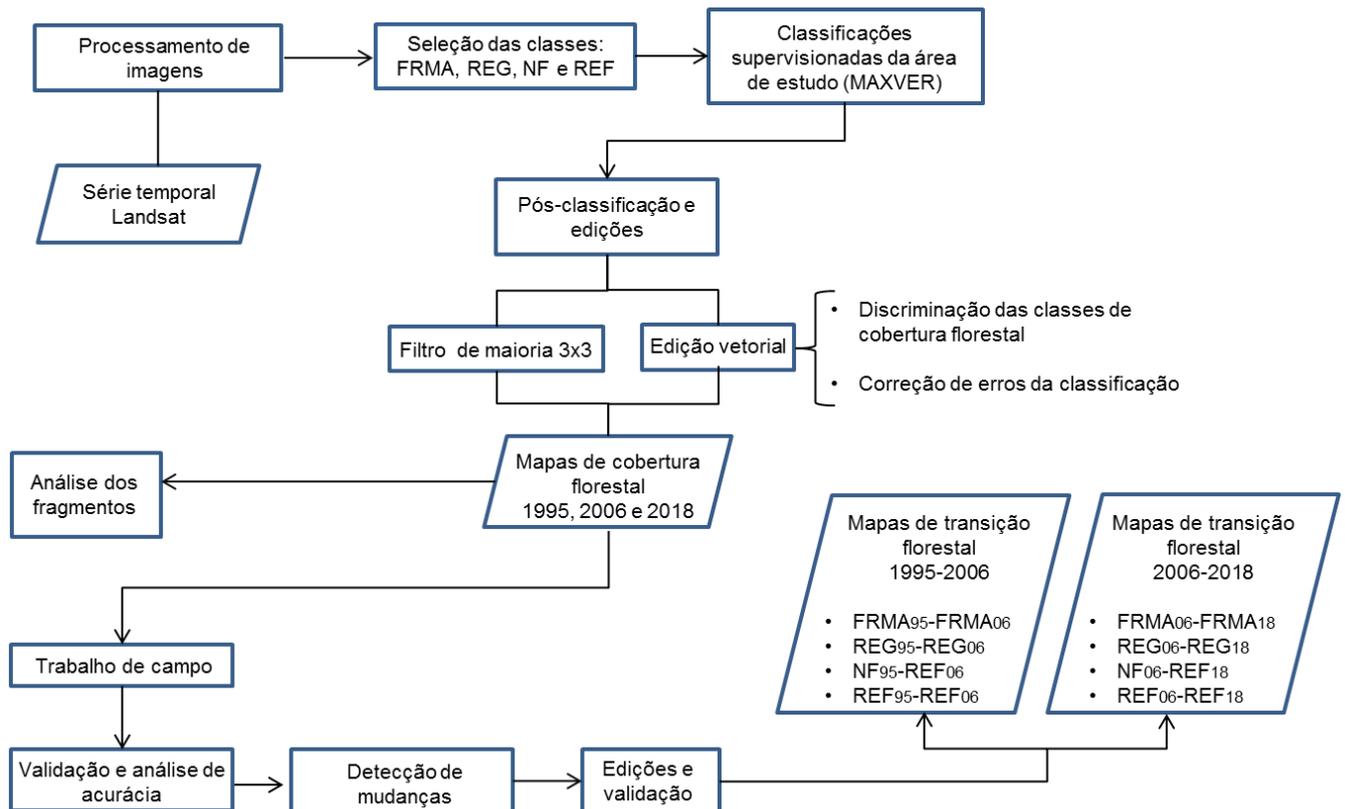
Figura 3.3 – Etapas da metodologia de trabalho.



3.3.1 Processamento de imagens

A etapa de processamento das imagens visa realizar a classificação supervisionada para obtenção dos mapas de cobertura florestal, seguida pela pós-classificação para eliminação de ruídos e edições dos arquivos vetoriais. A Figura 3.4 detalha as etapas de processamento das imagens.

Figura 3.4 – Etapas do processamento de imagens.



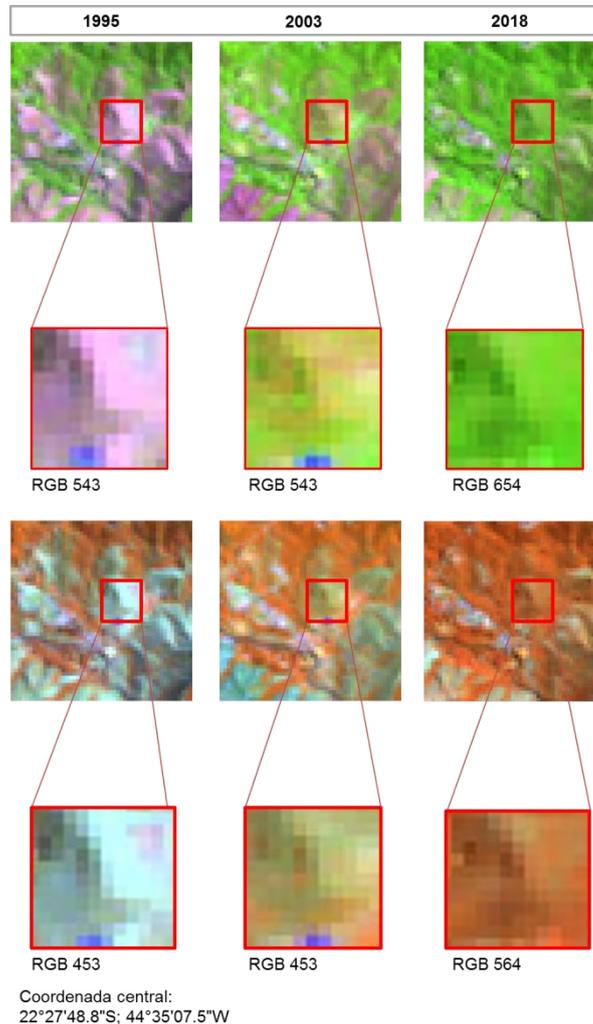
A confusão espectral comum entre classes de cobertura florestal era um fator limitante já previsto neste estudo, tornando a regeneração difícil de ser detectada na classificação. Assim, foi necessária uma análise temporal e edição das classes para mapear as áreas de regeneração. É importante ‘olhar para o passado’ buscando diagnosticar as mudanças nas áreas florestais. Neste estudo, a interpretação visual foi fundamental para discriminar as classes de cobertura florestal. A escolha pelo MAXVER se deve a sua simplicidade e praticidade, visto que o trabalho de edição vetorial seria inerente ao estudo independentemente do classificador utilizado.

O classificador de máxima verossimilhança (MAXVER) foi utilizado para a geração dos mapas de cobertura florestal. Foram coletadas amostras de treinamento para as classes de cobertura florestal e não florestal. As classes como área urbana, pasto, agricultura, água, entre outros, foram agrupadas posteriormente em uma única classe denominada Não-floresta (NF). Na etapa de pós-classificação foi aplicado o filtro de maioria 3x3 para eliminar ruídos e homogeneizar as classes. Os resultados das classificações dos anos 1995, 2006 e 2018 foram convertidos para arquivo vetorial e editados. A série temporal serviu como subsídio para identificar e mapear, principalmente, as áreas de regeneração florestal. Para refinar a classificação, foi realizada uma segunda edição vetorial das classes dentro de 100 quadrados de 16 km² distribuídos aleatoriamente na área de estudo. Ao final, os mapas de cobertura florestal contemplaram as classes: FRMA (Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica), REG (Regeneração), NF (Não-Floresta) e REF (Reflorestamento). As classificações de cobertura florestal foram validadas com os dados de campo e posteriormente foi realizada a análise de acurácia dos mapas, cuja etapa será mais detalhada na Seção 3.3.2.

Para discriminar áreas de regeneração e de remanescentes florestais nos três anos analisados, foi necessário investigar ao longo da série temporal se em algum momento houve alteração na vegetação. Por exemplo, seguindo as lógicas presença/ausência/presença ou ausência/presença/presença assim por diante, era identificada a regeneração. Se fosse observado que a área permaneceu intacta ao longo dos anos, seguindo a lógica presença/presença/presença, era considerada como remanescente de Mata Atlântica. Um exemplo da lógica ausência/presença/presença pode ser observado na Figura 3.5 em duas composições coloridas (SWIR-NIR-Red e NIR-SWIR-Red). A composição NIR-SWIR-Red foi utilizada para diferenciar áreas de reflorestamento das outras classes, visto que nesta composição os talhões são realçados em tons alaranjados mais claros de textura lisa,

enquanto os demais tipos de vegetação apresentam tons alaranjados mais escuros e de textura rugosa mais evidente.

Figura 3.5 – Exemplo de áreas de regeneração em imagens Landsat TM e OLI.



Na Figura 3.5, é possível observar a recomposição gradual da vegetação, porém, para afirmar que havia regeneração em 2018, foi necessário analisar todos os anos entre 1995 e 2018. Ao comparar a área regenerada com a área de remanescentes de Mata Atlântica, observamos a semelhança entre as essas classes nas diferentes composições coloridas, demonstrando a dificuldade de discriminá-las analisando a imagem de um ano isoladamente e a importância de trabalhar com uma série temporal relativamente longa.

O processo de edição vetorial foi a etapa mais demorada e onerosa, tendo como objetivos: identificar e mapear áreas de regeneração, corrigir

erros de classificação, corrigir efeito de borda nos polígonos. Tais processos exigiram uma análise minuciosa ano a ano, verificando cada *pixel* a fim de corrigir o máximo de erros possíveis.

Por fim, foram calculadas as áreas das classes (FRMA, REG, NF e REF) para a área de estudo para cada ano. Também foi analisada a distribuição das frações de cobertura florestal por município, onde foram calculadas as áreas de FRMA, REG e REF em hectares para cada município. Para calcular a taxa de variação das áreas das classes utilizou-se a Equação 3.1.

$$Variação = \left(\frac{Ano\ recente}{Ano\ anterior} \right) - 1) * 100 \quad (3.1)$$

3.3.2 Análise de acurácia dos mapas

Segundo Congalton e Green (1999), a matriz de confusão também é chamada de matriz de erros. É uma matriz quadrada que expressa a relação do número de unidades de amostra atribuída a uma categoria particular de duas classificações. De acordo com Foody (2002), a matriz de confusão fornece a base para descrever a precisão da classificação e caracterizar os erros. De uma matriz de confusão podem ser derivadas várias medidas de precisão da classificação, sendo a exatidão global uma das mais conhecidas. Seguindo os critérios para a construção da matriz de confusão, a avaliação da acurácia pode ser obtida por meio de índices de concordância, como o índice *Kappa* (K), estimado conforme a Equação 3.2 (FIGUEIREDO; VIEIRA, 2007; PASSO, 2014; VIEIRA, 2005).

$$K = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c} \quad (3.2)$$

Onde P_o é a exatidão global (proporção de unidades que concordam); e P_c é proporção de unidades que concordam por casualidade, representada pela Equação 3.3.

$$P_c = \frac{\sum_{i=1}^M n_{i+} n_{+i}}{N^2} \quad (3.3)$$

Onde M é o número de classes; n_{i+} é o total de elementos classificados para uma categoria i ; n_{+i} é o total de elementos de referência amostrados para uma categoria; e N é o número de amostras.

Em uma matriz de confusão, a frequência observada na diagonal (n_{ii}) representa os elementos classificados corretamente. A coluna marginal (n_{i+}) representa o total de elementos classificados para uma categoria i . A linha marginal (n_{+i}) representa o total de elementos de referência amostrados para uma categoria i . O exemplo da estrutura de uma matriz de confusão é mostrado na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Estrutura de uma matriz de confusão.

| | | j = colunas (Referência) | | | Total de linhas n_{i+} |
|----------------------------|---|--------------------------|----------|----------|--------------------------|
| | | 1 | 2 | k | |
| i = Linhas (Classificação) | 1 | n_{11} | n_{12} | n_{1k} | n_{1+} |
| | 2 | n_{21} | n_{22} | n_{2k} | n_{2+} |
| | k | n_{k1} | n_{k2} | n_{kk} | n_{k+} |
| Total de colunas n_{+i} | | n_{+1} | n_{+2} | n_{+k} | n |

Fonte: Adaptada de Congalton & Green (1999).

Cohen (1960) define *Kappa* como um coeficiente de concordância entre dados da classificação e verdade de campo para escalas nominais. Desta forma, o Índice *Kappa* representa a concordância entre a classificação e a realidade de campo ou entre duas classificações. Ele estima a concordância esperada a *posteriori*, ou seja, a concordância esperada somente poderá ser determinada após a construção da matriz de confusão (BERNARDES et al., 2006).

Para validar as classificações de 1995 e 2006, foram geradas aleatoriamente 160 amostras de 2 km² para cada ano, em que foram produzidos os mapas de referência por meio da interpretação visual. Para o mapa de 2018, a validação foi feita utilizando os dados coletados em campo, que será detalhado na Seção 3.3.4. Assim, o *Kappa* foi estimado para cada ano de classificação, também foram gerados a matriz de

confusão, a exatidão total e os erros de omissão e comissão foram computados utilizando o *software* Envi.

3.3.3 Detecção de mudanças da cobertura florestal

De acordo com Mather e Needle (1998) e Rudel (2010), a teoria da transição florestal propõe que a perda florestal em uma região pode declinar e ser acompanhada pela regeneração florestal, resultando em um aumento líquido na área florestal, podendo ocorrer em combinação com outros processos de mudança do uso da terra.

Neste trabalho, o intuito é identificar áreas que mantêm a mesma classe nos períodos inicial e final, e as áreas em que as classes são convertidas em outras no período final. A aplicação do termo ‘transição’ mesmo para classes que se mantêm nos dois períodos é comum entre os modelos que consideram probabilidades de mudanças de cobertura da terra.

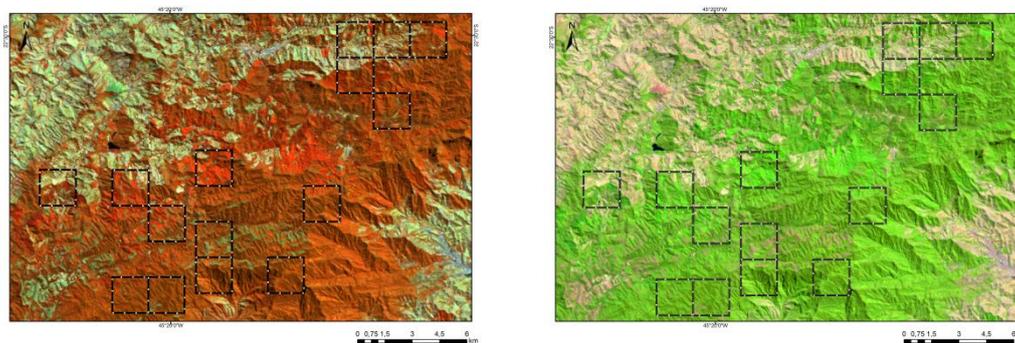
Para gerar os mapas de transição florestal, foi realizada uma álgebra de mapas entre os mapas dos anos 1995/2006 e 2006/2018, por meio da função “detecção de mudanças” gerada automaticamente pelo *software* Envi. Os resultados foram convertidos em dados vetoriais para edições das áreas de transição, distinguindo-se, para os períodos 96-06, 06-18, classes de transição, sendo: i) áreas de manutenção do estado de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica (FRMA₉₅-FRMA₀₆ e FRMA₀₆-FRMA₁₈); ii) manutenção de áreas de regeneração ou transição de cobertura não florestal para regeneração (REG₉₅-REG₀₆ e REG₀₆-REG₁₈); iii) áreas de manutenção do estado de reflorestamento (REF₉₅ e REF₀₆/REF₀₆-REF₁₈); e iv) áreas de transição da cobertura não florestal para áreas de reflorestamento (NF₉₅-REF₀₆ e NF₀₆-REF₁₈).

3.3.4 Trabalho de campo

Os pontos de visita foram escolhidos a partir da seleção de 160 amostras aleatórias de 2 km² geradas em ambiente SIG. Posteriormente, uma análise prévia do trajeto foi realizada utilizando o *software* Google Earth, a rota mais viável foi delineada de forma que fosse possível visitar o

máximo de amostras possíveis. A rota preliminar e as coordenadas coletadas do Google Earth foram transferidas para o GPS de navegação. Para melhor orientação em campo, além de salvar as rotas alternativas durante o trabalho de campo, foi utilizado o *software* Global Mapper. Nesse *software* foram plotados tanto a imagem Landsat de 2018 nas composições coloridas SWIR-NIR-Red e NIR-SWIR-Red, quanto os polígonos das amostras a serem visitadas. Ao todo, foram coletados 595 pontos com GPS em campo, os quais auxiliaram a validar a classificação de 2018. A visita em campo ocorreu entre os dias 23 e 30 de setembro de 2018. A duração do trabalho foi aproximadamente de 9h/dia, sendo o trajeto total percorrido equivalente a 801,41 km. Para melhor orientação no campo, além do GPS, foram produzidos mapas da área de estudo impressos na dimensão de uma folha A2. Para gerar os mapas de validação, foram desenhados os croquis das amostras, sendo utilizadas cerca de 70 cartas-imagem impressas na escala 1:55.000 em folha A4 (Figura 3.6) e folhas de papel vegetal. As classes observadas em campo eram comparadas com a carta-imagem impressa, e desenhadas nos croquis sobre a folha vegetal sobreposta à carta-imagem. Os pontos coletados com GPS serviram como subsídio tanto para auxiliar na produção dos mapas dos croquis como para validação da classificação da cobertura florestal de 2018. Foram utilizados os *softwares* Global Mapper e Track Maker para tratamento dos dados de GPS.

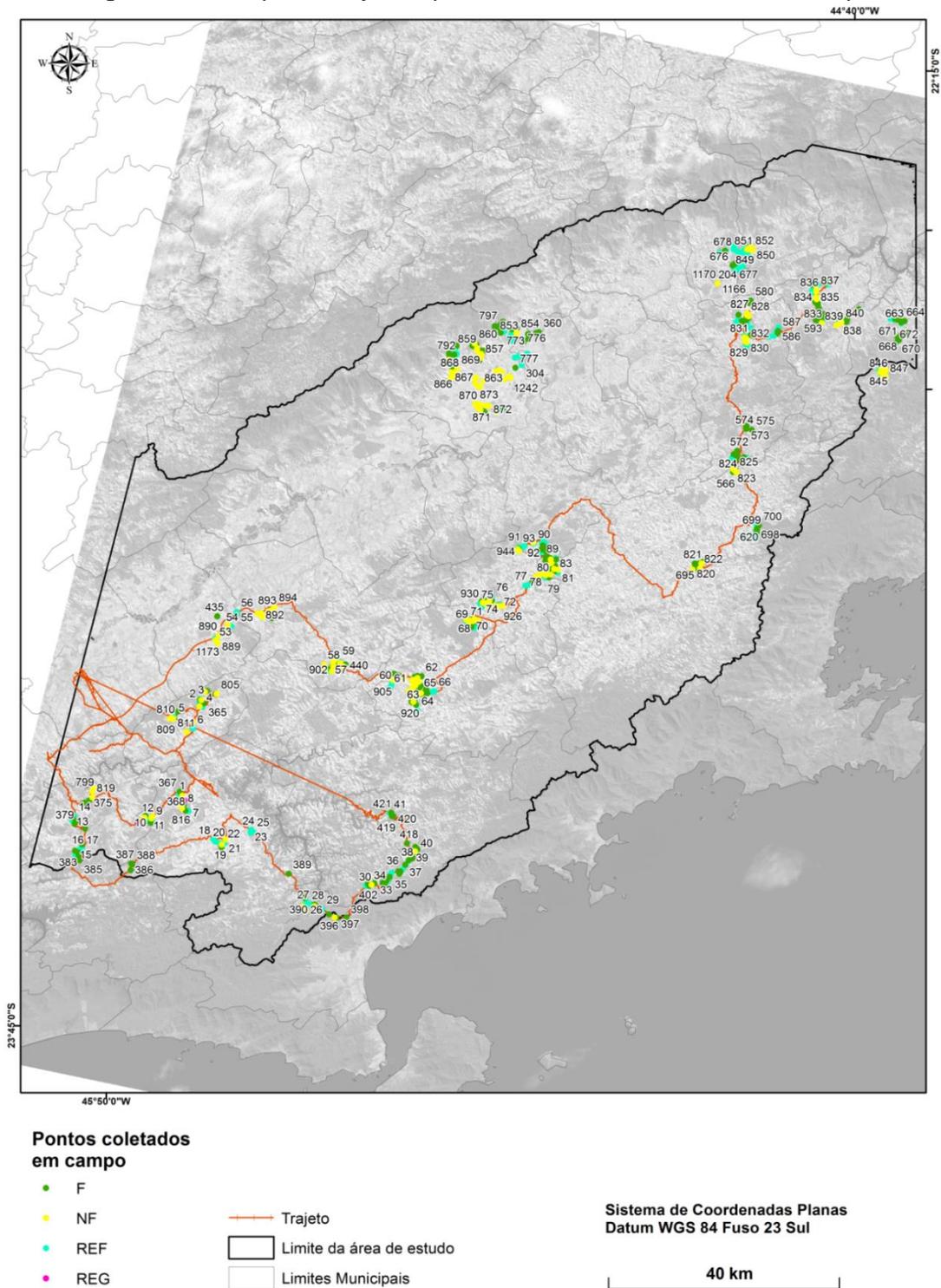
Figura 3.6 – Exemplo de carta imagem impressa.



Os croquis foram digitalizados e vetorizados em arquivo *shapefile* como dados de saída no *software* ArcGis. Em seguida, os arquivos foram convertidos em raster para validar a classificação de 2018. O mapa de

2018 foi recortado pela máscara das amostras de validação, sendo calculada a matriz de confusão e estimados o índice Kappa e a Exatidão total. A Figura 3.7 mostra os pontos coletados em campo e o trajeto percorrido (Ver Tabela A.1 – Apêndice A).

Figura 3.7 – Mapa do trajeto e pontos de coleta do trabalho de campo.



Fonte: F=Floresta; NF=Não-floresta; REF=Reflorestamento; REG=Regeneração.

3.3.5. Análise de fragmentos florestais em relação à distância de drenagens

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são aquelas áreas protegidas nos termos dos arts. 2º e 3º do Código Florestal (LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012). O conceito legal de APP relaciona tais áreas, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012). As faixas de APP variam conforme a largura dos rios.

Para avaliar a distribuição dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica e de fragmentos de regeneração em relação ao rio mais próximo, foram gerados buffers de diferentes tamanhos. A malha de drenagem utilizada possui escala de 1:50.000, obtida do banco de dados da Coordenadoria de Planejamento Ambiental do Estado de São Paulo (Disponível para download em: <https://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/mapa-da-rede-de-drenagem-do-estado-de-sao-paulo/>). Neste estudo foram gerados buffers com as larguras: ≤ 10 m, 10-30 m, 30-50 m, 50-100 m e ≤ 200 m. Por meio da ferramenta de intersecção foi possível calcular a área dos fragmentos de FRMA e de REG dentro dos *buffers*.

3.3.6 Análise dos dados dos censos

Para investigar como as mudanças de uso e cobertura da terra estão associadas à modificação da cobertura florestal na área de estudo, foram analisados os dados dos censos agropecuários (1995/96 e 2006) e censos demográficos (1991, 2000 e 2010). Foram analisadas as populações totais, urbanas e rurais dos municípios.

Também foram analisadas estatísticas de agricultura, pecuária e de silvicultura, em escala de município e o total para a área de estudo. Desta forma, a análise a partir de variáveis como culturas temporárias e permanentes, silvicultura, efetivo de rebanho, e renda associada a

indústrias e serviços, foi possível analisar onde acontecem e quais os principais processos associados ao ganho e à perda florestal. Os indicadores analisados foram: área colhida e quantidade produzida de lavouras permanentes, temporária e de silvicultura. Também foram analisados dados de efetivo rebanho total e de produtos de origem animal, como número de cabeças, número de estabelecimentos e valor de produção animal. Além disso, foram avaliados os dados referentes a valor adicionado bruto associado a indústrias, serviços e agropecuárias, tipo de produto da silvicultura.

4. RESULTADOS

4.1. Classificação da cobertura florestal

Os mapas de cobertura florestal para os anos 1995, 2006 e 2018 estão apresentados na Figura 4.1. Os mapas contemplam as classes de Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica (FRMA), Regeneração (REG), Não-floresta (NF) e Reflorestamento (REF). No geral, a área de cobertura florestal total apresentou aumento líquido de 14.767ha (+4,8%) entre 1995 e 2018.

As áreas dessas classes para cada ano são apresentadas na Tabela 4.1, incluindo também as variações entre os anos de 1995 e 2006, 2006 e 2018, e 1995 e 2018. Entre 1995 e 2018, observou-se redução de 26.845ha (-9,7%) na área total de Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica (FRMA), enquanto as áreas de Regeneração (REG) e de Reflorestamento (REF) cresceram, respectivamente, 1.575ha e 40.037ha (+4.157,3% e +142,2%). As áreas de Não-floresta (NF) reduziram 14.775 hectares (-1,9%).

Figura 4.1 – Mapa do trajeto e pontos de coleta do trabalho de campo.

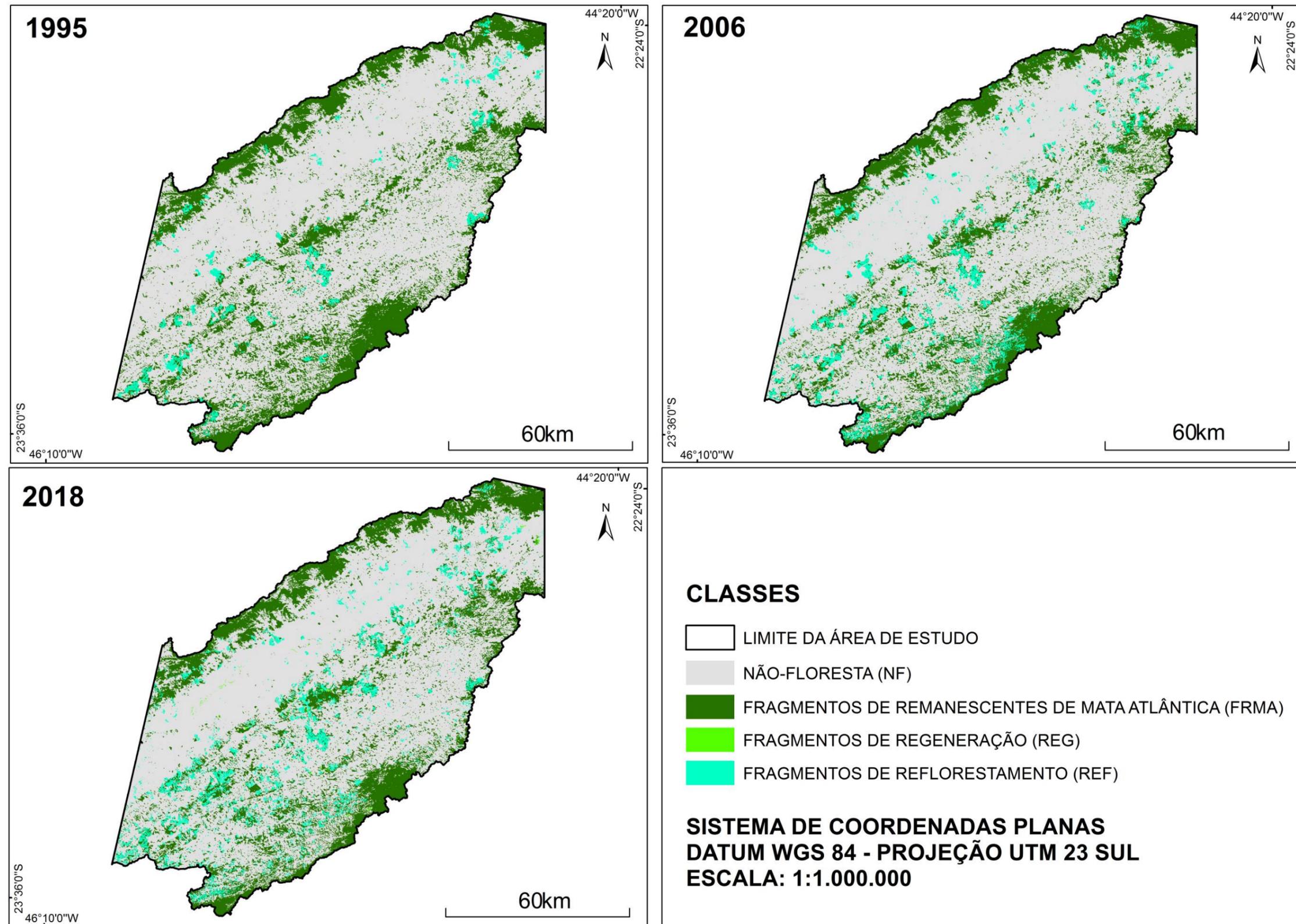


Tabela 4.1 – Área das classes de uso e cobertura da terra em 1995, 2006 e 2018.

| Classes | 1995 | | 2006 | | 2018 | | Variação (%) 1995-2006 | Variação (%) 2006-2018 | Variação (%) 1995-2018 |
|-------------|-----------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Área (ha) | Fração da área total (%) | Área (ha) | Fração da área total (%) | Área (ha) | Fração da área total (%) | | | |
| FRMA | 277.725,3 | 25,5 | 252.408,9 | 23,2 | 250.879,6 | 23,1 | -9,1% | -0,6% | -9,7% |
| REG | 37,9 | 0 | 66,1 | 0 | 1.613,5 | 0,1 | 74,4% | 2.341,0% | 4.157,3% |
| NF | 781.205,1 | 71,9 | 774.324,3 | 71,2 | 766.429,7 | 70,5 | -0,9% | -1,0% | -1,9% |
| REF | 28.152,3 | 2,6 | 60.196,6 | 5,5 | 68.189,7 | 6,3 | 113,8% | 13,3% | 142,2% |

Legenda: FRMA: Fragmentos de Remanescente de Mata Atlântica; REG: Regeneração; NF: Não-floresta; REF: Reflorestamento.

A perda líquida na classe FRMA ocorreu gradativamente ao longo do período analisado, acompanhada do crescente ganho líquido na cobertura de áreas reflorestadas, principalmente a partir de 2006 em que o reflorestamento aumentou em 113,8% em relação a 1995, seguido do aumento de 13% entre 2006 e 2018. Apesar de a variação percentual da área de REG ter sido significativa entre 1995 e 2018 (4.157%), a contribuição da mesma para a área total de cobertura florestal foi relativamente modesta. A matriz de confusão para 1995 é mostrada na Tabela 4.2, incluindo os erros de omissão e comissão. O coeficiente Kappa estimado para o mapa de cobertura florestal para o ano de 1995 foi de 0,75. A exatidão total de 88,98% está dentro do patamar estabelecido por Jensen (1986), de 85%.

Tabela 4.2 – Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 1995.

| Matriz de confusão (pixels) | Referência | | | | | Erro de Comissão (%) |
|-----------------------------|------------|-------|--------|-------|--------|----------------------|
| | FRMA | REG | NF | REF | TOTAL | |
| FRMA | 144689 | 252 | 28211 | 12488 | 185640 | 22,1 |
| REG | 6 | 265 | 6 | 0 | 277 | 4,3 |
| NF | 26043 | 14 | 461493 | 3727 | 491277 | 6,1 |
| REF | 5700 | 5 | 1096 | 19928 | 26729 | 25,5 |
| TOTAL | 176438 | 536 | 490806 | 36143 | 703923 | - |
| Erro de Omissão (%) | 18,1 | 50,6 | 5,9 | 44,9 | - | - |
| Exatidão Global: | | | | | | 88,98% |
| $\hat{\kappa}$: | | | | | | 0,75 ± 0,02 |
| | | | | | | N: 703923 |
| Matriz de confusão (%) | Referência | | | | | |
| | FRMA | REG | NF | REF | | |
| FRMA | 82,01 | 47,01 | 2,08 | 12,82 | | |
| REG | 0,00 | 49,44 | 0,00 | 0,00 | | |
| NF | 14,76 | 2,61 | 96,91 | 10,50 | | |
| REF | 3,23 | 0,93 | 1,01 | 76,68 | | |

Os erros de comissão mostram os pontos que foram indevidamente incluídos em uma categoria. Enquanto os erros de omissão se referem a uma definição imperfeita da categoria e a comissão se refere a uma delimitação excessiva da categoria (FERREIRA et al., 2007).

A maior porcentagem do erro de comissão no mapa de 1995 ocorreu na classe REF (25,5%), o que pode estar relacionado à confusão espectral entre as classes de cobertura florestal REG e FRMA, principalmente. O maior erro de omissão ocorreu na classe REG (50,6%), em que grande parte dos *pixels* foi classificada como FRMA (47,01%). A classe que apresentou os menores erros de comissão e omissão foi NF (6,1 e 5,9%, respectivamente).

Para o mapa de 2006, a exatidão total foi 88,47% e o Kappa estimado foi equivalente a 0,77. A matriz de confusão e os erros de comissão e omissão podem ser observados na Tabela 4.3. Pode-se observar que o erro de comissão foi maior para a classe REF (22,8%), em que houve maior confusão com a classe FRMA (4,83%) e REG (4,12%), o que também pode ser explicado pelas semelhanças espectrais entre essas classes. Enquanto que o erro de omissão foi maior para a classe REG (46%), em que grande parte dos *pixels* foi classificada como FRMA (40,24%). No entanto, o menor erro de comissão ocorreu na classe REG (6,29%). O menor erro de omissão ocorreu na classe NF, com apenas 2,6%.

Tabela 4.3 – Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 2006.

| Matriz de confusão (pixels) | Referência | | | | | Erro de Comissão (%) |
|-----------------------------|------------|-------|--------|-------|--------|----------------------|
| | FRMA | REG | NF | REF | TOTAL | |
| FRMA | 151918 | 967 | 9465 | 6607 | 168957 | 10,1 |
| REG | 47 | 1297 | 39 | 1 | 1384 | 6,3 |
| NF | 45946 | 40 | 424849 | 5520 | 476355 | 10,8 |
| REF | 10039 | 99 | 1841 | 40470 | 52449 | 22,8 |
| TOTAL | 207950 | 2403 | 436194 | 52598 | 699145 | - |
| Erro de Omissão (%) | 27,0 | 46,0 | 2,6 | 23,1 | - | - |
| Exatidão Global: | | | | | | 88,47% |
| κ : | | | | | | 0,77 ± 0,01 |
| | | | | | | N: 699145 |
| Matriz de confusão (%) | Referência | | | | | |
| | FRMA | REG | NF | REF | | |
| FRMA | 73,06 | 40,24 | 2,17 | 12,56 | | |
| REG | 0,02 | 53,97 | 0,01 | 0,00 | | |
| NF | 22,09 | 1,66 | 97,40 | 10,49 | | |
| REF | 4,83 | 4,12 | 0,42 | 76,94 | | |

A Tabela 4.4 mostra a matriz de confusão referente ao mapa de 2018, apresentando um coeficiente Kappa estimado de 0,69. A exatidão total do mapa foi de 83,83%.

Os maiores erros de comissão e omissão ocorreram novamente na classe REG (82,9 e 98%, respectivamente), devido à confusão espectral com a classe FRMA. A classe NF apresentou o menor erro de omissão com apenas 5,6%, assim como nos anos anteriores. A maior separabilidade da classe NF é decorrente do comportamento espectral dos alvos contidos na mesma, apresentando menor confusão espectral em relação às classes de cobertura florestal.

Tabela 4.4 – Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 2018.

| Matriz de confusão (pixels) | Referência | | | | | Erro de Comissão (%) |
|-----------------------------|------------|-------|--------|-------|--------|----------------------|
| | FRMA | REG | NF | REF | TOTAL | |
| FRMA | 134262 | 1008 | 9353 | 8484 | 153107 | 12,3 |
| REG | 313 | 97 | 147 | 12 | 569 | 82,9 |
| NF | 44684 | 3174 | 373567 | 19935 | 441360 | 15,4 |
| REF | 7857 | 626 | 12611 | 52922 | 74016 | 28,5 |
| TOTAL | 187116 | 4905 | 395678 | 81353 | 669052 | - |
| Erro de Omissão (%) | 28,3 | 98,0 | 5,6 | 34,9 | - | - |
| Exatidão Global: | | | | | | 83,83% |
| κ : | | | | | | 0,69 ± 0,02 |
| | | | | | | N: 609052 |
| Matriz de confusão (%) | Referência | | | | | |
| | FRMA | REG | NF | REF | | |
| FRMA | 71,75 | 20,55 | 2,36 | 10,43 | | |
| REG | 0,17 | 1,98 | 0,04 | 0,01 | | |
| NF | 23,88 | 64,71 | 94,41 | 24,5 | | |
| REF | 4,2 | 12,76 | 3,19 | 65,05 | | |

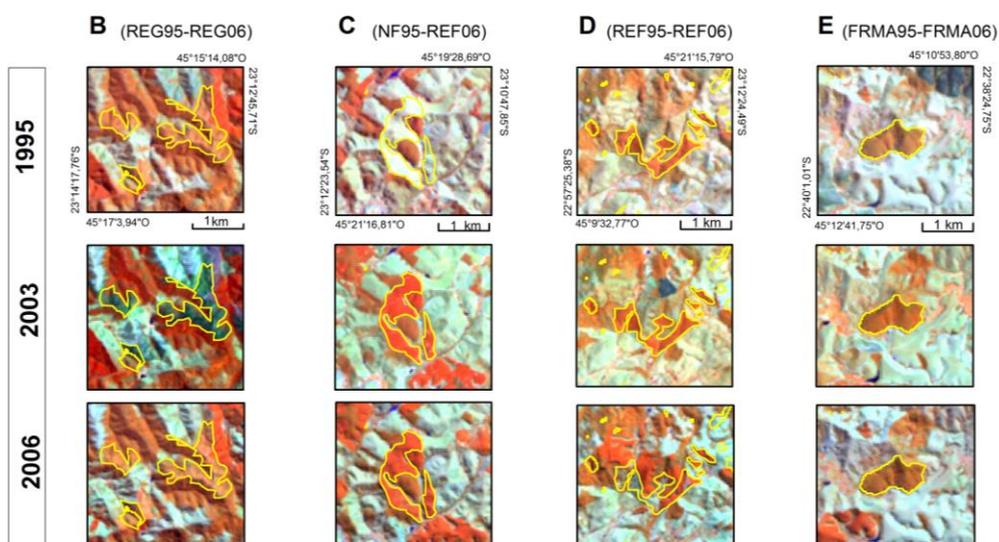
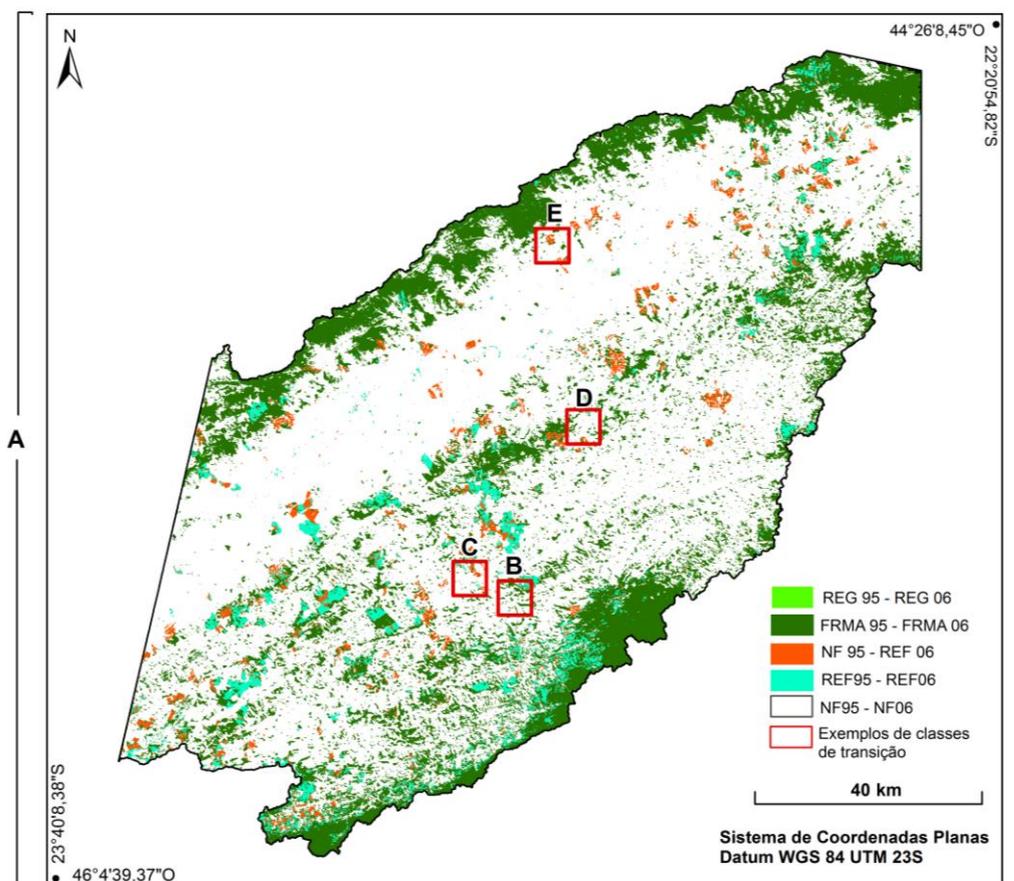
4.2. Avaliação das mudanças de cobertura florestal

Os mapas das áreas de mudanças de cobertura florestal para os períodos I (1995-2006) e II (2006-2018) são apresentados nas Figuras 4.2 e 4.3, respectivamente. Na Tabela 4.5, são apresentadas as variações das áreas das classes de transição florestal para os períodos I e II, como as áreas de manutenção de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica (FRMA-FRMA), áreas de manutenção da regeneração ou da transição de cobertura não florestal para regeneração (REG-REG), a conversão da cobertura não florestal para áreas de Reflorestamento (NF-REF) e a manutenção do estado de reflorestamento (REF-REF).

Tabela 4.5 – Área ocupada das classes de transição nos períodos I e II.

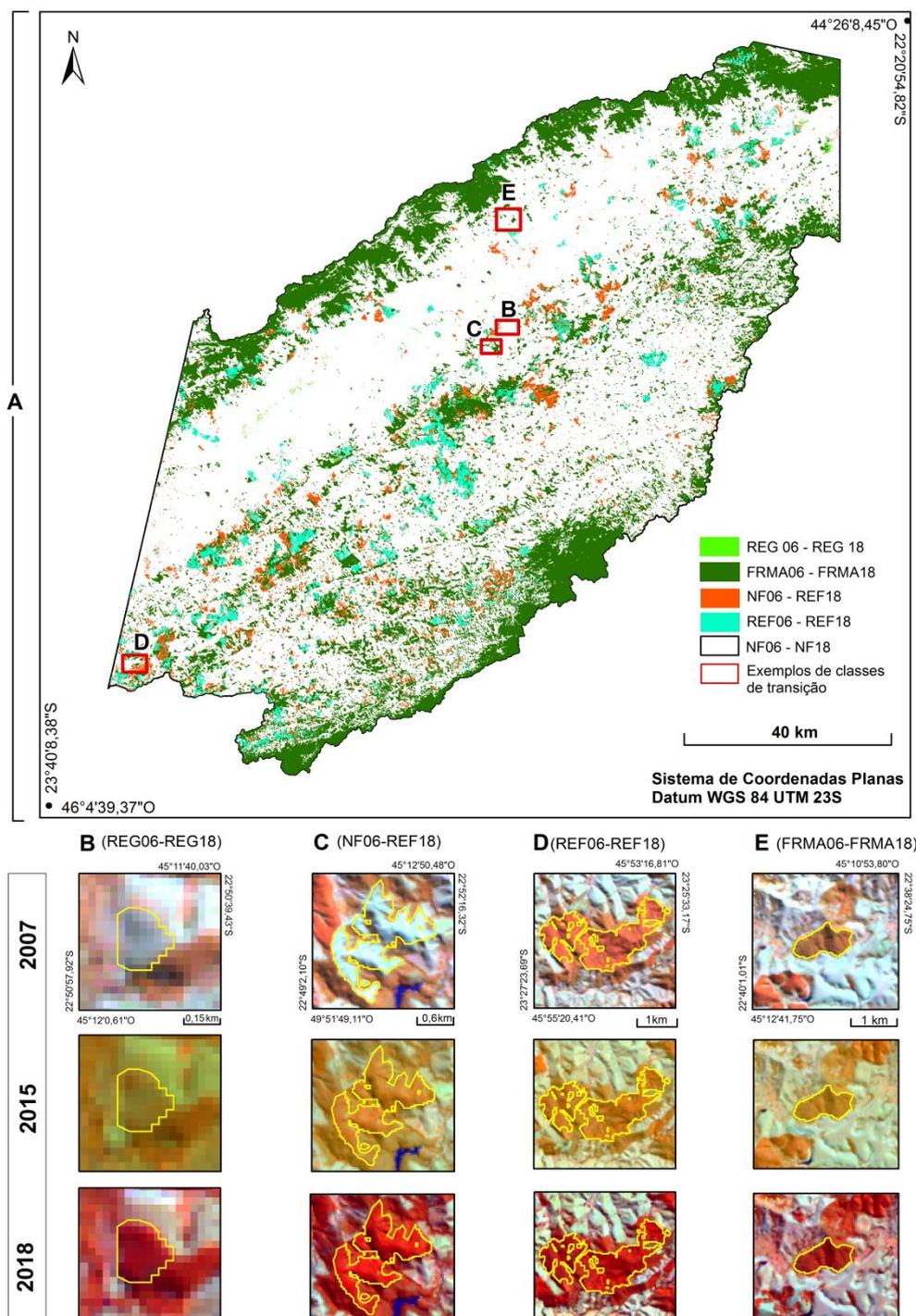
| | 1995-2006 | | 2006-2018 | | Variação (%) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| | Área (ha) | Fração da área de estudo/fração da área de cobertura florestal (%) | Área (ha) | Fração da área de estudo/fração da área de cobertura florestal (%) | |
| Manutenção do estado de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica (FRMA₉₅-FRMA₀₆) | 252.408,9 | 23,2/91,1 | 250.879,6 | 23,1/80,3 | -0,6% |
| Regeneração ou transição de não-floresta para regeneração (REG₉₅-REG₀₆) | 88,9 | 0,0/0,0 | 1.677,7 | 0,2/0,5 | +1.787,2% |
| Transição de não-floresta para reflorestamento (NF₉₅-REF₀₆) | 7.678,1 | 0,7/2,8 | 31.071,1 | 2,9/9,9 | +304,7% |
| Manutenção do estado de reflorestamento (REF₉₅-REF₀₆) | 16.874,8 | 1,5/6,1 | 28.811,2 | 2,6/9,2 | +70,7% |
| Área de cobertura florestal total (ha) | 277.050,7 | 25,3/100,0 | 312.439,5 | 28,7/100,0 | +12,8% |

Figura 4.2 - Mapa de transição da cobertura florestal para 1995-2006.



Legenda: (A) Mapa de transição de cobertura florestal para 1995-2006; (B) áreas de transição de não floresta para regeneração (REG₉₅-REG₀₆); (C) áreas de transição de cobertura não florestal para reflorestamento (NF₉₅-REF₀₆); (D) áreas de manutenção do estado de cobertura de reflorestamento (REF₉₅-REF₀₆) e (E) áreas de manutenção do estado de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica (FRMA₉₅-FRMA₀₆). Recorte de imagens Landsat em composição colorida (TM: R4G5B3).

Figura 4.3 - Mapa de transições da cobertura florestal para 2006-2018.



Legenda: (A) Mapa de transição florestal para 2006-2018; (B) áreas de transição de não floresta para regeneração (REG₀₆-REG₁₈); (C) áreas de transição de cobertura não florestal para reflorestamento (NF₀₆-REF₁₈); (D) áreas de manutenção do estado de cobertura de reflorestamento (REF₀₆-REF₁₈) e (E) áreas de manutenção do estado de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica (FRMA₀₆-FRMA₁₈). – Recorte de imagens Landsat em composição colorida (TM: R4G5B3, OLI: R5G6B4).

A Tabela 4.6 apresenta os municípios com maior contribuição de cobertura florestal (FRMA, REG e REF), os quais representam em torno de 80% da cobertura florestal total da área de estudo (Ver Tabela A.2 – Apêndice A). As áreas de FRMA reduziram em todos os municípios (-9,7%), principalmente em municípios em que o aumento de REF foi mais expressivo, como o caso de Paraibuna, Natividade da Serra e São Luiz do Paraitinga. Isso sugere que a perda líquida nas áreas FRMA está dando espaço aos plantios de árvores comerciais, principalmente onde a urbanização e industrialização são mais desenvolvidas. Por outro lado, o ganho de cobertura florestal ocorreu devido à regeneração e, principalmente, ao aumento das áreas de reflorestamento. Nesse sentido, ao considerar como ganho de floresta apenas a regeneração, observa-se um ganho relativamente modesto. Porém, ao incluir em tal ganho as áreas de reflorestamento, verifica-se que o aumento da cobertura florestal torna-se mais evidente.

Em São Luiz do Paraitinga e Natividade da Serra, foram os municípios com maior ganho florestal resultante tanto da regeneração quanto do reflorestamento, principalmente, juntos somaram um ganho florestal de cerca de $6,7 \times 10^3$ ha. Em Taubaté, ocorreu algo semelhante, o ganho florestal considerando regeneração e reflorestamento foi em torno de 609 ha. Nos municípios de Monteiro Lobato, Areias e Cruzeiro não foram identificadas áreas de regeneração, porém o reflorestamento reduziu em Cruzeiro de $1,2 \times 10^3$ para $0,3 \times 10^3$ ha, enquanto em Areias e em Monteiro Lobato o reflorestamento cresceu em $0,5 \times 10^3$ e $0,3 \times 10^3$ ha, respectivamente. No geral, o reflorestamento reduziu e em poucos municípios, demonstrando que em grande parte da área de estudo as áreas reflorestadas continuam expandindo. Na maioria desses municípios houve regeneração modesta, apresentando áreas entre 16 e 309 ha aproximadamente.

Em Cunha, Resende e Piquete as áreas de REG aumentaram em 71, 56 e 27 hectares, respectivamente, ao mesmo tempo as áreas de FRMA e REF reduziram-se. Isso pode ser explicado pelas atividades econômicas serem

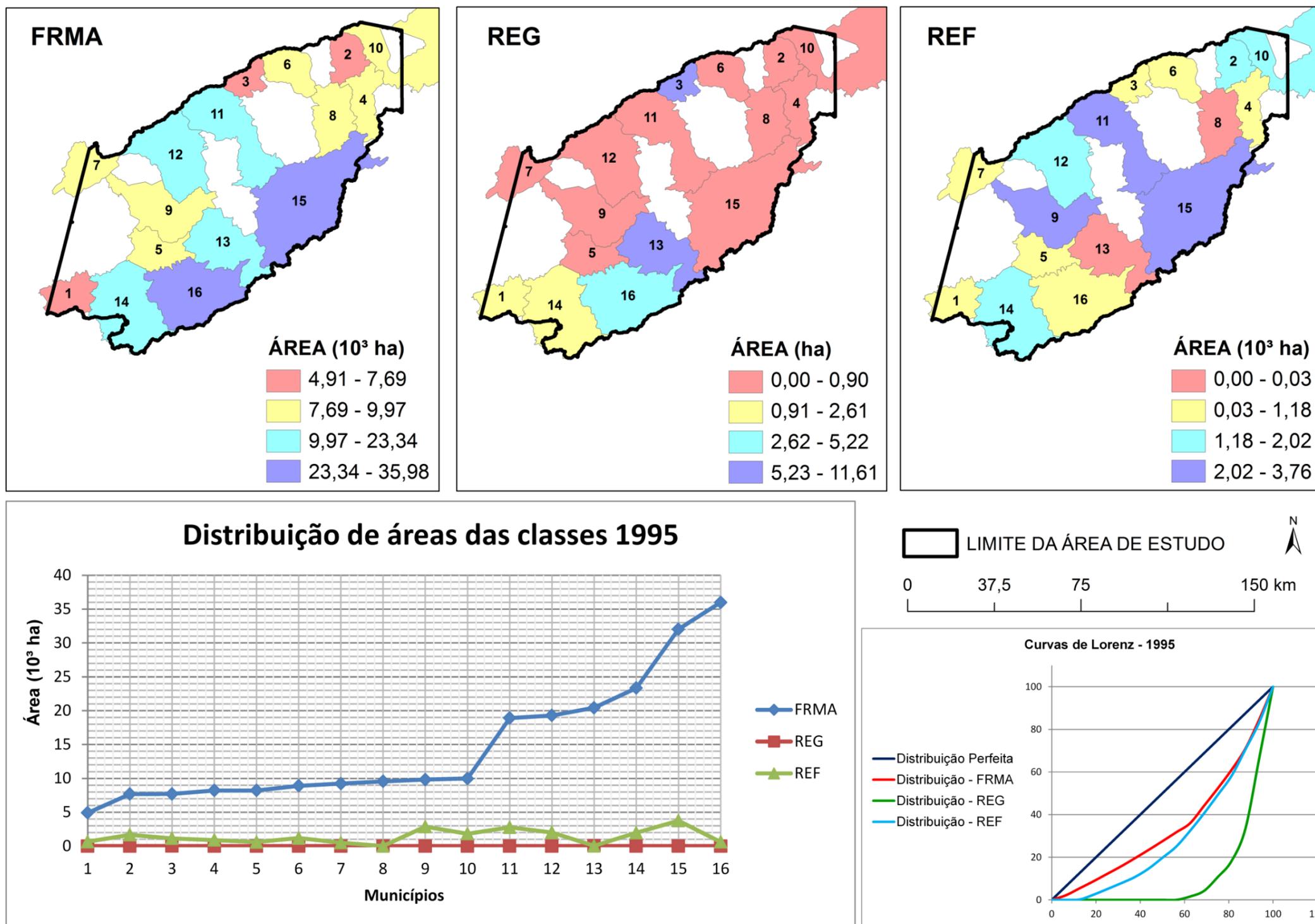
menos intensas nesses municípios, ocorrendo em menor grau tanto a industrialização quanto a urbanização. As maiores áreas de REG encontradas nos municípios de Taubaté (309 ha) e São Luiz do Paraitinga (302 ha), estão situadas, principalmente, próximo aos corpos hídricos e em torno dos talhões de reflorestamento. Em termos de comparação, a área total de REG₀₆-REG₁₈ é equivalente a uma ordem de magnitude menor que a área de REF₉₅-REF₀₆ (Tabela 4.5). As Figuras 4.4 e 4.5 mostram a distribuição geográfica das áreas das classes por município para 1995 e 2018, respectivamente, incluindo a curva de Lorenz. Observa-se nas curvas de Lorenz a distribuição das classes entre os municípios, sendo que a classe REG apresenta uma distribuição mais heterogênea entre os municípios, ao contrário das classes FRMA e REF que estão mais bem distribuídas na área de estudo.

Tabela 4.6 – Área dos municípios com maior contribuição de cobertura florestal entre 1995 e 2018.

| Município | 1995 | | | | | | 2018 | | | | | | Variação de FRMA (%) | Variação de REG (%) | Variação de REF (%) |
|------------------------|---------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------------------|--------------|---------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------------------|--------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | FRMA (10 ³ ha) | % | REG (ha) | % | REF (10 ³ ha) | % | FRMA (10 ³ ha) | % | REG (ha) | % | REF (10 ³ ha) | % | | | |
| Areias | 8,2 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 4,0 | 7,6 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 2,7 | -8% | 0% | 61% |
| Cruzeiro | 8,9 | 3,8 | 0,0 | 0,0 | 1,2 | 5,3 | 8,5 | 4,1 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,6 | -4% | 0% | -75% |
| Cunha | 32,0 | 13,7 | 0,0 | 0,0 | 3,8 | 16,7 | 29,7 | 14,4 | 71,2 | 6,7 | 3,2 | 6,1 | -7% | 0% | -15% |
| Guaratinguetá | 18,9 | 8,1 | 0,9 | 2,6 | 2,8 | 12,3 | 17,6 | 8,5 | 35,6 | 3,3 | 4,2 | 7,9 | -7% | 3850% | 51% |
| Monteiro Lobato | 9,2 | 3,9 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 2,2 | 8,8 | 4,3 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 1,6 | -4% | 0% | 70% |
| Natividade da Serra | 36,0 | 15,4 | 5,2 | 15,1 | 0,6 | 2,7 | 28,4 | 13,8 | 65,1 | 6,1 | 7,3 | 13,9 | -21% | 1.147% | 1.092% |
| Paraibuna | 23,3 | 10,0 | 2,6 | 7,6 | 2,0 | 8,7 | 19,8 | 9,6 | 38,9 | 3,6 | 8,4 | 15,9 | -15% | 1.390% | 327% |
| Pindamonhangaba | 19,3 | 8,2 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 9,0 | 17,3 | 8,4 | 40,6 | 3,8 | 3,1 | 6,0 | -10% | 0% | 56% |
| Piquete | 7,7 | 3,3 | 11,4 | 33,1 | 1,1 | 5,1 | 7,5 | 3,6 | 27,8 | 2,6 | 0,2 | 0,4 | -3% | 143% | -80% |
| Queluz | 7,7 | 3,3 | 0,0 | 0,0 | 1,7 | 7,4 | 6,2 | 3,0 | 17,8 | 1,7 | 1,7 | 3,2 | -19% | 0% | 2% |
| Redenção da Serra | 8,2 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 2,7 | 7,2 | 3,5 | 47,0 | 4,4 | 4,7 | 8,9 | -13% | 0% | 683% |
| Resende | 10,0 | 4,3 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 8,1 | 9,8 | 4,8 | 56,5 | 5,3 | 1,1 | 2,2 | -2% | 0% | -38% |
| Santa Branca | 4,9 | 2,1 | 2,3 | 6,5 | 0,7 | 2,9 | 4,5 | 2,2 | 16,7 | 1,6 | 4,2 | 8,0 | -9% | 644% | 543% |
| São Luis do Paraitinga | 20,4 | 8,7 | 11,6 | 33,6 | 0,0 | 0,2 | 16,3 | 7,9 | 302,6 | 28,4 | 5,6 | 10,6 | -20% | 2.506% | 14.198% |
| Silveiras | 9,6 | 4,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 9,4 | 4,5 | 37,4 | 3,5 | 3,0 | 5,8 | -2% | 0% | 0% |
| Taubaté | 9,8 | 4,2 | 0,5 | 1,6 | 2,9 | 12,8 | 7,9 | 3,8 | 309,9 | 29,0 | 3,2 | 6,1 | -20% | 57.283% | 11% |
| Total | 234,2 | 100,0 | 34,6 | 100,0 | 22,5 | 100,0 | 206,4 | 100,0 | 1067,0 | 100,0 | 52,6 | 100,0 | -12% | 2.987% | 134% |

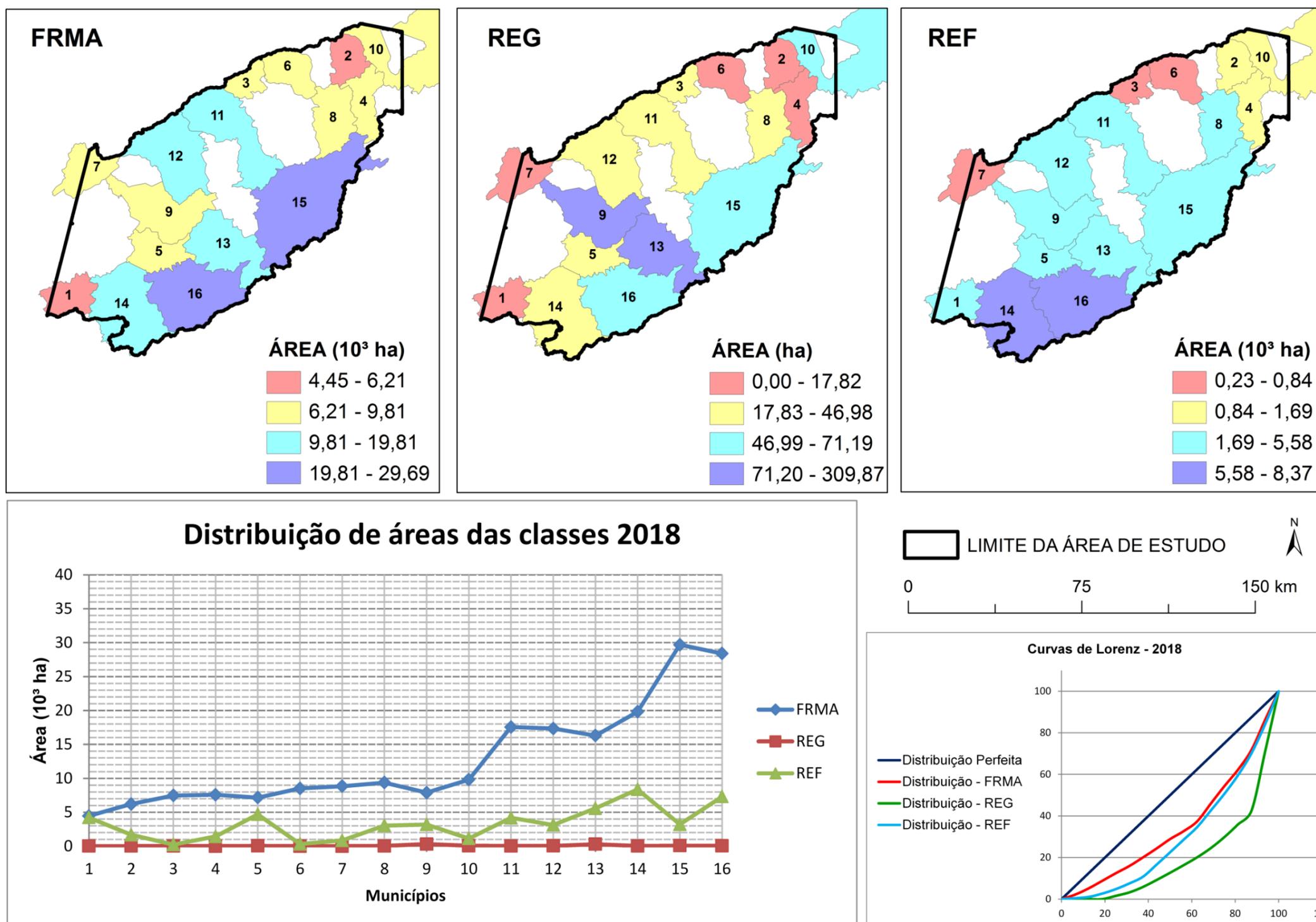
Legenda: FRMA=Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica; REG=Regeneração; REF=Reflorestamento.

Figura 4.4 – Distribuição das áreas de classes de cobertura florestal nos municípios com maior contribuição em 1995.



Legenda: FRMA=Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica; REG=Regeneração; REF=Reflorestamento; 1=Santa Branca; 2=Queluz; 3=Piquete; 4=Areias; 5=Redenção da Serra; 6=Cruzeiro; 7=Monteiro Lobato; 8=Silveiras; 9=Taubaté; 10=Resende; 11=Guaratinguetá; 12=Pindamonhangaba; 13=São Luiz do Paraitinga; 14=Paraibuna; 15=Cunha; 16=Natividade da Serra.

Figura 4.5 – Distribuição das áreas de classes de cobertura florestal nos municípios com maior contribuição em 2018.



Legenda: FRMA=Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica; REG=Regeneração; REF=Reflorestamento; 1=Santa Branca; 2=Queluz; 3=Piquete; 4=Areias; 5=Redenção da Serra; 6=Cruzeiro; 7=Monteiro Lobato; 8=Silveiras; 9=Taubaté; 10=Resende; 11=Guaratinguetá; 12=Pindamonhangaba; 13=São Luiz do Paraitinga; 14=Paraibuna; 15=Cunha; 16=Natividade da Serra.

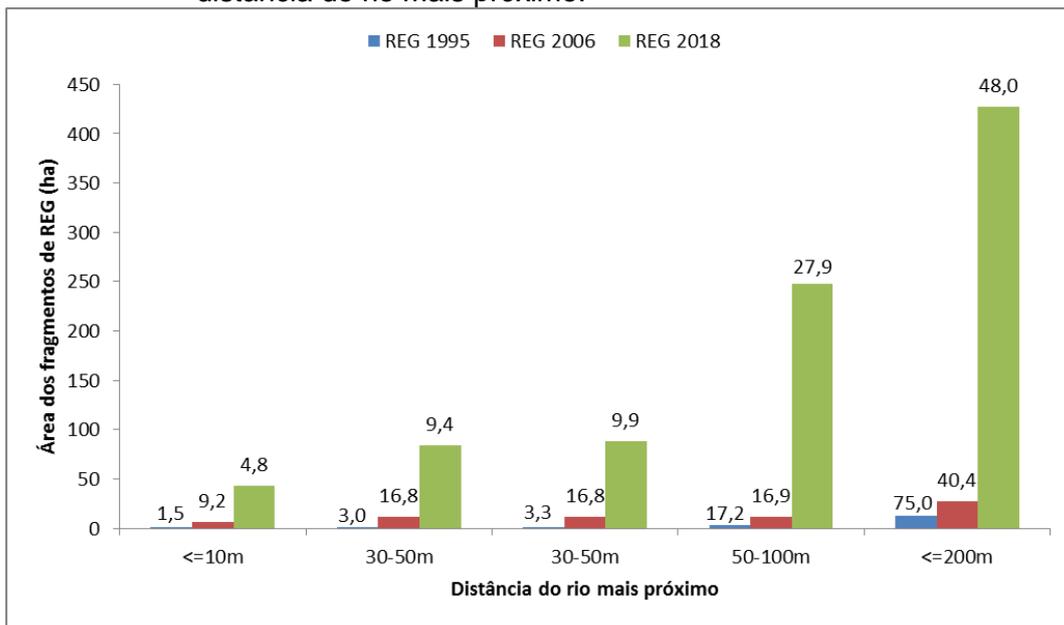
No geral, os resultados mostram que o ganho da cobertura florestal está associado principalmente ao processo de reflorestamento, cujo aumento no período de 1995 a 2018 soma em torno de 12% do total de cobertura florestal. Enquanto a área acumulada de regeneração contribuiu com uma parcela de apenas 0,5% da cobertura florestal (Tabela 4.5).

As maiores áreas de remanescentes florestais foram observadas principalmente nas porções situadas ao longo das Serras da Mantiqueira, do Mar e da Bocaina. Observam-se extensas áreas de remanescentes de Mata Atlântica, incluindo municípios onde também predominam grandes áreas de reflorestamento, como Pindamonhangaba e Guaratinguetá (somados 34.887 ha de FRMA e 7.316 ha de REF em 2018), quanto em municípios com menores áreas reflorestadas, a exemplo de Cunha, Itatiaia, Resende, Tremembé, Piquete, Areias, Silveiras e São José do Barreiro (totalizando 76591 ha de FRMA e 9925 ha de REF em 2018). A regeneração de 1995 foi encontrada em 8 municípios, ressaltando São Luiz do Paraitinga (11,61 ha), Piquete (11,43 ha) e Natividade da Serra (5,22 ha). Enquanto que para 2018, as áreas identificadas como regeneração foram encontradas em 24 dos 31 municípios, somando cerca de 1600 ha.

4.3. Análise de fragmentos florestais em relação à distância de drenagens

Na Figura 4.6 é apresentada a distribuição das áreas dos fragmentos de regeneração em relação à distância do rio mais próximo. Observa-se que pelo menos 75% dos fragmentos de regeneração em 1995 se encontrava entre 100 e 200 m de distância do rio. Nota-se o aumento da área de regeneração ao longo dos anos e em todas as distâncias, destacando-se que mais de 40% da regeneração em 2018 também está situada a 200 m do rio, enquanto em 2006 pelo menos 50% encontravam-se entre 100 e 200 m. O aumento em torno de 5.364% das áreas de REG entre 1995 e 2018 dentro dos *buffers* sugere uma possível transição florestal dentro das Áreas de Preservação Permanente (APPs), principalmente nos raios mais próximos dos rios.

Figura 4.6 - Área (ha e %) dos fragmentos de regeneração em relação à distância do rio mais próximo.



Quanto às áreas dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica em relação à distância do rio mais próximo, aproximadamente 65% dos remanescentes florestais de 1995, 2006 e 2018 encontram-se dentro dos *buffers* entre 50 a 200 m de distância do rio mais próximo (Figura 4.7). É observada uma diminuição mais expressiva dos fragmentos de Mata Atlântica entre as maiores distâncias ao longo dos anos. No geral, entre 1995 e 2018, somando as áreas de FRMA em todos os *buffers* analisados, a redução da classe foi de 10%. A Tabela 4.7 apresenta as áreas de REG e de FRMA por distância de *buffer*.

Figura 4.7 – Área (ha e %) dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica em relação à distância do rio mais próximo.

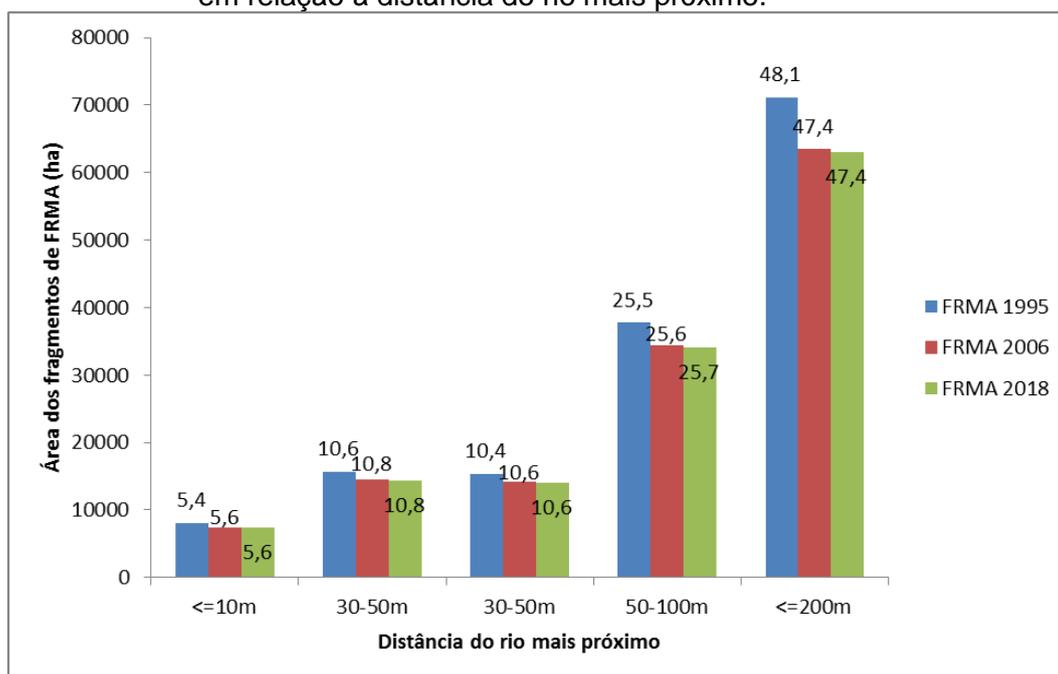


Tabela 4.7 – Área de cobertura florestal por classe de distância ao rio mais próximo.

| Cobertura Florestal | Área das classes de cobertura florestal dentro dos <i>buffers</i> (ha) | | | | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | <=10m | 30-50m | 30-50m | 50-100m | <=200m |
| REG 1995 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 2,8 | 12,2 |
| REG 2006 | 6,2 | 11,4 | 11,4 | 11,4 | 27,3 |
| REG 2018 | 42,9 | 83,7 | 88,0 | 247,9 | 427,1 |
| FRMA 1995 | 8.044,9 | 15.657,0 | 15.350,9 | 37.746,0 | 71.142,1 |
| FRMA 2006 | 7.467,6 | 14.501,7 | 14.147,1 | 34.347,9 | 63.454,5 |
| FRMA 2018 | 7.417,3 | 14.405,8 | 14.057,4 | 34.150,0 | 63.102,8 |

4.4 Mudanças de uso e cobertura da terra segundo a análise dos censos e estatísticas agrícolas

A partir da análise dos censos agropecuários dos anos 1995, 2006 e 2017, censos demográficos de 2000 e 2010 e estatísticas agrícolas do IBGE, foi possível avaliar as principais atividades econômicas da área de estudo em sua totalidade, bem como em escala de municípios. Os valores de 1995 e 2006 foram atualizados para a última data da série (2017) por meio da calculadora do Banco Central do Brasil (BCB), disponível em:

<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores&aba=1>.

4.4.1 Silvicultura

O valor de produção e a quantidade produzida por tipo de produtos da silvicultura estão representados nas Tabelas 4.8 e 4.9, respectivamente.

Tabela 4.8 – Valor da Produção total da silvicultura (mil reais).

| | 1995 | 2006 | 2017 |
|-----------------------------------------|----------|-----------|----------|
| Madeira em tora | 61.375,8 | 138.335,1 | 43.706,3 |
| Madeira em tora para celulose e papel | 56.475,3 | 130.028,1 | 42.513,2 |
| Madeira em tora para lenha | 2.083,6 | 145,0 | 2.790,5 |
| Madeira em tora para outras finalidades | 4.885,4 | 8.307,1 | 1.192,1 |
| Carvão vegetal | 844,6 | 783,2 | 2.191,7 |

Fonte: IBGE (1995,2006,2017).

Tabela 4.9 – Quantidade produzida total da silvicultura.

| | 1995 | 2006 | 2017 |
|-----------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Madeira em tora (m ³) | 1.073.765 | 1.495.687 | 1.122.420 |
| Madeira em tora para celulose e papel (m ³) | 988.909 | 1.370.207 | 1.102.794 |
| Madeira em tora para lenha (m ³) | 62.650 | 1.990 | 32.575 |
| Madeira em tora para outras finalidades (m ³) | 84.856 | 125.480 | 19.626 |
| Carvão vegetal (toneladas) | 995 | 534 | 1.857 |

Fonte: IBGE (1995,2006,2017).

As Tabelas 4.8 e 4.9 mostram que diferentes produtos da silvicultura apresentam variações distintas no período investigado. Como exemplo, observamos o aumento da produção de carvão vegetal ao longo dos Censos analisados. No entanto, nota-se que a quantidade de madeira para lenha reduziu-se em 97% em 2006, porém apresentou um aumento de 1537% em 2017. Em relação ao valor de produção de madeira para lenha, em 2006 houve uma queda de 93% e um aumento de 1825% em 2017. As variáveis referentes aos demais produtos da silvicultura apresentaram aumento em 2006, reduzindo-se novamente em 2017.

A Tabela 4.10 mostra a distribuição da cultura do eucalipto na área de estudo. Os dados foram obtidos do censo agropecuário de 2017. Nota-se que os municípios em que a cultura do eucalipto se destaca são

principalmente Resende, Paraibuna, Redenção da Serra, São Luiz do Paraitinga, Santa Branca e Pindamonhangaba, os quais somam 51% da área total de eucalipto. São José do Barreiro é o município com menor número de pés existentes e menor área de eucalipto, seguido por Piquete, Roseira e Cruzeiro.

Natividade da Serra, São Luiz do Paraitinga, Guaratinguetá e Redenção da Serra estão entre os municípios que apresentam maior importância para o setor da silvicultura na área de estudo. Essas áreas seguem a mesma lógica, visto que houve crescimento das áreas de reflorestamento (+266%) e de regeneração (+2439%) entre 1995 e 2018. Enquanto as populações rurais diminuíram (-21%) ao passo que as populações urbanas aumentaram (+14%) entre 1991 e 2010. Essas mudanças foram acompanhadas também pelo aumento das rendas associadas aos setores de indústrias (+158%) e de agropecuária (+40%). Os dados indicam que apesar do crescimento da silvicultura e da renda para agropecuária, ainda assim ocorreu redução da população rural em paralelo ao aumento da renda para indústrias e de serviços, indicando busca por melhores condições de trabalho nos centros urbanos.

Tabela 4.10 – Distribuição do eucalipto por município (2017).

| Municípios | Número de pés existentes nos estabelecimentos (Mil unidades) | N.º Estabelecimentos (unidades) | Área total (ha) |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Cunha (SP) | 15.962 | 257 | 1.092 |
| Paraibuna (SP) | 15.386 | 113 | 4.599 |
| Natividade da Serra (SP) | 12.867 | 172 | 3.586 |
| Redenção da Serra (SP) | 7.962 | 59 | 6.650 |
| Pindamonhangaba (SP) | 5.200 | 20 | 4.200 |
| Taubaté (SP) | 5.048 | 28 | 3.750 |
| Silveiras (SP) | 4.786 | 38 | 625 |
| Santa Branca (SP) | 4.781 | 15 | 4.000 |
| São José dos Campos (SP) | 4.128 | 29 | 3.755 |
| São Luiz do Paraitinga (SP) | 4.116 | 58 | 4.595 |
| Guaratinguetá (SP) | 3.537 | 10 | 3.148 |
| Lorena (SP) | 3.164 | 8 | 2.064 |
| Caçapava (SP) | 2.917 | 3 | 2.133 |
| Jambeiro (SP) | 2.757 | 9 | 1.687 |
| Resende (RJ) | 2.653 | 10 | 7.200 |
| Queluz (SP) | 2.418 | 4 | 780 |
| Jacareí (SP) | 2.054 | 17 | 1.250 |
| Monteiro Lobato (SP) | 1.621 | 16 | 698 |
| Areias (SP) | 1.096 | 3 | 832 |
| Lagoinha (SP) | 1.082 | 29 | 1.455 |
| Cachoeira Paulista (SP) | 928 | 6 | 640 |
| Tremembé (SP) | 856 | 5 | 643 |
| Lavrinhas (SP) | 741 | 5 | 460 |
| Cruzeiro (SP) | 676 | 10 | 443 |
| Roseira (SP) | 560 | 3 | 474 |
| Piquete (SP) | 257 | 3 | 140 |
| São José do Barreiro (SP) | 161 | 6 | 51 |
| Total | 107.714 | 936 | 60.950 |

Fonte: IBGE (2017).

4.4.2 Agricultura

O valor de produção total e área colhida total para lavouras permanentes e temporárias estão apresentados na Tabela 4.11. Também é apresentada a taxa de variação dos dados analisados no período 1995-2006. Os municípios que não possuíam informações em um dos anos analisados foram excluídos da soma total.

Tabela 4.11 – Valor de produção e área colhida de lavouras permanentes e temporárias.

| Valor da Produção total (reais constantes) | | | |
|---------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------------|
| | 1995 | 2006 | Variação (%) |
| Lavouras temporárias | 590.242.418,4 | 135.817.389,4 | -77 |
| Lavouras permanentes | 12.298.445,9 | 6.209.459,2 | -50 |
| Área colhida total (ha) | | | |
| | 1995 | 2006 | Variação (%) |
| Lavouras temporárias | 49.970,1 | 25.469,0 | -49 |
| Lavouras permanentes | 1.560,8 | 979,0 | -37 |

Fonte: IBGE (1995,2006).

É possível observar, segundo os dados dos censos, que o valor de produção associado à lavoura temporária na área de estudo reduziu em 77%, bem como houve uma redução de 50% do valor de produção das lavouras permanentes em 2006. As áreas colhidas de lavouras temporárias reduziram em 49%, enquanto as áreas colhidas de lavouras permanentes diminuíram em 37%. É importante salientar a ausência de informações sobre as lavouras para alguns municípios entre os censos, principalmente no censo de 2017. A ausência e presença de informação de um município em anos diferentes podem mascarar a real situação da variável na linha do tempo analisada para a área de estudo total. Ainda assim, tais informações auxiliam a compreender a evolução das atividades na região, ainda que de forma local. Outro ponto importante a ser observado, é a presença de diferentes culturas agrícolas que apresentam dinâmicas diferenciadas, enquanto determinada cultura pode estar expandido em produtividade e em área, outras podem estar reduzindo, e vice-versa. A Tabela 4.12 representa a porcentagem de área colhida em hectares das principais culturas de lavoura temporária na área de estudo em 1995 e 2017 (ver Tabela A.1 – Anexo A).

Tabela 4.12 - Área das principais culturas temporárias.

| Município | 1995 - Área (ha) | | | | | | | | | | 2017 - Área (ha) | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------|--------------|----------------|--------------|------------------|--------------|---------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|----------------|--------------|------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|
| | Arroz (em casca) | % | Cana-de-açúcar | % | Feijão (em grão) | % | Mandioca | % | Milho (em grão) | % | Arroz (em casca) | % | Cana-de-açúcar | % | Feijão (em grão) | % | Mandioca | % | Milho (em grão) | % |
| Itatiaia | 5,0 | * | 6,0 | 0,4 | 55,0 | 0,8 | 10,0 | 1,0 | 60,0 | 0,3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Aparecida | 400,0 | 2,3 | * | * | 25,0 | 0,3 | * | * | 80,0 | 0,5 | 260,0 | 4,3 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Areias | * | * | * | * | 100,0 | 1,4 | 13,0 | 1,3 | 180,0 | 1,0 | 4,0 | 0,1 | 30,0 | 1,3 | 30,0 | 3,0 | 5,0 | 2,0 | 60,0 | 1,2 |
| Caçapava | 1800,0 | 10,5 | 700,0 | 48,6 | 759,0 | 10,6 | 250,0 | 24,9 | 180,0 | 1,0 | 1300,0 | 21,4 | 2000,0 | 85,7 | 60,0 | 6,1 | * | * | * | * |
| Cachoeira Paulista | 160,0 | 0,9 | * | * | 30,0 | 0,4 | 50,0 | 5,0 | 450,0 | 2,6 | 150,0 | 2,5 | 165,0 | 7,1 | 18,0 | 1,8 | * | * | 58,0 | 1,2 |
| Cruzeiro | 85,0 | 0,5 | 5,0 | 0,3 | 18,0 | 0,3 | 26,0 | 2,6 | 140,0 | 0,8 | 64,0 | 1,1 | 25,0 | 1,1 | 50,0 | 5,1 | 20,0 | 8,0 | 61,0 | 1,2 |
| Cunha | 90,0 | 0,5 | * | * | 1000,0 | 13,9 | 6,0 | 0,6 | 3000,0 | 17,5 | * | * | * | * | 390,0 | 39,6 | 3,0 | 1,2 | 3000,0 | 60,0 |
| Guaratinguetá | 2515,0 | 14,7 | 10,0 | 0,7 | 50,0 | 0,7 | 30,0 | 3,0 | 800,0 | 4,7 | 2100,0 | 34,5 | * | * | * | * | 11,0 | 4,4 | * | * |
| Jacareí | 172,0 | 1,0 | * | * | 100,0 | 1,4 | 20,0 | 2,0 | * | 0,0 | * | * | * | * | 13,0 | 1,3 | 8,0 | 3,2 | * | * |
| Jambeiro | 5,0 | 0,0 | * | * | 260,0 | 3,6 | 10,0 | 1,0 | 160,0 | 0,9 | 4,0 | 0,1 | * | * | 70,0 | 7,1 | * | * | * | * |
| Lagoinha | 28,0 | 0,2 | * | * | 500,0 | 7,0 | 75,0 | 7,5 | 450,0 | 2,6 | * | * | 6,0 | 0,3 | 15,0 | 1,5 | 14,0 | 5,6 | 300,0 | 6,0 |
| Lavrinhas | 3,0 | 0,0 | * | * | 15,0 | 0,2 | 2,0 | 0,2 | 110,0 | 0,6 | 2,0 | * | * | * | 22,0 | 2,2 | 10,0 | 4,0 | 22,0 | 0,4 |
| Lorena | 1000,0 | 5,8 | * | * | 90,0 | 1,3 | 30,0 | 3,0 | 700,0 | 4,1 | * | * | * | * | 15,0 | 1,5 | * | * | * | * |
| Monteiro Lobato | 100,0 | 0,6 | 30,0 | 2,1 | 50,0 | 0,7 | 50,0 | 5,0 | 100,0 | 0,6 | * | * | * | * | 15,0 | 1,5 | * | * | * | * |
| Natividade da Serra | 105,0 | 0,6 | 40,0 | 2,8 | 1150,0 | 16,0 | 40,0 | 4,0 | 1000,0 | 5,8 | * | * | * | * | 14,0 | 1,4 | 40,0 | 16,1 | 40,0 | 0,8 |
| Paraibuna | * | * | 20,0 | 1,4 | 630,0 | 8,8 | 30,0 | 3,0 | 500,0 | 2,9 | * | * | * | * | 20,0 | 2,0 | * | * | * | * |
| Pindamonhangaba | 3200,0 | 18,7 | 70,0 | 4,9 | 20,0 | 0,3 | * | * | 1540,0 | 9,0 | 550,0 | 9,0 | * | * | 15,0 | 1,5 | * | * | 700,0 | 14,0 |
| Piquete | 5,0 | 0,0 | * | * | 30,0 | 0,4 | 5,0 | 0,5 | 200,0 | 1,2 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Potim | 500,0 | 2,9 | * | * | * | * | * | * | 35,0 | 0,2 | 350,0 | 5,7 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Queluz | 10,0 | 0,1 | * | * | 40,0 | 0,6 | 20,0 | 2,0 | 150,0 | 0,9 | 1,0 | 0,0 | 22,0 | 0,9 | 8,0 | 0,8 | 10,0 | 4,0 | 18,0 | 0,4 |
| Redenção da Serra | 5,0 | 0,0 | 40,0 | 2,8 | 520,0 | 7,2 | 30,0 | 3,0 | 230,0 | 1,3 | * | * | 4,0 | 0,2 | * | * | * | * | 8,0 | 0,2 |
| Resende | 240,0 | 1,4 | 350,0 | 24,3 | 300,0 | 4,2 | 70,0 | 7,0 | 800,0 | 4,7 | * | * | 11,0 | 0,5 | * | * | * | * | * | * |
| Roseira | 1214,0 | 7,1 | * | * | 25,0 | 0,3 | 3,0 | 0,3 | 150,0 | 0,9 | 2,0 | 0,0 | 3,0 | 0,1 | 4,0 | 0,4 | 3,0 | 1,2 | 3,0 | 0,1 |
| São José do Barreiro | 50,0 | 0,3 | 50,0 | 3,5 | 100,0 | 1,4 | * | * | 300,0 | 1,7 | * | * | 44,0 | 1,9 | 8,0 | 0,8 | * | * | 90,0 | 1,8 |
| São José dos Campos | 600,0 | 3,5 | 70,0 | 4,9 | 310,0 | 4,3 | 80,0 | 8,0 | 2300,0 | 13,4 | * | * | * | 0,0 | 150,0 | 15,2 | * | * | * | * |
| São Luiz do Paraitinga | 6,0 | 0,0 | 40,0 | 2,8 | 270,0 | 3,8 | 70,0 | 7,0 | 900,0 | 5,2 | * | * | 15,0 | 0,6 | * | * | 8,0 | 3,2 | 270,0 | 5,4 |
| Silveiras | 30,0 | 0,2 | * | * | 170,0 | 2,4 | 50,0 | 5,0 | 600,0 | 3,5 | * | * | 10,0 | 0,4 | 8,0 | 0,8 | 20,0 | 8,0 | 20,0 | 0,4 |
| Taubaté | 2229,0 | 13,0 | 10,0 | 0,7 | 400,0 | 5,6 | 30,0 | 3,0 | 2000,0 | 11,6 | 200,0 | 3,3 | * | * | 60,0 | 6,1 | 40,0 | 16,1 | 150,0 | 3,0 |
| Tremembé | 2570,0 | 15,0 | * | * | 166,0 | 2,3 | 5,0 | 0,5 | 60,0 | 0,3 | 1100,0 | 18,1 | * | * | * | * | 57,0 | 22,9 | 200,0 | 4,0 |
| Total | 17127,0 | 100,0 | 1441,0 | 100,0 | 7183,0 | 100,0 | 1005,0 | 100,0 | 17175,0 | 100,0 | 6087,0 | 100,0 | 2335,0 | 100,0 | 985,0 | 100,0 | 249,0 | 100,0 | 5000,0 | 100,0 |

Legenda: * = Sem informação.

Fonte: IBGE (1995,2017).

A partir da análise de estatísticas agrícolas do IBGE, observou-se diferentes dinâmicas na região. As áreas de cultivo de arroz aumentaram ao longo dos anos, principalmente em 2017, concentrando-se em municípios como Guaratinguetá (2.100 ha), Roseira (1.140 ha), Caçapava (1.300 ha), Tremembé (1.100 ha), Pindamonhangaba (550 ha), Canas (400 ha), Potim (350 ha), Aparecida (250 ha), Taubaté (200 ha) e Cachoeira Paulista (150 ha). Por outro lado, o milho e o feijão se destacavam na maioria dos municípios nos anos anteriores a 2017, quando ocorreu uma redução das áreas colhidas em 55,47% do milho e em 86,29% do feijão. As áreas de cana-de-açúcar aparecem com maior destaque em Caçapava (2000 ha) e Cachoeira Paulista (165 ha) em 2017. Nesses municípios, o valor adicionado bruto da agropecuária aumentou em 37% entre 2002 e 2016, com exceção de Taubaté que apresentou redução de 22% da renda associada à agropecuária. Em parte dos municípios ocorreu diminuição da população rural acompanhado do aumento da população urbana. As áreas agrícolas estão concentradas principalmente nos municípios mais próximos da Rodovia Presidente Dutra (BR-116 ou SP-060). A Tabela 4.13 representa a porcentagem de área colhida em hectares das principais culturas de lavoura permanente na área de estudo em 1995 e 2017 (ver Tabela A.2 – Anexo A).

Tabela 4.13 - Área das principais culturas permanentes.

| Municípios | 1995 - Área (ha) | | | | | | 2018 - Área (ha) | | | | | |
|------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | Banana (cacho) | % | Laranja | % | Tangerina | % | Banana (cacho) | % | Laranja | % | Tangerina | % |
| Itatiaia | 10,0 | 4,5 | 4,0 | 0,5 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Areias | 7,0 | 3,1 | 4,0 | 0,5 | * | * | 24,0 | 5,1 | * | * | * | * |
| Caçapava | * | * | 85,0 | 11,4 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Cachoeira Paulista | * | * | 231,0 | 30,9 | 2,0 | 2,2 | 5,0 | 1,1 | * | * | 10,0 | 26,3 |
| Cruzeiro | 116,0 | 52,0 | 23,0 | 3,1 | 1,0 | 1,1 | 40,0 | 8,5 | 9,0 | 10,7 | 9,0 | 23,7 |
| Cunha | * | * | 31,0 | 4,1 | 2,0 | 2,2 | * | * | * | * | * | * |
| Guaratinguetá | * | * | 19,0 | 2,5 | 25,0 | 27,5 | 80,0 | 16,9 | * | * | * | * |
| Jacareí | * | * | * | * | * | * | 20,0 | 4,2 | * | * | 10,0 | 26,3 |
| Jambeiro | * | * | 5,0 | 0,7 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Lavrinhas | 9,0 | 4,0 | * | * | 2,0 | 2,2 | * | * | * | * | * | * |
| Lorena | 2,0 | 0,9 | 58,0 | 7,8 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Natividade da Serra | * | * | 8,0 | 1,1 | * | * | 5,0 | 1,1 | * | * | * | * |
| Paraibuna | * | * | 31,0 | 4,1 | 5,0 | 5,5 | * | * | * | * | * | * |
| Pindamonhangaba | 35,0 | 15,7 | 46,0 | 6,1 | * | * | 118,0 | 24,9 | 11,0 | 13,1 | * | * |
| Piquete | 5,0 | 2,2 | 19,0 | 2,5 | 1,0 | 1,1 | 50,0 | 10,6 | * | * | * | * |
| Queluz | 3,0 | 1,3 | 8,0 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 12,0 | 2,5 | 6,0 | 7,1 | * | * |
| Redenção da Serra | 1,0 | 0,4 | 19,0 | 2,5 | * | * | 19,0 | 4,0 | * | * | * | * |
| Santa Branca | * | * | * | * | * | * | 15,0 | 3,2 | 10,0 | 11,9 | 5,0 | 13,2 |
| São José do Barreiro | 7,0 | 3,1 | 10,0 | 1,3 | 1,0 | 1,1 | 26,0 | 5,5 | * | * | * | * |
| São José dos Campos | * | * | 15,0 | 2,0 | 4,0 | 4,4 | * | * | * | * | * | * |
| São Luiz do Paraitinga | 6,0 | 2,7 | 23,0 | 3,1 | 1,0 | 1,1 | 4,0 | 0,8 | 30,0 | 35,7 | 4,0 | 10,5 |
| Silveiras | 10,0 | 4,5 | 29,0 | 3,9 | * | * | 10,0 | 2,1 | 18,0 | 21,4 | * | * |
| Taubaté | 7,0 | 3,1 | 38,0 | 5,1 | 28,0 | 30,8 | 30,0 | 6,3 | * | * | * | * |
| Tremembé | 5,0 | 2,2 | 42,0 | 5,6 | 18,0 | 19,8 | 15,0 | 3,2 | * | * | * | * |
| TOTAL | 223,0 | 100,0 | 748,0 | 100,0 | 91,0 | 100,0 | 473,0 | 100,0 | 84,0 | 100,0 | 38,0 | 100,0 |

Legenda: * = Sem informação.

Fonte: IBGE (1995,2017).

A partir dos dados apresentados na Tabela 4.13 é possível observar que no geral houve aumento da área colhida de banana. A região apresenta também pequenas áreas de cultivo de citros como laranja e tangerina. Os municípios com os maiores valores de área colhida para banana em 2017 foram Pindamonhangaba (118 ha), Guaratinguetá (80 ha), Piquete (50 ha) e Cruzeiro (40 ha). Também é visível a redução da área colhida de café ao longo dos anos, representando apenas 4% do total de área de lavoura permanente em 2017. No geral, as lavouras permanentes se encontram em municípios próximos às estradas e rodovias principais da área de estudo, os quais se diferenciam em dois grupos: i) municípios com maior representatividade da silvicultura, com Pindamonhangaba e Guaratinguetá; ii) municípios com menor desenvolvimento das atividades econômicas como a silvicultura e indústrias, como Piquete, São José do Barreiro e Cruzeiro.

4.4.3 Pecuária

Na Tabela 4.14, são apresentadas as variáveis de produção animal para os anos de 1995, 2006 e 2017 (ver Tabela A.3 – Anexo A). É possível observar que entre 1995 e 2006 houve uma redução no valor de produção em torno de 99,9%. Essa redução não era esperada, visto que a produção bovina vem expandindo na região, o que pode ser explicada pela ausência de informações em alguns municípios no ano de 2006. No mesmo período, o número de estabelecimentos de pecuária apresentou um aumento em 58,29%, conforme a Tabela 4.15.

Tabela 4.14 - Produção animal total 1995, 2006 e 2017.

| | 1995 | 2006 | 2017 |
|-----------------------------------|---------------|-----------|------------|
| Valor da produção (mil reais) | 460.375.549,9 | 320.510,9 | 727.662,13 |
| Nº de estabelecimentos (unidades) | 5.500 | 8.706 | 15.436 |

Fonte: IBGE (1995,2006,2017).

Entre os anos 2006 e 2017, verifica-se o aumento de aproximadamente 127% e de 77% no valor de produção e no número de estabelecimentos, respectivamente.

Tabela 4.15 – Variação temporal do valor de produção e número de estabelecimentos da pecuária (%).

| | 1995-2006 | 2006-2017 |
|-----------------------------------|-----------|-----------|
| Valor da produção (mil reais) | -99,93 | +127,03 |
| Nº de estabelecimentos (unidades) | +58,29 | +77,30 |

A Tabela 4.16 representa o número total de cabeças por efetivo de rebanho (ver Tabela A.4 - Anexo A). Entre os mais representativos da área de estudo estão os bovinos e os galináceos. Entre 1995 e 2017, o efetivo de bovinos aumentou em torno de 39%, enquanto o efetivo de galináceos apresentou uma queda de 85% na área de estudo. A pecuária é presente na maior parte dos municípios, sendo que 66% do efetivo de bovinos em 2017 ocorrem em Cunha, Pindamonhangaba, Taubaté, São José dos Campos, São Luís do Paraitinga, Guaratinguetá, Resende, Natividade da Serra, e Paraibuna.

Os municípios que concentravam 93% do efetivo de galináceos em 2017 em relação à área de estudo são Pindamonhangaba, São José dos Campos, São Luís do Paraitinga, Guaratinguetá, Natividade da Serra, Paraibuna, Jacareí, Lagoinha e Redenção da Serra. Apesar do crescimento do efetivo de bovinos, suínos e equinos, de modo geral o total do efetivo de rebanhos reduziu em 66,6% de 1995 para 2017. Os dados sugerem que na maioria dos municípios onde há mais reflorestamento, também estão concentradas as atividades de pecuária. Também há casos onde o reflorestamento tem diminuído e a pecuária expandindo, como o caso de Cunha.

Tabela 4.16 - Número de cabeças - efetivo de rebanho.

| Municípios | 1995 (10 ³) | | | | 2017 (10 ³) | | | |
|------------------------|-------------------------|--------------|---------------|--------------------|-------------------------|--------------|---------------|--------------------|
| | Bovino | Equino | Suíno - total | Galináceos - total | Bovino | Equino | Suíno - total | Galináceos - total |
| Aparecida | 4,25 | 0,09 | 1,13 | 0,77 | 5,27 | 0,03 | 0,65 | 0,70 |
| Areias | 7,90 | 0,45 | 1,00 | 5,30 | 12,71 | 0,49 | 0,15 | 2,07 |
| Canas | * | * | * | * | 4,59 | 0,08 | 0,22 | 0,37 |
| Cruzeiro | 13,20 | 0,90 | 1,00 | 11,50 | 10,25 | 0,72 | 0,34 | 1,17 |
| Cunha | 44,00 | 1,05 | 3,40 | 4,15 | 85,43 | 5,15 | 7,62 | 4,12 |
| Guaratinguetá | 30,00 | 0,90 | 3,75 | 70,00 | 54,39 | 0,60 | 3,02 | 31,63 |
| Itatiaia | 13,70 | 1,07 | 1,14 | 246,72 | 4,55 | 0,10 | 0,30 | 0,47 |
| Jacareí | 15,00 | * | 5,00 | 1980,50 | 19,53 | 1,20 | 0,60 | 75,00 |
| Jambeiro | 9,30 | 0,43 | 5,20 | 33,40 | 13,52 | 0,19 | 26,00 | 1,00 |
| Lagoinha | 11,65 | 0,55 | 1,04 | 49,21 | 20,55 | 0,75 | 0,09 | 15,28 |
| Lavrinhas | 6,00 | 0,20 | 1,00 | 1,75 | 6,84 | 0,19 | 0,35 | 1,98 |
| Lorena | 25,00 | 0,55 | 1,10 | 2,10 | 29,07 | 0,69 | 0,79 | 2,98 |
| Monteiro Lobato | 11,00 | 0,40 | 1,85 | 16,70 | 13,49 | 0,21 | 0,45 | 5,90 |
| Natividade da Serra | 15,70 | 0,68 | 1,71 | 18,96 | 22,07 | 0,57 | 0,31 | 47,80 |
| Paraibuna | 23,10 | 1,23 | 3,30 | 30,30 | 30,09 | 0,76 | 1,40 | 17,00 |
| Pindamonhangaba | 37,00 | 2,50 | 3,00 | 360,50 | 55,50 | 2,56 | 0,55 | 233,67 |
| Piquete | 8,00 | 0,30 | 0,50 | 1,90 | 7,99 | 0,18 | 0,36 | 3,26 |
| Potim | 2,50 | 0,10 | 0,10 | 4,00 | 4,13 | 0,01 | 0,10 | 0,66 |
| Queluz | 7,30 | 0,20 | 1,00 | 141,37 | 7,10 | 0,25 | 0,44 | 1,98 |
| Redenção da Serra | 11,46 | 0,20 | 1,37 | 12,67 | 13,86 | 0,55 | 0,45 | 63,42 |
| Resende | 53,57 | 0,97 | 7,99 | 247,77 | 53,91 | 1,57 | 2,35 | 2,42 |
| Roseira | 6,00 | 0,25 | 1,80 | 4,40 | 6,64 | 0,07 | 0,48 | 0,34 |
| Santa Branca | 12,00 | 1,50 | 0,12 | * | 10,56 | 0,70 | 0,20 | 1,00 |
| São José do Barreiro | 12,50 | 1,10 | 0,50 | 6,50 | 12,67 | 0,66 | 0,32 | 2,50 |
| São José dos Campos | 32,60 | 1,63 | 4,41 | 733,00 | 59,03 | 1,13 | 3,20 | 44,00 |
| São Luiz do Paraitinga | 18,98 | 0,92 | 2,06 | 17,43 | 39,30 | 1,43 | 0,57 | 48,28 |
| Silveiras | 10,40 | 0,48 | 1,80 | 7,20 | 13,40 | 0,78 | 0,78 | 2,79 |
| Taubaté | 27,43 | 1,13 | 2,60 | 273,75 | 39,02 | 1,60 | 0,35 | 14,65 |
| Tremembé | 7,14 | 0,28 | 0,53 | 43,35 | 7,83 | 0,33 | 0,07 | 8,44 |
| Total | 476,67 | 20,08 | 59,41 | 4325,22 | 663,40 | 23,72 | 52,60 | 634,96 |

Legenda: * = sem informação.

Fonte: IBGE (1995,2017)

A Tabela 4.17 mostra o valor de produção animal por tipo de produto, obtidos dos censos agropecuários. Os produtos mais representativos na área de estudo são a produção de leite, ovos de galinha e mel de abelha. Observamos uma maior contribuição à produção de leite dos municípios Resende, Pindamonhangaba, Lorena, Taubaté, Guaratinguetá, Cunha, São José do Barreiro e São Luiz do Paraitinga (60% da produção total). Cerca de 91% do valor de produção de ovos é representado por Pindamonhangaba, Jacareí, Guaratinguetá e Redenção da Serra, São Luiz do Paraitinga e Natividade da Serra.

Tabela 4.17 – Valor de produção animal por tipo de produto (mil reais).

| Municípios | 1995 | | | 2017 | | |
|------------------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Leite | Ovos de galinha | Mel de abelha | Leite | Ovos de galinha | Mel de abelha |
| Aparecida | 421 | 3 | * | 1119 | 14 | * |
| Areias | 1222 | 8 | * | 8185 | 18 | * |
| Canas | * | * | * | 1410 | 9 | 17 |
| Cruzeiro | 2063 | 16 | * | 8984 | 9 | 15 |
| Cunha | 3915 | 7 | * | 25406 | 44 | * |
| Guaratinguetá | 5800 | 166 | 6 | 21778 | 1041 | 32 |
| Itatiaia | 447 | 76 | 72 | 3390 | 55 | 78 |
| Jacareí | 2923 | 360 | * | 3630 | 3000 | * |
| Jambeiro | 1045 | 13 | 149 | 2459 | 9 | 11 |
| Lagoinha | 2172 | 9 | * | 10753 | 209 | 8 |
| Lavrinhas | 1075 | 3 | * | 5145 | 18 | 23 |
| Lorena | 5296 | 5 | 54 | 13195 | 48 | 63 |
| Monteiro Lobato | 723 | 8 | * | 1018 | 76 | 11 |
| Natividade da Serra | 668 | 16 | * | 5071 | 668 | 20 |
| Paraibuna | 1633 | 16 | * | 8057 | 128 | * |
| Pindamonhangaba | 5754 | 834 | 108 | 25702 | 10607 | 67 |
| Piquete | 567 | 6 | * | 3370 | 82 | * |
| Potim | 348 | 6 | 34 | 1431 | 4 | 138 |
| Queluz | 972 | 11 | * | 6201 | 18 | * |
| Redenção da Serra | 632 | 9 | * | 7846 | 1000 | * |
| Resende | 7992 | 572 | * | 36542 | 195 | 65 |
| Roseira | 1044 | 15 | 84 | 3469 | 6 | 225 |
| Santa Branca | 1908 | * | 104 | 1550 | 15 | 99 |
| São José do Barreiro | 1308 | 8 | * | 12698 | 18 | * |
| São José dos Campos | 3673 | 13 | * | 11966 | 307 | 30 |
| São Luiz do Paraitinga | 1771 | 17 | 11 | 18441 | 789 | 8 |
| Silveiras | 1403 | 9 | * | 11998 | 20 | * |
| Taubaté | 4096 | 18 | 108 | 24512 | 244 | 82 |
| Tremembé | 771 | 18 | 3 | 1450 | 145 | 38 |
| Total | 61221 | 2242 | 733 | 286776 | 18796 | 1030 |

Legenda: * = sem informação
 Fonte: IBGE (1995,2017).

A Tabela 4.18 apresenta a produção total de leite (mil litros), ovos (mil dúzias) e mel (kg). A produção de leite e ovos na área de estudo aumentaram em 7 e 26%, respectivamente. Enquanto que a produção de mel reduziu em 23%. Os dados ressaltam a importância econômica da pecuária leiteira para a região do Vale. No entanto, o aumento significativo da produção de ovos sugere que a pecuária de leite está abrindo espaço para que os produtores invistam mais na avicultura de postura, como uma atividade econômica alternativa e cada vez mais crescente no mercado.

Tabela 4.18 – Produção animal por tipo de produto (1995 e 2017).

| | 1995 | 2017 | Varição (%) |
|------------------------------|---------|---------|-------------|
| Leite (Mil litros) | 244.532 | 260.981 | +7% |
| Ovos de galinha (Mil dúzias) | 5.080 | 6.395 | +26% |
| Mel de abelha (Quilogramas) | 126.850 | 97.619 | -23% |

Fonte: IBGE (1995,2017).

4.4.4 Indústrias, serviços e agropecuária

Ao analisar a distribuição de renda associada aos diferentes setores econômicos (Tabela 4.19), é possível notar uma tendência de crescimento das indústrias e, principalmente, de serviços na área de estudo. A Tabela completa com informações por municípios encontram-se em Anexo A (Tabelas A.5, A.6 e A.7). Os dados disponibilizados pelo IBGE mostram que entre 2002 e 2016, o valor adicionado bruto referente a serviços aumentou em 68%. Para o setor de indústrias a renda aumentou em 36% entre 2002 e 2009, porém, reduziu-se 24% em 2016 em relação a 2009. Para a agropecuária uma redução de 37% no mesmo período. A importância econômica nos últimos anos vem sendo mais associada à industrialização e aos serviços do que à agropecuária.

Tabela 4.19 - Valor adicionado bruto por setores (reais).

| | 2002 | 2006 | 2009 | 2012 | 2016 |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Serviços | 28.499.912,67 | 30.075.125,98 | 37.287.288,14 | 45.825.386,58 | 47.791.959,46 |
| Indústrias | 32.180.502,39 | 36.993.748,27 | 43.803.536,36 | 37.465.329,82 | 33.198.393,09 |
| Agropecuária | 597.860,40 | 493.530,42 | 502.940,48 | 410.212,64 | 435.680,09 |

Fonte: IBGE (2002,2006,2009,2012,2016).

São José dos Campos, Taubaté e Jacareí se destacam entre os municípios somando em torno de 63% do total de valor adicionado bruto associado a serviços no ano de 2016. Além disso, Jacareí apresentou um aumento de 83% em relação a 2002, seguido de Taubaté (69%) e São José dos Campos (47%). A partir da análise dos dados, nota-se que no geral há um crescente aumento do valor adicionado bruto voltado para serviços. Areias, São José do Barreiro, Redenção da Serra e Silveiras apresentam os menores valores brutos associados a serviços e indústrias em relação aos demais municípios, ainda assim tais valores vêm aumentando nos últimos anos nesses locais. Seguindo a lógica de São José dos Campos, Taubaté e Jacareí, outros municípios também concentram grande parte dos valores associados a serviços e indústrias. Assim, Pindamonhangaba, Caçapava, Resende, Guaratinguetá, Itatiaia, Lorena, Cruzeiro e Aparecida representam 32% do valor bruto associado a serviços e 25,96% do valor bruto associado a indústrias em 2016. Em relação ao valor adicionado bruto para agropecuária, Resende e Guaratinguetá apresentam maior destaque, seguidos por Jacareí, Pindamonhangaba, Cunha, Taubaté, Caçapava, São José dos Campos, São Luís do Paraitinga, Cachoeira Paulista. Esses dez municípios representam 65% do valor total bruto associado à agropecuária. Por outro lado, os menores valores brutos para agropecuária se encontram em Potim, Aparecida, Piquete, Queluz, Santa Branca e Roseira, que juntos representam apenas 5% do total. Os dados sugerem que onde há maior concentração de áreas de reflorestamento, os setores de indústrias e serviços podem estar em maior grau de desenvolvimento.

4.4.5 Demografia

Na Tabela 4.20, os dados do censo demográfico mostram a distribuição total da população urbana, rural e total para os anos de 1991, 2000 e 2010. Desta forma, a população urbana aumentou em torno de 38% entre os anos 1991 e 2010, enquanto que a população rural reduziu em 16% no mesmo período. De modo geral, a população total para a área de estudo aumentou em 33%.

Tabela 4.20 - População por situação de domicílio.

| | 1991 | 2000 | 2010 | Varição 1991-2010 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| Urbana | 1.397.520 | 1.674.656 | 1.923.506 | +38% |
| Rural | 145.355 | 140.510 | 121.751 | -16% |
| Total | 1.542.875 | 1.815.166 | 2.045.257 | +33% |

Fonte: IBGE (1995,2000,2010).

É possível observar que a população urbana cresceu continuamente na maioria dos municípios, ressaltando-se São José dos Campos, Taubaté, Jacareí, e Pindamonhangaba. São José do Barreiro, Monteiro Lobato, Jambuí e Areias, apesar de apresentar uma população menor, também obteve aumento em sua população urbana. Em contrapartida, a população rural diminuiu nesses municípios, com exceção de Jambuí, que apresentou um aumento de 45,5% e Monteiro Lobato com aumento de 6,7% entre 1991 e 2010 (Tabela 4.21).

As estatísticas demográficas mostram que a população urbana tem aumentado nas áreas onde o reflorestamento está mais concentrado, enquanto a população rural vem diminuindo. Nas regiões com menor concentração de áreas reflorestadas, ocorreu o oposto no período analisado. Os dados sugerem uma possível tendência, a qual merece ser investigada em estudos futuros.

Tabela 4.21– Distribuição da população urbana e rural por município 1991 e 2010.

| Municípios | Urbana (10 ⁴) | | Varição | Rural (10 ⁴) | | Varição |
|------------------------|---------------------------|---------------|------------|--------------------------|--------------|-------------|
| | 1991 | 2010 | % | 1991 | 2010 | % |
| Aparecida | 3,25 | 3,44 | 0,1 | 0,06 | 0,05 | -0,2 |
| Areias | 0,17 | 0,24 | 0,4 | 0,15 | 0,12 | -0,2 |
| Caçapava | 5,83 | 7,25 | 0,2 | 0,77 | 1,22 | 0,6 |
| Cachoeira Paulista | 1,87 | 2,45 | 0,3 | 0,44 | 0,55 | 0,2 |
| Canas | * | 0,40 | * | * | 0,03 | * |
| Cruzeiro | 6,59 | 7,50 | 0,1 | 0,26 | 0,19 | -0,3 |
| Cunha | 0,89 | 1,21 | 0,4 | 1,44 | 0,96 | -0,3 |
| Guaratinguetá | 9,44 | 10,67 | 0,1 | 0,76 | 0,53 | -0,3 |
| Itatiaia | 0,98 | 2,78 | 1,8 | 0,62 | 0,09 | -0,8 |
| Jacareí | 15,70 | 20,82 | 0,3 | 0,68 | 0,29 | -0,6 |
| Jambeiro | 0,13 | 0,25 | 0,9 | 0,19 | 0,27 | 0,5 |
| Lagoinha | 0,21 | 0,31 | 0,5 | 0,24 | 0,17 | -0,3 |
| Lavrinhas | 0,36 | 0,60 | 0,6 | 0,10 | 0,05 | -0,5 |
| Lorena | 6,96 | 8,01 | 0,2 | 0,34 | 0,23 | -0,3 |
| Monteiro Lobato | 0,11 | 0,17 | 0,5 | 0,21 | 0,23 | 0,1 |
| Natividade da Serra | 0,22 | 0,27 | 0,2 | 0,41 | 0,38 | -0,1 |
| Paraibuna | 0,58 | 0,52 | -0,1 | 0,90 | 1,21 | 0,3 |
| Pindamonhangaba | 9,56 | 14,17 | 0,5 | 0,64 | 0,52 | -0,2 |
| Piquete | 1,37 | 1,32 | 0,0 | 0,09 | 0,08 | -0,1 |
| Potim | * | 1,47 | * | * | 0,46 | * |
| Queluz | 0,64 | 0,92 | 0,4 | 0,12 | 0,20 | 0,6 |
| Redenção da Serra | 1,67 | 0,22 | 0,3 | 0,23 | 0,16 | -0,3 |
| Resende | 7,57 | 11,23 | 0,5 | 1,60 | 0,74 | -0,5 |
| Roseira | 0,49 | 0,91 | 0,8 | 0,12 | 0,04 | -0,6 |
| Santa Branca | 0,91 | 1,21 | 0,3 | 0,11 | 0,16 | 0,4 |
| São José do Barreiro | 0,20 | 0,28 | 0,4 | 0,18 | 0,12 | -0,3 |
| São José dos Campos | 42,55 | 61,71 | 0,5 | 1,68 | 1,28 | -0,2 |
| São Luiz do Paraitinga | 0,50 | 0,61 | 0,2 | 0,48 | 0,42 | -0,1 |
| Silveiras | 0,16 | 0,28 | 0,7 | 0,32 | 0,29 | -0,1 |
| Taubaté | 19,78 | 27,26 | 0,4 | 0,91 | 0,60 | -0,3 |
| Tremembé | 2,43 | 3,69 | 0,5 | 0,32 | 0,40 | 0,2 |
| Total | 136,32 | 192,53 | 0,4 | 14,31 | 12,37 | -0,1 |

Legenda: * = sem informação
 Fonte: IBGE (1991,2010).

A população rural apresentou uma distribuição mais heterogênea entre os municípios. Observa-se uma queda da população rural em São José dos Campos no ano de 2000 (61%) e um crescimento em 2010 (94,85%), voltando a ser a maior entre os municípios. Em Taubaté, a população teve um pico em 2000 ultrapassando São José dos Campos, no entanto reduziu em 58% no ano de 2010. Em Jacareí e Itatiaia também houve aumento da população rural em 2000 e redução da mesma em 2010. Em Potim houve um crescimento notório, fato também percebido em Caçapava, Paraibuna e Cunha. Roseira, Lavrinhas, Canas, Redenção da Serra, São José do Barreiro e Areias apresentaram diminuição da população rural ao longo dos anos, além de serem as menores se comparadas aos demais municípios.

4.4.6 Síntese dos resultados

De modo geral, a paisagem da área de estudo é marcada pela diversidade, no que diz respeito às diferentes proporções de classes de cobertura florestal, bem como pelas atividades socioeconômicas. Assim, algumas regiões apresentam lógicas diferentes. Áreas onde se concentram as maiores densidades populacionais e atividades econômicas, como Paraibuna, Pindamonhangaba, São Luiz do Paraitinga, Guaratinguetá, Redenção da Serra e Natividade da Serra se destacam pela presença de áreas reflorestadas em larga escala, em detrimento da relevante perda das áreas de remanescentes florestais. Além disso, o crescimento da silvicultura nesses municípios é acompanhado pelo aumento da renda nos setores de indústrias, serviços e pecuária. A área de estudo possui municípios com diferentes graus de industrialização e urbanização. Os municípios em que houve um aumento mais evidente na renda per capita referente a serviços, indústrias e agropecuária entre 2002 e 2016 (Tabela 4.19), como São José dos Campos, Taubaté, Cunha, Pindamonhangaba e Jacareí, também apresentaram crescimento populacional urbano entre 1991 e 2010, em detrimento da diminuição da população rural (Tabela 4.21). Essa dinâmica observada também é acompanhada pelo aumento das áreas de reflorestamento nesses municípios.

5. DISCUSSÕES

5.1 Variação líquida da cobertura florestal

Os resultados encontrados nesse trabalho se assemelham aos encontrados por Silva et al. (2018), que reportou uma área de $1,26 \times 10^5$ ha de florestas plantadas e 6×10^3 ha de regeneração na porção centro-sul de São Paulo, revelando a predominância do reflorestamento sobre a regeneração. Contudo, Ferreira et al. (2015) reportaram que para a porção Oeste de São Paulo o crescimento da cobertura florestal não poderia estar atribuído a um aumento dos plantios florestais, os quais aumentaram em apenas $0,33 \times 10^3$ ha, enquanto a regeneração aumentou em $2,91 \times 10^3$ ha no período de 1986 a 2009. Silva et al. (2017) encontraram grandes áreas de reflorestamento comercial no Vale do Paraíba, que apesar do aumento de 130,13% de área de eucalipto (37.500 ha para 86.300 ha), não foi o principal processo associado ao ganho líquido na cobertura florestal entre 1985 e 2011. Os resultados encontrados por Silva et al. (2017) revelaram que 74% das novas áreas florestais no Vale do Paraíba ocorreram em áreas abandonadas com pastagens degradadas, as quais deram espaço à regeneração, processo que pode explicar a ocorrência da transição florestal.

O Vale histórico em São Paulo situa-se nas divisas entre Minas Gerais e Rio de Janeiro, cercado pelas Serras da Bocaina e da Mantiqueira, foi uma importante região econômica durante o ciclo do café (séc. XIX). O Vale histórico apresenta áreas extensas e conectadas de remanescentes florestais, como observado em Resende, Itatiaia e São José do Barreiro. Esse último está incluso em parte do Parque Nacional da Serra da Bocaina, que é uma importante área institucional que interliga São Paulo e Rio de Janeiro, desempenhando um papel importante para a biodiversidade e funcionamento ecossistêmico. O valor da área de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica estimado em 23% do total da área de estudo está de acordo com os 20% estabelecidos pelo Código Florestal Brasileiro (Lei 4771/65) para a Mata Atlântica. Ao contrário dos resultados reportados por Silva et al. (2018), em que as

áreas de remanescentes florestais nos dois períodos analisados pelos autores correspondiam a apenas 15% da área total.

Lima (2012) utilizou modelagem para simular os processos de desmatamento e regeneração na Mata Atlântica no ano de 2008 para o ano de 2030, os resultados mostraram que as probabilidades de regeneração são mais altas nas regiões próximas a remanescentes e em áreas de topografia acidentada, como a Serra da Mantiqueira, na divisa dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Ao longo de cursos d'água aparecem zonas de maior chance de regeneração. Esses resultados corroboram com os resultados encontrados neste trabalho, em que grandes áreas de regeneração foram encontradas próximas a Serra da Mantiqueira e na divisa entre São Paulo e Rio de Janeiro, como em Itatiaia, Resende e Piquete.

A análise da distribuição de áreas de FRMA em relação à distância do rio mais próximo mostrou que a maioria encontra-se em um raio mais distante dos rios, com redução das áreas ao longo dos anos, ao contrário dos resultados encontrados por Silva et al. (2018), que identificaram uma maior concentração e conectividade dos fragmentos de remanescentes florestais nas matas de galeria na porção centro-sul de São Paulo. Em Paraibuna, foi possível visualizar, em campo, várias represas que não apresentavam áreas de preservação permanente, por vezes desmatadas ou com presença de plantios de eucalipto. Essas áreas demandam uma atenção maior visando à manutenção da biodiversidade e cumprimento de legislações ambientais. No entanto, Ferreira et al. (2015) também identificaram que a maioria dos fragmentos florestais estava localizada a pelo menos 200 m dos leitos dos rios, mostrando o esgotamento generalizado das zonas de preservação obrigatória de áreas ribeirinhas.

Silva et al. (2018) discutem à luz dos conceitos propostos por Rudel et al. (2005) que a influência do setor florestal sobre a transição florestal observada no estudo está relacionada à ideia da “escassez de produtos florestais” e do “caminho do desenvolvimento econômico”, visto que o aumento das plantações florestais e seus produtos nos últimos anos vêm

fornecendo madeira para os mercados nacional e internacional, retirando pressão sobre a cobertura florestal original restante.

5.2 Plantações de árvores comerciais

No Brasil, a área total de árvores plantadas totalizou 7,84 milhões de hectares em 2016, apresentando um aumento de 0,5% em relação ao ano anterior, resultante exclusivamente do aumento das áreas com eucalipto (5,7 milhões de hectares), sendo que 34% desse total pertence ao segmento de celulose e papel; seguido dos 29% referentes a proprietários pequenos e independentes e médios produtores do programa de fomento florestal e que buscam comercializar madeira *in natura*; em terceira posição, os 14% da área plantada total do país são destinadas aos segmentos de siderurgia e carvão vegetal. Do total de área com eucalipto do país, 17% se encontram em São Paulo, posicionado como o segundo maior produtor do país, logo atrás de Minas Gerais (24%) e seguido pelos 15% pertencentes a Mato Grosso do Sul (IBÁ, 2017).

A área consolidada total de florestas plantadas (Eucalipto e Pinus) em São Paulo aumentou 5%, de 1.130.332 para 1.186.497 hectares entre 2006 e 2012. Além disso, a proporção entre eucalipto e pinus era de pouco mais de 80% para eucalipto, enquanto as áreas com pinus ocupavam menos de 20%, tanto em 2006 quanto em 2012 (ABRAF, 2013).

Durante a visita em campo, também foram observados antigos plantios de eucalipto com aparência de abandono, sem tratos culturais, alguns embargados por motivos políticos e econômicos. Essas áreas extensas contribuem com a área mapeada como reflorestamento, as quais podem não ter sido consideradas nas estatísticas agrícolas e censos agropecuários por estarem inoperantes.

Entre 2013 e 2014, o Produto Interno Bruto (PIB) do setor brasileiro de árvores plantadas aumentou em 1,7%, um total de R\$ 60,62 bilhões de reais (valor atualizado para R\$76,75 bilhões de reais constantes), ressalta-se que a expansão do volume de exportações de celulose

(12,6%) exerceu um importante papel nesse desempenho. Além de representar 1,1% de toda a riqueza gerada no País, também representa 5,5% do PIB industrial brasileiro, segundo dados fornecidos pela Empresa Pöyry (IBÁ, 2015).

O ano de 2016 foi desafiador para a indústria brasileira de árvores plantadas. Apesar das adversidades, como a recessão do PIB por dois anos consecutivos, avanço do processo inflacionário e troca de governo, o mercado da silvicultura se mostrou resiliente ao representar 6,2% do PIB industrial, uma contribuição maior ao PIB industrial do Brasil em relação a 2014. Entre 2015 e 2016 a produção de celulose aumentou em 8,1%, levando o Brasil à posição de segundo maior produtor mundial de celulose, e em oitavo lugar entre os maiores produtores mundiais de papel (IBÁ, 2015, 2017).

Durante o trabalho de campo, foi identificado um padrão de plantios de eucalipto em algumas áreas montanhosas. Enquanto nas porções das montanhas voltadas para o norte havia plantios de eucalipto em sua maioria, nas faces voltadas ao sul era comum a presença de mata nativa, esse padrão também foi observado no processo de classificação da cobertura florestal. Em paralelo à expansão da pecuária, que vêm aumentando ao longo dos anos analisados, o avanço das áreas de reflorestamento tem sido uma importante contribuição à cobertura florestal, superando a regeneração natural.

5.3 Demografia

O êxodo rural é considerado um dos fatores associados à recuperação florestal, juntamente com processos como a urbanização, a industrialização e a intensificação agrícola (FERREIRA et al, 2015; RUDEL et al. 2009; PFAFF e WALKER 2010; RUDEL et al. 2010). De acordo com Matter (1998), a perda da população rural para os centros urbanos em busca de melhores condições de trabalho, levaria à escassez na força de trabalho no campo, seguida do aumento salarial rural, e como consequência tornaria a atividade agrícola em áreas remotas não lucrativas. Assim, regiões de pousio, pastagem e os campos seriam

deixados para a regeneração da floresta. Essa teoria corrobora com os resultados observados neste estudo, que em parte dos municípios com áreas de regeneração ocorreu êxodo rural, como Guaratinguetá, Natividade da Serra, Redenção da Serra e São Luiz do Paraitinga, acompanhado pelo aumento da renda associada a indústrias, agropecuária e do crescimento urbano. Enquanto que Silva et al. (2018) ressaltam que apesar da renda média mensal no meio rural tenha aumentado mais que a renda urbana em 12%, ainda assim a população rural reduziu-se em 21,2% entre 1991 e 2010.

No caso particular da área de estudo de Ferreira et al. (2015), os dados dos censos demográficos apontaram o aumento da população urbana simultâneo à diminuição da população rural, indicando a mudança da força de trabalho rural. Segundo os autores, esse fator pode estar associado a algum nível de industrialização e urbanização, e ainda assim, não estar associado à recuperação florestal e larga escala.

5.4 Indústrias e serviços

Nos últimos cinquenta anos o Vale do Paraíba vem passando por uma transição socioeconômica, de ser caracterizada predominantemente pela produção agrícola para uma economia industrializada, contribuindo de forma relevante para o PIB do Estado de São Paulo (BOFFI et al. 2006; ITANI et al. 2011; SILVA et al., 2017).

Mather & Needle (1998) e Rudel et al. (2010) relacionam a transição florestal aos processos de urbanização e industrialização, no caso deste estudo, a transição florestal parece estar mais relacionada aos processos de reflorestamento (acompanhado pelo crescimento da industrialização e urbanização) do que à regeneração florestal.

Dados dos censos e estatísticas agrícolas corroboram com o que foi observado em campo, indicando que a agricultura é menos representativa na área de estudo (Tabelas 4.12 e 4.13), ocorrendo em menor escala, distribuída em pequenas áreas de cultivo, geralmente próximas a grandes áreas de reflorestamento e também próximo de estradas e rodovias,

como o caso da Rodovia Presidente Dutra (BR-116 ou SP-060). De acordo com Silva et al. (2017), a Rodovia Presidente Dutra conecta áreas urbanas contínuas que concentram 90% da população, empregos e capital da região, caracterizando-se como o principal polo econômico regional do Vale do Paraíba, composto por indústrias com diversos segmentos, como automobilística, têxtil, aeronáutica, produção de papel e celulose, entre outros.

5.5 Agropecuária

As áreas agrícolas diminuíram ao passo que as áreas de regeneração aumentaram em partes da região de estudo, como ocorreu em Aparecida, Caçapava e Natividade da Serra, esse resultados corroboram com a teoria da transição florestal postulada por Mather & Needle (1998), que relacionam a desaceleração das taxas de crescimento populacional e a ocorrência de revoluções técnicas na agricultura, levando ao aumento da produtividade agrícola e diminuindo a pressão sobre as florestas em busca de expansão das áreas agrícolas. Como consequência, as áreas que antes poderiam estar destinadas à agricultura passam a ceder espaço para o processo de regeneração.

Os resultados deste estudo revelam uma dinâmica oposta àquelas encontradas por Silva et al. (2018) e Ferreira et al (2015), que encontraram uma diminuição na produção de leite acompanhada pelo aumento na produção de cana-de-açúcar na região de Presidente Prudente. Camara e Caldarelli (2016) reportam que a expansão da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo entre 1995 a 2013 afetou a área destinada às culturas temporárias e permanentes, ocorrendo redução de 32,4% nas culturas permanentes, como laranja, tangerina e lima.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal investigar a ocorrência de transição florestal na área de estudo e identificar os principais processos associados às mudanças da cobertura florestal. O aumento líquido de 13% na cobertura florestal total entre o período 2006-2018 sugere que está ocorrendo uma transição florestal na área de estudo, a qual parece estar mais associada ao processo de reflorestamento, enquanto que a contribuição das áreas de regeneração foi mínima para a área total, ocorrendo em pequena escala.

Os resultados sugerem que em regiões que concentram áreas mais urbanizadas e industrializadas, a expansão do reflorestamento é um importante processo para a transição florestal na área de estudo, acompanhada pela expansão da pecuária. Nas regiões menos industrializadas e urbanizadas, como o Vale Histórico, apresentam áreas extensas e conectadas de remanescentes de Mata Atlântica, contribuindo para a manutenção da biodiversidade. As áreas de regeneração em 2018 ocorreram tanto em municípios onde há uma grande importância do processo de reflorestamento, a exemplo de São Luiz do Paratinga, Natividade da Serra e Taubaté, quanto em municípios com menor grau de desenvolvimento industrial e urbano, como Silveiras, Potim e Piquete.

A análise espacial dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica em relação ao rio mais próximo mostrou que cerca de 70% dos fragmentos estão situados a pelo menos 50 metros dos leitos dos rios, indicando que o cumprimento da Lei Nº 12.651 do Código Florestal merece uma maior atenção. Apesar das áreas de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica terem diminuído ao longo dos anos analisados, as áreas de regeneração aumentaram no mesmo período, sendo que pelo menos 25% dessas áreas regeneradas, referentes a 2018, encontravam-se dentro de um raio de 50 m de distância do rio mais próximo. No entanto, ainda é cedo para afirmar se está ocorrendo uma restauração das matas de galeria.

Houve dificuldades na execução deste estudo, principalmente em relação ao mapeamento e validação da transição florestal. As áreas de regeneração, geralmente muito pequenas, nem sempre são possíveis de serem detectadas em imagens Landsat (média resolução espacial). No geral, a resposta espectral das áreas de regeneração é semelhante à de outras classes de cobertura florestal, o que pode causar confusão espectral. A necessidade de analisar o passado na série temporal e a confusão espectral das classes de cobertura florestal tornou obrigatória a edição das classificações para identificar a regeneração. Existem outros classificadores, porém neste estudo foi escolhido o MAXVER pela praticidade e rapidez no processamento. O mapeamento da regeneração envolveu um oneroso trabalho de edição vetorial e a interpretação visual de uma série temporal relativamente longa.

Fatores como a menor disponibilidade de imagens anteriores a 1995, além da menor resolução espacial do sensor MSS (60 m) e a cobertura de nuvens em parte das imagens entre 1975 a 1986, tornaram mais difícil a identificação das áreas de regeneração em 1995 em relação aos demais anos de análise. Outros dados de sensoriamento remoto poderiam melhorar o desempenho do trabalho, como a utilização de imagens de altas resoluções espacial e temporal. O emprego de técnicas de programação poderia automatizar e acelerar os processos manuais.

Em relação aos dados dos censos e estatísticas agrícolas e demográficas, é importante salientar que as metodologias adotadas nos levantamentos do IBGE são atualizadas periodicamente, podendo influenciar nos valores apresentados. Outro fator limitante desses dados são as lacunas existentes nas séries temporais dos censos e estatísticas.

A integração entre os dados de sensoriamento remoto e de censos agrícolas e demográficos foram essenciais para compreender quais os principais processos associados às mudanças da cobertura florestal na área de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. The natural organization of brazilian inter- and subtropical landscapes. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v.21, n.1/2, p.57-70, 2000.
- ALMEIDA, F.F.M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, 1964. p.167-263.
- ALVES, D.; SOARES, J. V.; AMARAL, S.; MELLO, E. K.; ALMEIDA, S. A. S.; DE SILVA, O. F.; SILVEIRA, A. M. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, western Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v.3, p.451– 461, 1997.
- ALVES, H. P. F. **Análise dos fatores associados às mudanças na cobertura da terra no Vale do Ribeira através da integração de dados censitários e de sensoriamento remoto**. Campinas: UNICAMP, 2004. (Textos Nepo, 47).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTAS - ABRAF. **Anuário estatístico 2013**: ano base 2012, Brasília, DF: ABRAF, 2013. 150p.
- ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - AGEVAP. **Plano de recursos hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul**: resumo: diagnóstico dos recursos hídricos: relatório técnico final. Resende, RJ: AGEVAP, 2006.
- BATISTELLA, M. **Landscape change and land-use/land-cover dynamics in Rondônia, Brazilian Amazon**. 2001. 399p. Tese (Doutorado em Filosofia) - Indiana University, Bloomington 2001.
- BAUMANN, M. et al. Using the Landsat record to detect forest-cover changes during and after the collapse of the Soviet Union in the temperate zone of European Russia. **Remote Sensing of Environment**, v. 124, p. 174-184, 2012.
- BECKER, B. K. A Amazônia na estrutura espacial do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 36, n. 2, p. 3-36, 1974.

BENTES, J.C.G. **Dispersão urbana no Médio Paraíba Fluminense**. 2014. 431p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BERNARDES, T. **Caracterização do ambiente agrícola do Complexo Serra Negra por meio de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica**. 2006. 119p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006. Disponível em:
<<http://www.epamig.br/geosolos/MaterialSite/Teses/Tiago/Tiagodissertacao.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

BISTRICHI, C. A.; CAMPANHA, V. A.; SAAD, A. R.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; SILVA, R. B. Perfil geoeconômico mineral do Município de Jacareí, SP. **Série Geociências**, v. 1, n. 3, p.52-71, 1996.

BOFFI, S. A. N. O.; RICCI, F.; OLIVEIRA, E. A. A. Q. Análise histórica da região do Vale do Paraíba como atrativo para a implantação da indústria de base (1930-1980). **Revista Univap**, v.13, n.24, p.3059-63, 2006.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Das definições, objetivos e princípios do regime jurídico do bioma mata atlântica**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 17 de fev. 2018.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 28 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 14 mar. 2019.

BRESOLIN, C. C. et al. **Fragmento ou remanescente?** In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 10., 2011, São Lourenço-MG. **Anais...** 2011.

BRIASSOULIS, H. **Analysis of land use change**: theoretical and modeling approaches. Morgantown: West Virginia University, 2000.

BROWN, S.; LUGO, A. Tropical secondary forests. **Journal of tropical Ecology**, v.6, p.1-32, 1990.

BUTTEL, F.H. Classical theory and contemporary environmental sociology: some reflections on the antecedents and prospects for reflexive modernization theories in the study of environment and society. In: SPAARGAREN, G.; MOL, A.P.J.; BUTTEL, F.H. (Eds.). **Environment and global modernity**. London: SAGE, 2000. p.17-40.

COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement**, v.20, p.37-46, 1960.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data**: principles and practices. New York: Lewis Publishers, 1999. 137p.

COLUMBUS, N.; MARIANO, I. B.; TEISSEDRE, J.M. Desenvolvimento de água subterrânea na região do Vale do Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1.; 1980. **Anais...** 1980. p.229-302. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/23868/1594>. Acesso em: 20 fev. 2018.

CORDEIRO, M.P. **Planejamento territorial regional e proteção ambiental**: o caso do Vale do Paraíba paulista. 1999. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

COWELL, R. N. **Manual of remote sensing**. 2 ed. Falls Church: ASP&RS, 1983.

CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas, SP, UNICAMP, ed. rev., 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa, 2013.

ESPINDOLA, G. M. et al. Agricultural land use dynamics in the Brazilian Amazon based on remote sensing and census data. **Applied Geography**, v. 32, n. 2, p. 240-252, 2012.

FARINACI, J. S. **As novas matas do estado de São Paulo**: um estudo multiescalar sob a perspectiva da teoria da Transição florestal. 2012.

183p. Tese (Doutorado em Ambiente e Sociedade) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

FERREIRA, M. P.; ALVES, D. S.; SHIMABUKURO, Y. E. Forest dynamics and land-use transitions in the Brazilian Atlantic Forest: the case of sugarcane expansion. **Regional Environmental Change**, v. 15, n. 2, p. 365-377, 2015.

FERREIRA, E.; DANTAS, A.A.A.; MORAIS, A.R. Exatidão na classificação de fragmentos de matas em imagem do satélite Cbers-CCD, no município de Lavras, MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 939-946. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.10.14.40/doc/887894.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

FIGUEIREDO, G. C.; VIEIRA, C. A .O. Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2007. Florianópolis, SC. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 5755-5762.

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

FONSECA, G. A. B. The vanishing Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v.34, n.1, p.17–34, 1985. DOI:10.1016/0006-3207(85)90055-2.

FOSTER, A.; ROSENZWEIG, M. Economic growth and the rise of forests. **The Quarterly Journal of Economics**, v.118, p.601–637, 2003.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Relatório anual 2016**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wpcontent/uploads/2013/05/AF_RA_SOSMA_2016_web.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2017.

GEIST, H .J.; LAMBIN, E. F. **What drives tropical deforestation?** Lovain la Neuve: CIACO, 2001. 116p. (LUCC Report series, 4).

GIRI, C.; PENGRA, B.; LOVELAND, T. R. Next generation of global land cover characterization, mapping and monitoring. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 25, p.30–37, 2013.

GODOY, M. M. **Cana-de-açúcar e tradição**: breve ensaio sobre o evolver histórico do setor canavieiro de Minas Gerais. Belo Horizonte: Instituto Cultural Flávio Gutierrez; Museu de Artes e Ofícios, 2003 (Ensaio).

GRAINGER, A. The forest transition: an alternative approach. **Area**, v.27, p.242–251, 1995a.

GRAINGER, A. National land use morphology: patterns and possibilities. **Geography**, v.20, p.235–245, 1995b.

GRAINGER, A. Environmental globalization and tropical forests. **Globalizations**, v.2, p.335–348, 2005.

GUEDES, M. L. S. et al. Breve incursão sobre a biodiversidade da Mata Atlântica. In: ROCHA, P. et al. (Org.). **Mata Atlântica e biodiversidade**. Salvador: Edufba, 2005, p.39-92.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, 1.) Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/>. Acesso em: 04 jan. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Economia**. Disponível em: < https://ww2.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#economia>. Acesso em: 22 fev. 2018.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório Ibá 2015**. Disponível em: < https://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2019.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório Ibá 2017**. Disponível em: https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf. Acesso em: 12 mar. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.ipef.br/estatisticas/>. Acesso em: 18 fev. 2018.

ITANI, M. R.; BARROS, C.M.; FIGUEIREDO, F.E.L.; ANDRADE, M. R. N.; MANSOR, M. T. C.; MANGABEIRA, R. L.; CARVALHO, V. S. (Eds.). **Subsídios ao planejamento ambiental: Unidade de gerenciamento de recursos hídricos Paraíba do Sul-UGRHI 02.** São Paulo: SMA, 2011.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing.** Englewood Cliffs: Prentice - Hall, 1986. 51 p.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** São José dos Campos: Parêntese, 2009.

LAMBIN, E. et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions**, v. 11, n. 4, p. 261-269, 2001.

LAMBIN, E. F.; BAULIES, X.; BOCKSTAEL, N.; FISCHER, G.; KRUG, T.; LEEMANS, R.; MORAN, E. F.; RINDFUSS, R. R.; SATO, Y.; SKOLE, D.; TURNER, B. L.; VOGEL, C. **Land-use and land-cover change (LUCC): implementation strategy.** Stockholm Bonn: IGBP, 1999. 125p.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J. Global land-use/land-cover changes: what have we learned so far? **IGBP Global Change Newsletter**, n.46, p 27–30, 2001.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J. **Land-use and land-cover change.** Berlin: Springer, 2005.

Landis, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, p.159–174, 1977.

LIMA, C. M. G. **Modelagem de transição florestal na Mata Atlântica.** Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em:
<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/MPBB8UBP5/P/1/disserta_ao_carolina_guilen.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2019.

LIRA, P. K. et al. Land-use and land-cover change in Atlantic Forest landscapes. **Forest Ecology and Management**, v. 278, p. 80-89, 2012.

LU, D. et al. Linear mixture model applied to Amazonian vegetation classification. **Remote Sensing of Environment**, v.87, p.456–469, 2002.

LU, D. **Estimation of forest stand parameters and application in classification and change detection of forest cover types in the Brazilian Amazon basin**. Dissertação (Mestrado) - Indiana State University, Terre Haute, 2001.

MACHADO, L. A fronteira agrícola na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.54, n.2, p.1 - 120, abr./jun. 1992.

MATHER, A.S. The forest transition. **Area**, v.24, n.4, p.367-379, 1992.

MATHER, A.S. **Global Forest Resources**. London: Bellhaven Press, 1990.

MATHER, A.S.; NEEDLE, C.L. The forest transition: a theoretical basis. **Area**, v.30, p.117–124, 1998.

MATHER, A.S. Recent Asian forest transitions in relation to forest-transition theory. **International Forestry Review**, v.9, p.491–501, 2007.

MATHER, A.S.; FAIRBAIRN, J. Fromfloods to reforestation: the forest transition in Switzerland. **Environment and History**, v.6, p.399–421, 2000.

MATHER, A.S. Forest transition and the reforestation of Scotland. **Scottish Geographical Journal**, v.120, p.83–98, 2004.

MAUSEL, P. et al. Spectral identification of successional stages following deforestation in the Amazon. **Geocarto International**, v.8, n.4, p.61-71, 1993.

MORAN, E. F.; BRONDÍZIO, E. S. Land-use change after deforestation in Amazonia. In: LIVERMAN, D.; MORAN, E. F.; RINDFUSS, R. R.; STERN, P. C. (Eds.). **People and pixels: linking remote sensing and social science**. Washington, DC: National Academy Press, 1998. p.94-120.

MULLER, N. L. **O fato urbano na Bacia do Rio Paraíba - SP**. Rio de Janeiro: IBGE. 1969.

NEGRI, R.G. et al. Classificação da cobertura da terra na Amazônia utilizando Imagens Polarimétricas em Banda L e Máquina de Vetores Suporte. INPE: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, p.7863-7869. 2009.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 308p.

PARROTAA, J. A.; TURNBULL, J. W.; JONESC, N. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, v.99, n.1/2, p.1-7, 1997.

PASSO, D. P. **Análise da qualidade de classificadores para identificação de alvos urbanos em imagens de alta resolução espacial: uma aplicação com as imagens do satélite Worldview II**. 2013. 106p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

PFAFF, A.; WALKER, R. Regional interdependence and forest “transitions”: substitute deforestation limits the relevance of local reversals. **Land Use Policy**, v.27, n.2, p.119–129. 2010. DOI:10.1016/j.landusepol.2009.07.010.

PERZ, S.G. Grand theory and context-specificity in the study of forest dynamics: forest transition theory and other directions. **The Professional Geographer**, v.59, n.1, p.105-114, 2007a.

PERZ, S.G. Reformulating modernization-based environmental social theories: challenges on the road to an interdisciplinary environmental science. **Society and Natural Resources**, v.20, p.415–430, 2007b.

PERZ, S.G.; SKOLE, D.L. Secondary forest expansion in the Brazilian Amazon and the refinement of forest transition theory. **Society and Natural Resources**, v.16, p.277-294, 2003.

PONZONI, F.J. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação: Diagnosticando a Mata Atlântica**. São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, cap.8, 28p. 2002.

REIS, M.S. **Deteção de mudanças de uso e cobertura da terra utilizando dados óticos e de micro-ondas em uma região da**

Amazônia Brasileira. 2014. 292p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos-SP, 2014.

RICCI, F. **Indústrias têxteis na periferia:** origens e desenvolvimento: o caso do Vale do Paraíba. Taubaté: Cabral, 2006.

RUDEL, T.K. Is there a forest transition? deforestation, reforestation, and development. **Rural Sociology**, v.63, n.4, p. 533-552, 1998.

RUDEL, T.K.; COOMES, O.T.; MORAN, E.F.; ACHARD, F.; ANGELSEN, A.; XU, J.; LAMBIN, E. Forest transitions: towards a global understanding of the land use change. **Global Environmental Change**, v.15, p.23-31, 2005.

RUDEL, T.K.; SCHNEIDER, L.; URIARTE, M.; TURNER, B.L. II; DEFRIES, R.; LAWRENCE, D.; GEOGHEGAN, J.; HECHT, S.; ICKOWITZ, A.; LAMBIN, E.F.; BIRKENHOLTZ, T.; BAPTISTA, S.; GRAU, R. Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.106, n.49, p.20675–20680, 2009.DOI:10.1073/pnas.0812540106.

SHERBININ, A. **Land-use and land-cover change:** a CIESIN thematic guide. Palisades, NY: Center for International Earth Science Information Network of Columbia University, 2002. Disponível em: http://sedac.ciesin.columbia.edu/tg/guide_main.jsp. Acesso em: 02 fev. 2018.

SILVA, A. L.; ALVES, D. S.; FERREIRA, M. P. Landsat-based land use change assessment in the Brazilian Atlantic Forest: forest transition and sugarcane expansion. **Remote Sensing**, v. 10, n. 996, p.1-20, 2018.

SILVA, R. F. B.; BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. Drivers of land change: human-environment interactions and the Atlantic forest transition in the Paraíba Valley, Brazil. **Land Use Policy**, v. 58, p. 133-144, 2016.

SILVA, R. F. B.; BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. Socioeconomic changes and environmental policies as dimensions of regional land transitions in the Atlantic Forest, Brazil. **Environmental Science and Policy**, v.74. p.14-22, 2017.

SMITH, J.; van de KOP, P.; REATEGUI, K.; LOMBARDI, I.; SABOGAL, C.; Diaz, A. **Can secondary forests compensate for primary forest destruction?** implications from small-scale farms in the Peruvian Amazon. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research, 1997.

SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2008-2010:** relatório parcial. São Paulo: Fundação SOS Mata atlântica, 2011.

TABARELLI, M.; SILVA, M.J.C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of Neotropical Forests. **Biodiversity and Conservation**, v.13, p.1419–1425, 2004.

TURNER, B. L.; ALI, A. M. S. Induced intensification: agricultural change in Bangladesh with implications for Malthus and Boserup. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.93, p.14984–14991, 1995.

U. S. GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat 4-7:** surface reflectance product guide. 2017. Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/le-daps_product_guide.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2018.

U. S. GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat 8:** surface reflectance product guide. 2016. Disponível em: https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/provisional_lasrc_product_guide.pdf. Acesso em: 17 fev. 2018.

U. S. GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat:** surface reflectance product guide. Washington, DC: USGS, 2017.

VAPNIK, V. **The Nature of Statistical Learning Theory**. New York: Springer-Verlag, 1995.

VASCONCELOS, P. C. S. **Fitossociologia de uma vegetação em sucessão secundária, no Vale do Paraíba, São Paulo**. 1992. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

VIERA, A.J.; GARRETT, J.M. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. **Family Medicine**, v. 37, p.360–363, 2005.

WALKER, R.T. Theorizing land-cover and land-use change: the case of tropical deforestation. **International Regional Science Review**, v.27, n.3, p.247–270, 2004.

YEO, I.Y.; HUANG, C. Revisiting the forest transition theory with historical records and geospatial data: a case study from Mississippi (USA). **Land Use Policy**, v. 32, p. 1-13, 2013.

APÊNDICE A – TABELAS

A.1: Coordenadas geográficas dos pontos coletados em campo.

Tabela A.1: Coordenadas geográficas dos pontos coletados em campo.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|----|-------------|----------|----------|-------------|
| 1 | REF | -45,7200 | -23,3880 | |
| 2 | REF | -45,6880 | -23,2430 | |
| 3 | REF | -45,6860 | -23,2370 | |
| 4 | REF | -45,6840 | -23,2490 | |
| 5 | REF | -45,7280 | -23,2650 | |
| 6 | REF | -45,6980 | -23,2840 | |
| 7 | REF | -45,7050 | -23,4130 | |
| 8 | REF | -45,7130 | -23,4070 | |
| 9 | REF | -45,7620 | -23,4270 | |
| 10 | REF | -45,7640 | -23,4290 | |
| 11 | REF | -45,7670 | -23,4290 | |
| 12 | REF | -45,7730 | -23,4220 | |
| 13 | REF | -45,8870 | -23,4280 | |
| 14 | REF | -45,8830 | -23,4210 | |
| 15 | REF | -45,8820 | -23,4820 | Recente |
| 16 | REF | -45,8740 | -23,4730 | Recente |
| 17 | REF | -45,8710 | -23,4730 | |
| 18 | REF | -45,6660 | -23,4580 | |
| 19 | REF | -45,6570 | -23,4640 | |
| 20 | REF | -45,6640 | -23,4610 | |
| 21 | REF | -45,6490 | -23,4640 | |
| 22 | REF | -45,6500 | -23,4630 | |
| 23 | REF | -45,6080 | -23,4470 | |
| 24 | REF | -45,6080 | -23,4430 | |
| 25 | REF | -45,6050 | -23,4450 | |
| 26 | REF | -45,5220 | -23,5560 | pinheiro |
| 27 | REF | -45,5220 | -23,5590 | |
| 28 | REF | -45,5150 | -23,5600 | pinheiro |
| 29 | REF | -45,4960 | -23,5670 | pinheiro |
| 30 | REF | -45,4290 | -23,5310 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 31 | REF | -45,3990 | -23,5290 | |
| 32 | REF | -45,3970 | -23,5280 | |
| 33 | REF | -45,3920 | -23,5190 | |
| 34 | REF | -45,3900 | -23,5130 | |
| 35 | REF | -45,3880 | -23,5100 | |
| 36 | REF | -45,3720 | -23,5050 | |
| 37 | REF | -45,3680 | -23,4990 | |
| 38 | REF | -45,3620 | -23,4920 | |
| 39 | REF | -45,3570 | -23,4870 | |
| 40 | REF | -45,3500 | -23,4780 | |
| 41 | REF | -45,3920 | -23,4170 | |
| 53 | REF | -45,6640 | -23,1420 | |
| 54 | REF | -45,6380 | -23,1230 | |
| 55 | REF | -45,6300 | -23,1040 | |
| 56 | REF | -45,6300 | -23,1000 | |
| 57 | REF | -45,4840 | -23,1930 | |
| 58 | REF | -45,4800 | -23,1820 | abandonado |
| 59 | REF | -45,4720 | -23,1750 | |
| 60 | REF | -45,3880 | -23,2140 | |
| 61 | REF | -45,3910 | -23,2190 | |
| 62 | F | -45,3420 | -23,2010 | |
| 63 | REF | -45,3510 | -23,2440 | |
| 64 | REF | -45,3480 | -23,2550 | |
| 65 | REF | -45,3270 | -23,2260 | |
| 66 | REF | -45,3220 | -23,2250 | |
| 67 | F | -45,2600 | -23,1200 | |
| 68 | REF | -45,2590 | -23,1250 | |
| 69 | REF | -45,2710 | -23,1180 | |
| 70 | F | -45,2640 | -23,1240 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 71 | REF | -45,2720 | -23,1140 | |
| 72 | REF | -45,2200 | -23,0880 | |
| 73 | REF | -45,2340 | -23,0840 | |
| 74 | REF | -45,2480 | -23,0920 | |
| 75 | REF | -45,2510 | -23,0870 | |
| 76 | REF | -45,2330 | -23,0760 | |
| 77 | REF | -45,1760 | -23,0580 | |
| 78 | REF | -45,1800 | -23,0590 | |
| 79 | REF | -45,1490 | -23,0460 | |
| 80 | REF | -45,1360 | -23,0300 | |
| 81 | REF | -45,1300 | -23,0390 | |
| 82 | REF | -45,1220 | -23,0210 | |
| 83 | REF | -45,1330 | -23,0160 | |
| 84 | REF | -45,1480 | -22,9940 | |
| 85 | REF | -45,1460 | -22,9990 | |
| 86 | REF | -45,1540 | -22,9920 | |
| 87 | REF | -45,1560 | -23,0020 | |
| 88 | REF | -45,1520 | -22,9900 | |
| 89 | REF | -45,1540 | -23,0060 | |
| 90 | REF | -45,1670 | -22,9920 | |
| 91 | REF | -45,1820 | -22,9960 | |
| 92 | REF | -45,1840 | -22,9980 | |
| 93 | REF | -45,1910 | -22,9990 | |
| 138 | REF | -45,1540 | -22,9920 | |
| 140 | REF | -45,1520 | -22,9900 | |
| 142 | REF | -45,1670 | -22,9920 | |
| 157 | REF | -44,8210 | -22,9730 | |
| 158 | REF | -44,8250 | -22,9830 | |
| 159 | REF | -44,8390 | -22,9800 | |
| 160 | REF | -44,8200 | -22,9810 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 161 | REF | -44,8200 | -22,9630 | |
| 162 | REF | -44,8170 | -22,9600 | |
| 163 | REF | -44,8540 | -22,8750 | |
| 164 | REF | -44,8420 | -22,8600 | |
| 165 | REF | -44,8440 | -22,8600 | |
| 166 | REF | -44,8350 | -22,8580 | |
| 167 | REF | -44,8530 | -22,8570 | |
| 168 | REF | -44,8580 | -22,8580 | |
| 169 | REF | -44,8280 | -22,6540 | |
| 170 | REF | -44,8340 | -22,6460 | |
| 171 | REF | -44,8370 | -22,6470 | |
| 172 | REF | -44,8490 | -22,6420 | |
| 173 | REF | -44,8510 | -22,6450 | |
| 174 | REF | -44,8370 | -22,6760 | |
| 175 | REF | -44,8340 | -22,6810 | |
| 176 | REF | -44,8360 | -22,6810 | |
| 177 | REF | -44,8380 | -22,6660 | |
| 178 | REF | -44,7860 | -22,6530 | |
| 179 | REF | -44,8010 | -22,6680 | |
| 180 | REF | -44,7890 | -22,6590 | |
| 181 | REF | -44,7930 | -22,6670 | |
| 182 | REF | -44,7230 | -22,6360 | |
| 183 | REF | -44,7210 | -22,6420 | |
| 184 | REF | -44,7160 | -22,6410 | |
| 185 | REF | -44,7230 | -22,6270 | |
| 186 | REF | -44,7250 | -22,5860 | |
| 187 | REF | -44,7280 | -22,5870 | |
| 188 | REF | -44,7320 | -22,5980 | |
| 189 | REF | -44,7340 | -22,5960 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 190 | REF | -44,7080 | -22,5860 | |
| 191 | REF | -44,6910 | -22,6440 | |
| 192 | REF | -44,6890 | -22,6410 | |
| 193 | REF | -44,6110 | -22,6400 | |
| 194 | REF | -44,6050 | -22,6410 | |
| 195 | REF | -44,6250 | -22,7290 | pinheiro |
| 196 | REF | -44,6270 | -22,7220 | eucalipto |
| 197 | REF | -44,6260 | -22,7260 | pinheiro |
| 198 | REF | -44,6280 | -22,7200 | eucalipto |
| 199 | REF | -44,8490 | -22,5550 | |
| 200 | REF | -44,8460 | -22,5560 | |
| 201 | REF | -44,8540 | -22,5620 | |
| 202 | REF | -44,8510 | -22,5620 | |
| 203 | REF | -44,8480 | -22,5630 | |
| 204 | REF | -44,8440 | -22,5630 | |
| 205 | REF | -44,8410 | -22,5570 | |
| 206 | REF | -44,8780 | -22,5350 | |
| 207 | REF | -44,8680 | -22,5330 | |
| 208 | REF | -44,8550 | -22,5260 | |
| 209 | REF | -44,8560 | -22,5310 | |
| 210 | REF | -44,8400 | -22,5330 | |
| 211 | REF | -44,8500 | -22,5330 | |
| 212 | REF | -44,8470 | -22,5360 | |
| 213 | REF | -44,8370 | -22,5320 | |
| 214 | REF | -44,8370 | -22,5300 | |
| 215 | REF | -44,8340 | -22,5280 | |
| 216 | REF | -44,8400 | -22,5350 | |
| 217 | REF | -44,8350 | -22,5340 | |
| 218 | REF | -44,8340 | -22,5380 | |
| 219 | REF | -44,8310 | -22,5420 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 231 | REF | -44,8210 | -22,9730 | |
| 232 | REF | -44,8250 | -22,9830 | |
| 233 | REF | -44,8390 | -22,9800 | |
| 234 | REF | -44,8200 | -22,9810 | |
| 235 | REF | -44,8200 | -22,9630 | |
| 236 | REF | -44,8170 | -22,9600 | |
| 294 | REF | -45,2000 | -22,6620 | |
| 295 | REF | -45,2050 | -22,6680 | |
| 296 | REF | -45,2010 | -22,6670 | |
| 297 | REF | -45,2130 | -22,6600 | |
| 298 | REF | -45,1990 | -22,6710 | |
| 299 | REF | -45,2000 | -22,6740 | |
| 300 | REF | -45,1900 | -22,6980 | |
| 301 | REF | -45,1770 | -22,6950 | |
| 302 | REF | -45,1830 | -22,6990 | |
| 303 | REF | -45,1970 | -22,7000 | |
| 304 | REF | -45,1860 | -22,7120 | |
| 305 | REF | -45,2500 | -22,6970 | |
| 306 | REF | -45,2880 | -22,6840 | |
| 307 | REF | -45,2870 | -22,6950 | |
| 308 | REF | -45,2900 | -22,6980 | |
| 309 | REF | -45,2900 | -22,6920 | |
| 310 | REF | -45,2900 | -22,7190 | |
| 311 | REF | -45,2230 | -22,7820 | |
| 323 | REF | -44,8210 | -22,9730 | |
| 324 | REF | -44,8250 | -22,9830 | |
| 325 | REF | -44,8390 | -22,9800 | |
| 326 | REF | -44,8200 | -22,9810 | |
| 327 | REF | -44,8200 | -22,9630 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 328 | REF | -44,8170 | -22,9600 | |
| 357 | REF | -44,5940 | -22,6470 | |
| 359 | F | -45,3330 | -23,2280 | |
| 360 | F | -45,1590 | -22,6610 | |
| 361 | F | -45,6540 | -23,4700 | |
| 362 | F | -45,6630 | -23,2290 | |
| 363 | F | -45,6760 | -23,2240 | |
| 364 | F | -45,6870 | -23,2380 | |
| 365 | F | -45,6810 | -23,2440 | |
| 366 | F | -45,7220 | -23,2570 | |
| 367 | F | -45,7190 | -23,3830 | |
| 368 | F | -45,7100 | -23,4120 | |
| 369 | F | -45,7120 | -23,4030 | |
| 370 | F | -45,7130 | -23,4060 | |
| 371 | REG | -45,7120 | -23,3960 | EMBAUBA |
| 372 | F | -45,7640 | -23,4320 | |
| 373 | F | -45,7720 | -23,4210 | |
| 374 | REG | -45,7850 | -23,4300 | EMBAUBA |
| 375 | F | -45,8600 | -23,3970 | |
| 376 | F | -45,8670 | -23,4000 | |
| 377 | F | -45,8860 | -23,4230 | |
| 378 | F | -45,8810 | -23,4300 | |
| 379 | F | -45,8830 | -23,4330 | |
| 380 | F | -45,8660 | -23,4410 | |
| 381 | F | -45,8760 | -23,4820 | |
| 382 | F | -45,8770 | -23,4780 | |
| 383 | F | -45,8820 | -23,4750 | |
| 384 | F | -45,8710 | -23,4650 | |
| 385 | F | -45,8750 | -23,4900 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|---------------------------------|
| 386 | F | -45,7950 | -23,5060 | |
| 387 | F | -45,7940 | -23,4960 | |
| 388 | F | -45,7930 | -23,4970 | |
| 389 | F | -45,5490 | -23,5120 | |
| 390 | F | -45,5240 | -23,5500 | |
| 391 | F | -45,5090 | -23,5600 | |
| 392 | F | -45,5060 | -23,5640 | |
| 393 | F | -45,5010 | -23,5670 | |
| 394 | F | -45,5010 | -23,5650 | |
| 395 | F | -45,5010 | -23,5660 | Parque Estadual da Serra do Mar |
| 396 | F | -45,4860 | -23,5750 | |
| 397 | F | -45,4750 | -23,5810 | |
| 398 | F | -45,4590 | -23,5800 | |
| 399 | F | -45,4230 | -23,5310 | |
| 400 | F | -45,4250 | -23,5270 | |
| 401 | F | -45,4240 | -23,5290 | |
| 402 | F | -45,4160 | -23,5270 | |
| 403 | F | -45,4030 | -23,5260 | |
| 404 | F | -45,4000 | -23,5290 | |
| 405 | F | -45,3980 | -23,5220 | |
| 406 | F | -45,3960 | -23,5230 | |
| 407 | F | -45,3920 | -23,5170 | |
| 408 | F | -45,3780 | -23,5080 | |
| 409 | F | -45,3770 | -23,5120 | |
| 410 | F | -45,3760 | -23,5080 | |
| 411 | F | -45,3750 | -23,5080 | |
| 412 | F | -45,3670 | -23,4980 | |
| 413 | F | -45,3620 | -23,4900 | |
| 414 | F | -45,3560 | -23,4870 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 415 | F | -45,3480 | -23,4730 | |
| 416 | F | -45,3520 | -23,4700 | |
| 417 | F | -45,3580 | -23,4750 | |
| 418 | F | -45,3650 | -23,4640 | |
| 419 | F | -45,3880 | -23,4210 | |
| 420 | F | -45,3860 | -23,4210 | |
| 421 | F | -45,3890 | -23,4160 | |
| 435 | F | -45,6600 | -23,1070 | |
| 436 | F | -45,5750 | -23,1100 | |
| 437 | F | -45,4800 | -23,1830 | |
| 438 | F | -45,4840 | -23,1890 | |
| 439 | F | -45,4720 | -23,1820 | |
| 440 | F | -45,4610 | -23,1830 | |
| 441 | F | -45,3800 | -23,2000 | |
| 442 | F | -45,3760 | -23,2010 | |
| 443 | F | -45,3850 | -23,1970 | |
| 444 | F | -45,3530 | -23,2020 | |
| 445 | F | -45,3430 | -23,2160 | |
| 446 | F | -45,3480 | -23,2010 | |
| 447 | F | -45,3540 | -23,2260 | |
| 448 | F | -45,3580 | -23,2270 | |
| 449 | F | -45,3570 | -23,2370 | |
| 450 | F | -45,3530 | -23,2380 | |
| 451 | F | -45,3570 | -23,2390 | |
| 452 | F | -45,3570 | -23,2420 | |
| 453 | F | -45,3510 | -23,2460 | |
| 454 | F | -45,3460 | -23,2200 | |
| 455 | F | -45,3390 | -23,2280 | |
| 456 | F | -45,3350 | -23,2220 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 457 | F | -45,3440 | -23,2290 | |
| 458 | F | -45,2620 | -23,1110 | |
| 459 | F | -45,2650 | -23,1160 | |
| 460 | F | -45,2240 | -23,0900 | |
| 461 | F | -45,2410 | -23,0870 | |
| 462 | F | -45,2460 | -23,0850 | |
| 463 | F | -45,2410 | -23,0860 | |
| 464 | F | -45,2430 | -23,0820 | |
| 465 | F | -45,2480 | -23,0830 | |
| 466 | F | -45,2320 | -23,0820 | |
| 467 | F | -45,1690 | -23,0510 | |
| 468 | F | -45,1550 | -23,0420 | |
| 469 | F | -45,1420 | -23,0400 | |
| 470 | F | -45,1430 | -23,0460 | |
| 471 | F | -45,1400 | -23,0330 | |
| 472 | F | -45,1340 | -23,0360 | |
| 473 | F | -45,1340 | -23,0280 | |
| 474 | F | -45,1420 | -23,0150 | |
| 475 | F | -45,1480 | -23,0170 | |
| 476 | F | -45,1490 | -23,0200 | |
| 477 | F | -45,1320 | -23,0180 | |
| 478 | F | -45,1470 | -23,0110 | |
| 479 | F | -45,1510 | -22,9970 | |
| 480 | F | -45,1530 | -22,9960 | |
| 481 | F | -45,1510 | -23,0030 | |
| 482 | F | -45,1550 | -23,0020 | |
| 483 | F | -45,1900 | -23,0010 | |
| 559 | F | -44,9160 | -23,0310 | |
| 560 | F | -44,9160 | -23,0240 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 561 | F | -44,9100 | -23,0240 | |
| 562 | F | -44,9030 | -23,0220 | |
| 563 | F | -44,8200 | -22,9740 | |
| 564 | F | -44,8190 | -22,9700 | |
| 565 | F | -44,8160 | -22,9640 | |
| 566 | F | -44,8570 | -22,8800 | |
| 567 | F | -44,8390 | -22,8570 | |
| 568 | F | -44,8430 | -22,8630 | |
| 569 | F | -44,8490 | -22,8600 | |
| 570 | F | -44,8510 | -22,8540 | |
| 571 | F | -44,8550 | -22,8520 | |
| 572 | F | -44,8500 | -22,8470 | |
| 573 | F | -44,8360 | -22,8080 | |
| 574 | F | -44,8360 | -22,8130 | |
| 575 | F | -44,8270 | -22,8140 | |
| 576 | F | -44,8420 | -22,6430 | |
| 577 | F | -44,8480 | -22,6330 | |
| 578 | F | -44,8350 | -22,6370 | |
| 579 | F | -44,8320 | -22,6150 | |
| 580 | F | -44,8290 | -22,6110 | |
| 581 | F | -44,8380 | -22,6450 | |
| 582 | F | -44,8370 | -22,6430 | |
| 583 | F | -44,8320 | -22,6380 | |
| 584 | F | -44,8290 | -22,6650 | |
| 585 | F | -44,8250 | -22,6660 | |
| 586 | F | -44,7870 | -22,6620 | |
| 587 | F | -44,7860 | -22,6590 | |
| 588 | F | -44,7220 | -22,6440 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 589 | F | -44,7240 | -22,6410 | |
| 590 | F | -44,7280 | -22,6410 | |
| 591 | F | -44,7160 | -22,6320 | |
| 592 | F | -44,7190 | -22,6400 | |
| 593 | F | -44,7180 | -22,6370 | |
| 594 | F | -44,7230 | -22,6230 | |
| 595 | F | -44,7240 | -22,6180 | |
| 596 | F | -44,7240 | -22,6150 | |
| 597 | F | -44,7280 | -22,6130 | |
| 598 | F | -44,7340 | -22,5860 | |
| 599 | F | -44,7130 | -22,5840 | |
| 600 | F | -44,7090 | -22,5810 | |
| 614 | F | -44,9160 | -23,0310 | |
| 615 | F | -44,9160 | -23,0240 | |
| 616 | F | -44,9100 | -23,0240 | |
| 617 | F | -44,9030 | -23,0220 | |
| 618 | F | -44,8200 | -22,9740 | |
| 619 | F | -44,8190 | -22,9700 | |
| 620 | F | -44,8160 | -22,9640 | |
| 656 | F | -44,6800 | -22,6440 | |
| 657 | F | -44,6780 | -22,6400 | |
| 658 | F | -44,6630 | -22,6270 | |
| 659 | F | -44,6610 | -22,6250 | |
| 660 | F | -44,6040 | -22,6400 | |
| 661 | F | -44,6000 | -22,6410 | |
| 662 | F | -44,5970 | -22,6410 | |
| 663 | F | -44,5940 | -22,6450 | |
| 664 | F | -44,5890 | -22,6430 | |
| 665 | F | -44,5860 | -22,6610 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 666 | F | -44,5880 | -22,6620 | |
| 667 | F | -44,5840 | -22,6600 | |
| 668 | F | -44,5950 | -22,6650 | |
| 669 | F | -44,5920 | -22,6680 | |
| 670 | F | -44,6000 | -22,6690 | |
| 671 | F | -44,5980 | -22,6730 | |
| 672 | F | -44,6040 | -22,6780 | |
| 673 | F | -44,6200 | -22,7200 | |
| 674 | F | -44,6220 | -22,7290 | |
| 676 | F | -44,8570 | -22,5560 | |
| 677 | F | -44,8530 | -22,5530 | |
| 678 | F | -44,8690 | -22,5330 | |
| 679 | F | -44,8320 | -22,5270 | |
| 680 | F | -44,8290 | -22,5270 | |
| 694 | F | -44,9160 | -23,0310 | |
| 695 | F | -44,9160 | -23,0240 | |
| 696 | F | -44,9100 | -23,0240 | |
| 697 | F | -44,9030 | -23,0220 | |
| 698 | F | -44,8200 | -22,9740 | |
| 699 | F | -44,8190 | -22,9700 | |
| 700 | F | -44,8160 | -22,9640 | |
| 761 | F | -45,1640 | -22,6630 | |
| 762 | F | -45,1760 | -22,6640 | |
| 763 | F | -45,1930 | -22,6550 | |
| 764 | F | -45,2000 | -22,6560 | |
| 765 | F | -45,2180 | -22,6490 | |
| 766 | F | -45,2150 | -22,6440 | |
| 767 | F | -45,2180 | -22,6580 | |
| 768 | F | -45,2270 | -22,6520 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----|-------------|----------|----------|----------------|
| 769 | F | -45,2280 | -22,6510 | |
| 770 | F | -45,2260 | -22,6530 | |
| 771 | F | -45,2280 | -22,6530 | |
| 772 | F | -45,2190 | -22,6610 | |
| 773 | F | -45,2010 | -22,6560 | Morro_primaria |
| 774 | F | -45,1760 | -22,6710 | |
| 775 | F | -45,1830 | -22,6760 | |
| 776 | F | -45,1840 | -22,6720 | |
| 777 | F | -45,1960 | -22,7170 | |
| 778 | F | -45,2520 | -22,7050 | |
| 779 | F | -45,2530 | -22,7010 | |
| 780 | F | -45,2510 | -22,6910 | |
| 781 | F | -45,2470 | -22,6910 | |
| 782 | F | -45,2450 | -22,6900 | |
| 783 | F | -45,2520 | -22,6880 | |
| 785 | F | -45,2600 | -22,6830 | |
| 786 | F | -45,2570 | -22,6800 | |
| 787 | F | -45,2630 | -22,6820 | RPPN |
| 789 | F | -45,2870 | -22,6820 | |
| 790 | F | -45,2990 | -22,6940 | |
| 791 | F | -45,2980 | -22,6980 | |
| 792 | F | -45,2910 | -22,6960 | |
| 793 | F | -45,2930 | -22,7160 | |
| 794 | F | -45,2140 | -22,7790 | |
| 795 | F | -45,2420 | -22,7880 | |
| 796 | F | -45,2450 | -22,7850 | |
| 797 | F | -45,2190 | -22,6490 | ipe |
| 798 | NF | -45,2440 | -23,0860 | |
| 799 | NF | -45,8550 | -23,3820 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 805 | NF | -45,6610 | -23,2290 | |
| 806 | NF | -45,6850 | -23,2390 | |
| 807 | NF | -45,6880 | -23,2490 | |
| 808 | NF | -45,7290 | -23,2680 | |
| 809 | NF | -45,7310 | -23,2670 | |
| 810 | NF | -45,7340 | -23,2680 | |
| 811 | NF | -45,7080 | -23,2890 | |
| 812 | NF | -45,7150 | -23,3930 | |
| 813 | NF | -45,7150 | -23,3890 | |
| 814 | NF | -45,7160 | -23,4040 | |
| 815 | NF | -45,7150 | -23,3980 | |
| 816 | NF | -45,7150 | -23,4090 | |
| 817 | NF | -45,7630 | -23,4250 | |
| 818 | NF | -45,7740 | -23,4240 | |
| 819 | NF | -45,8550 | -23,3920 | |
| 820 | NF | -44,9200 | -23,0340 | |
| 821 | NF | -44,9060 | -23,0240 | |
| 822 | NF | -44,9080 | -23,0320 | |
| 823 | NF | -44,8560 | -22,8760 | |
| 824 | NF | -44,8500 | -22,8820 | |
| 825 | NF | -44,8530 | -22,8790 | |
| 826 | NF | -44,8320 | -22,6350 | |
| 827 | NF | -44,8350 | -22,6310 | |
| 828 | NF | -44,8350 | -22,6340 | |
| 829 | NF | -44,8380 | -22,6740 | |
| 830 | NF | -44,8360 | -22,6700 | |
| 831 | NF | -44,8390 | -22,6690 | |
| 832 | NF | -44,8350 | -22,6770 | |
| 833 | NF | -44,7180 | -22,6460 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 834 | NF | -44,7260 | -22,6090 | |
| 835 | NF | -44,7270 | -22,6060 | |
| 836 | NF | -44,7270 | -22,5970 | |
| 837 | NF | -44,7260 | -22,5940 | |
| 838 | NF | -44,6910 | -22,6480 | |
| 839 | NF | -44,6950 | -22,6500 | |
| 840 | NF | -44,6880 | -22,6450 | |
| 841 | NF | -44,6190 | -22,7290 | |
| 842 | NF | -44,6230 | -22,7310 | |
| 843 | NF | -44,6250 | -22,7220 | |
| 844 | NF | -44,6250 | -22,7190 | |
| 845 | NF | -44,6180 | -22,7190 | |
| 846 | NF | -44,6270 | -22,7240 | |
| 847 | NF | -44,6180 | -22,7320 | |
| 848 | NF | -44,8350 | -22,5300 | |
| 849 | NF | -44,8320 | -22,5290 | |
| 850 | NF | -44,8260 | -22,5280 | |
| 851 | NF | -44,8260 | -22,5310 | |
| 852 | NF | -44,8280 | -22,5310 | |
| 853 | NF | -45,1940 | -22,6640 | |
| 854 | NF | -45,1940 | -22,6610 | |
| 855 | NF | -45,2490 | -22,6950 | |
| 856 | NF | -45,2520 | -22,6950 | |
| 857 | NF | -45,2490 | -22,7000 | |
| 858 | NF | -45,2550 | -22,6890 | |
| 859 | NF | -45,2550 | -22,6860 | |
| 860 | NF | -45,2590 | -22,6780 | |
| 861 | NF | -45,2990 | -22,7040 | |
| 862 | NF | -45,2540 | -22,7450 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 863 | NF | -45,2510 | -22,7470 | |
| 864 | NF | -45,2940 | -22,7300 | |
| 865 | NF | -45,2900 | -22,7290 | |
| 866 | NF | -45,2950 | -22,7240 | |
| 867 | NF | -45,2970 | -22,7340 | |
| 868 | NF | -45,2890 | -22,7230 | |
| 869 | NF | -45,2870 | -22,7180 | |
| 870 | NF | -45,2520 | -22,7740 | |
| 871 | NF | -45,2420 | -22,7760 | |
| 872 | NF | -45,2370 | -22,7760 | |
| 873 | NF | -45,2580 | -22,7730 | |
| 889 | NF | -45,6600 | -23,1490 | |
| 890 | NF | -45,6580 | -23,1370 | |
| 891 | NF | -45,5970 | -23,1020 | |
| 892 | NF | -45,5920 | -23,1020 | |
| 893 | NF | -45,5740 | -23,0970 | |
| 894 | NF | -45,5710 | -23,0920 | |
| 895 | NF | -45,4800 | -23,1660 | |
| 896 | NF | -45,4780 | -23,1690 | |
| 897 | NF | -45,4770 | -23,1750 | |
| 898 | NF | -45,4920 | -23,1890 | |
| 899 | NF | -45,4940 | -23,1830 | |
| 900 | NF | -45,4690 | -23,1810 | |
| 901 | NF | -45,4800 | -23,1860 | |
| 902 | NF | -45,4820 | -23,1930 | |
| 903 | NF | -45,4690 | -23,1860 | |
| 904 | NF | -45,4640 | -23,1860 | |
| 905 | NF | -45,3860 | -23,2070 | |
| 906 | NF | -45,3690 | -23,2040 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 907 | NF | -45,3550 | -23,2070 | |
| 908 | NF | -45,3560 | -23,2100 | |
| 909 | NF | -45,3480 | -23,2040 | |
| 911 | NF | -45,3460 | -23,2100 | |
| 912 | NF | -45,3520 | -23,2160 | |
| 913 | NF | -45,3460 | -23,2100 | |
| 914 | NF | -45,3570 | -23,2240 | |
| 915 | NF | -45,3570 | -23,2200 | |
| 916 | NF | -45,3560 | -23,2280 | |
| 917 | NF | -45,3540 | -23,2280 | |
| 918 | NF | -45,3550 | -23,2330 | |
| 919 | NF | -45,3560 | -23,2340 | |
| 920 | NF | -45,3550 | -23,2410 | |
| 921 | NF | -45,3430 | -23,2280 | |
| 923 | NF | -45,2680 | -23,1160 | |
| 924 | NF | -45,2540 | -23,1140 | |
| 925 | NF | -45,2250 | -23,0910 | |
| 926 | NF | -45,2210 | -23,0910 | |
| 927 | NF | -45,2360 | -23,0890 | |
| 928 | NF | -45,2350 | -23,0910 | |
| 929 | NF | -45,2390 | -23,0900 | |
| 930 | NF | -45,2470 | -23,0860 | |
| 931 | NF | -45,2360 | -23,0830 | |
| 932 | NF | -45,1560 | -23,0410 | |
| 933 | NF | -45,1590 | -23,0420 | |
| 934 | NF | -45,1480 | -23,0380 | |
| 935 | NF | -45,1400 | -23,0410 | |
| 936 | NF | -45,1640 | -23,0450 | |
| 937 | NF | -45,1480 | -23,0420 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 938 | NF | -45,1350 | -23,0330 | |
| 939 | NF | -45,1290 | -23,0340 | |
| 940 | NF | -45,1400 | -23,0230 | |
| 941 | NF | -45,1410 | -23,0180 | |
| 942 | NF | -45,1680 | -22,9910 | |
| 943 | NF | -45,1920 | -23,0020 | |
| 944 | NF | -45,1900 | -23,0050 | |
| 981 | NF | -45,3510 | -23,2070 | |
| 1012 | NF | -45,1680 | -22,9910 | |
| 1030 | NF | -44,9200 | -23,0340 | |
| 1031 | NF | -44,9060 | -23,0240 | |
| 1032 | NF | -44,9080 | -23,0320 | |
| 1063 | NF | -44,9200 | -23,0340 | |
| 1064 | NF | -44,9060 | -23,0240 | |
| 1065 | NF | -44,9080 | -23,0320 | |
| 1111 | NF | -44,9200 | -23,0340 | |
| 1112 | NF | -44,9060 | -23,0240 | |
| 1113 | NF | -44,9080 | -23,0320 | |
| 1153 | NF | -45,2540 | -22,7450 | |
| 1154 | NF | -45,2510 | -22,7470 | |
| 1161 | NF | -45,2520 | -22,7740 | |
| 1162 | NF | -45,2420 | -22,7760 | |
| 1163 | NF | -45,2370 | -22,7760 | |
| 1164 | NF | -45,2580 | -22,7730 | |
| 1165 | NF | -45,7610 | -23,4220 | |
| 1166 | NF | -44,8800 | -22,5840 | |
| 1167 | NF | -45,2030 | -22,7320 | |
| 1168 | NF | -45,2910 | -22,7310 | |
| 1170 | NF | -44,8800 | -22,5840 | |

continua

Tabela A.1: Continuação.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 1173 | NF | -45,6630 | -23,1440 | |
| 1174 | NF | -45,4800 | -23,1800 | |
| 1175 | NF | -45,3620 | -23,2250 | |
| 1176 | NF | -45,2620 | -23,1150 | |
| 1177 | NF | -45,2660 | -23,1140 | |
| 1178 | NF | -45,2590 | -23,1110 | |
| 1179 | NF | -45,2140 | -23,0900 | |
| 1189 | NF | -45,6530 | -23,4660 | |
| 1190 | NF | -45,5270 | -23,5630 | |
| 1191 | NF | -45,8540 | -23,3760 | |
| 1197 | NF | -45,5220 | -23,5700 | |
| 1198 | NF | -45,5090 | -23,5630 | |
| 1199 | NF | -45,6980 | -23,2730 | |
| 1200 | NF | -45,7770 | -23,4260 | |
| 1201 | NF | -45,6470 | -23,4580 | |
| 1202 | NF | -45,4780 | -23,5810 | |
| 1203 | NF | -45,4200 | -23,5290 | |
| 1204 | NF | -45,3520 | -23,4760 | |
| 1207 | NF | -45,6440 | -23,1210 | |
| 1208 | NF | -45,6440 | -23,1300 | |
| 1209 | NF | -45,5900 | -23,1080 | |
| 1210 | NF | -45,5810 | -23,0990 | |
| 1211 | NF | -45,3550 | -23,2290 | |
| 1212 | NF | -45,2430 | -23,0870 | |
| 1223 | NF | -44,8540 | -22,8700 | |
| 1230 | NF | -45,2250 | -22,7860 | |
| 1231 | NF | -45,2500 | -22,7830 | |
| 1232 | NF | -45,2550 | -22,7790 | |
| 1233 | NF | -45,6790 | -23,2260 | linha_transmissao |

continua

Tabela A.1: Conclusão.

| ID | Nome_Pontos | X | Y | Comentários |
|-----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| 1234 | NF | -45,2250 | -22,7220 | banana |
| 1235 | NF | -45,2230 | -23,0910 | cana |
| 1236 | NF | -45,1510 | -23,0410 | cana |
| 1239 | NF | -45,2170 | -22,7230 | arroz |
| 1240 | NF | -45,2130 | -22,7350 | arroz |
| 1241 | NF | -45,2220 | -22,7210 | arroz |
| 1242 | NF | -45,2060 | -22,7300 | arroz |
| 1243 | NF | -45,2250 | -22,7220 | banana |
| 1244 | NF | -45,2570 | -22,7320 | arroz |
| 1245 | NF | -45,2590 | -22,7390 | arroz |
| 1246 | NF | -45,2450 | -22,7370 | arroz |
| 1247 | NF | -45,2250 | -22,7220 | banana |
| 1248 | NF | -45,2720 | -23,1120 | |

A.2: Área das classes de cobertura florestal por município.

| Município | Área das classes de cobertura florestal (ha) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------------------------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|---------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | FRMA | | | | | | REG | | | | | | REF | | | | | |
| | 1995 | % | 2006 | % | 2018 | % | 1995 | % | 2006 | % | 2018 | % | 1995 | % | 2006 | % | 2018 | % |
| Aparecida | 2056,8 | 0,7 | 1848,4 | 0,7 | 1848,4 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 67,7 | 4,2 | 64,3 | 0,2 | 419,5 | 0,7 | 750,0 | 1,1 |
| Areias | 8211,0 | 2,9 | 7616,8 | 3,1 | 7580,4 | 3,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 657,0 | 2,3 | 1579,0 | 2,6 | 1442,2 | 2,1 |
| Caçapava | 3884,9 | 1,4 | 3210,8 | 1,3 | 3210,8 | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 5,2 | 7,9 | 73,4 | 4,6 | 1948,5 | 6,9 | 2587,7 | 4,3 | 1812,5 | 2,7 |
| Cachoeira Paulista | 2159,8 | 0,8 | 1867,1 | 0,7 | 1867,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 362,3 | 0,6 | 760,4 | 1,1 |
| Canas | 168,8 | 0,1 | 162,0 | 0,1 | 162,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 378,3 | 0,6 | 596,6 | 0,9 |
| Cruzeiro | 8910,7 | 3,2 | 8514,1 | 3,4 | 8514,0 | 3,4 | 0,0 | 0,0 | 19,0 | 28,7 | 0,0 | 0,0 | 39,1 | 0,1 | 454,4 | 0,8 | 326,0 | 0,5 |
| Cunha | 32034,4 | 11,5 | 29694,2 | 11,9 | 29694,1 | 12,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 71,2 | 4,4 | 1184,2 | 4,2 | 2536,7 | 4,2 | 3207,5 | 4,7 |
| Guaratinguetá | 18921,6 | 6,8 | 17603,2 | 7,1 | 17555,0 | 7,1 | 0,9 | 2,5 | 0,9 | 1,4 | 35,6 | 2,2 | 613,0 | 2,2 | 1588,0 | 2,6 | 4175,5 | 6,1 |
| Itatiaia | 5431,1 | 1,9 | 5321,6 | 2,1 | 5321,6 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 160,0 | 10,0 | 333,0 | 1,2 | 103,9 | 0,2 | 91,4 | 0,1 |
| Jacareí | 1076,9 | 0,4 | 961,7 | 0,4 | 961,6 | 0,4 | 1,8 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 235,1 | 0,4 | 266,9 | 0,4 |
| Jambeiro | 2952,4 | 1,1 | 2854,9 | 1,1 | 2854,9 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 13,1 | 0,8 | 1435,2 | 5,1 | 2005,6 | 3,3 | 3021,8 | 4,4 |
| Lagoinha | 4380,8 | 1,6 | 4062,5 | 1,6 | 4032,0 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,9 | 1,1 | 182,8 | 0,7 | 340,7 | 0,6 | 1033,9 | 1,5 |
| Lavrinhas | 4905,5 | 1,8 | 4806,3 | 1,9 | 4806,3 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 673,2 | 2,4 | 1132,3 | 1,9 | 631,2 | 0,9 |
| Lorena | 5301,2 | 1,9 | 4508,8 | 1,8 | 4448,5 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 294,9 | 1,1 | 1717,6 | 2,9 | 3177,1 | 4,7 |
| Monteiro Lobato | 9236,9 | 3,3 | 8848,0 | 3,5 | 8848,0 | 3,6 | 0,0 | 0,0 | 12,6 | 19,1 | 0,0 | 0,0 | 600,0 | 2,1 | 962,4 | 1,6 | 841,9 | 1,2 |
| Natividade da Serra | 35982,0 | 12,9 | 28402,5 | 11,4 | 28402,1 | 11,5 | 5,2 | 14,4 | 0,0 | 0,0 | 65,1 | 4,1 | 892,9 | 3,2 | 7084,3 | 11,8 | 7309,7 | 10,8 |
| Paraibuna | 23344,3 | 8,4 | 19814,0 | 7,9 | 19814,0 | 8,0 | 2,6 | 7,2 | 0,0 | 0,0 | 38,9 | 2,4 | 3761,5 | 13,4 | 7619,0 | 12,7 | 8373,0 | 12,3 |
| Pindamonhangaba | 19295,2 | 6,9 | 17678,3 | 7,1 | 17332,9 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 27,1 | 41,0 | 40,6 | 2,5 | 495,4 | 1,8 | 2741,1 | 4,6 | 3140,8 | 4,6 |
| Piquete | 7697,5 | 2,8 | 7478,1 | 3,0 | 7466,4 | 3,0 | 11,4 | 31,4 | 0,0 | 0,0 | 27,8 | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 454,7 | 0,8 | 230,3 | 0,3 |
| Potim | 145,2 | 0,1 | 16,4 | 0,0 | 16,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 17,8 | 1,1 | 0,4 | 0,0 | 52,7 | 0,1 | 52,0 | 0,1 |
| Queluz | 7686,6 | 2,7 | 7638,9 | 3,1 | 6210,4 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,3 | 0,2 | 1820,3 | 6,5 | 1989,9 | 3,3 | 1690,8 | 2,5 |
| Redenção da Serra | 8222,0 | 2,9 | 7164,6 | 2,9 | 7160,0 | 2,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 47,0 | 2,9 | 1664,9 | 5,9 | 3537,5 | 5,9 | 4697,2 | 6,9 |
| Resende | 9977,2 | 3,6 | 9885,3 | 4,0 | 9809,3 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 56,5 | 3,5 | 1143,9 | 4,1 | 1163,5 | 1,9 | 1135,2 | 1,7 |
| Roseira | 2859,4 | 1,0 | 2675,1 | 1,1 | 2663,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 78,8 | 4,9 | 176,9 | 0,6 | 665,6 | 1,1 | 1130,3 | 1,7 |
| Santa Branca | 4919,4 | 1,8 | 4456,3 | 1,8 | 4456,0 | 1,8 | 2,3 | 6,2 | 0,0 | 0,0 | 16,7 | 1,0 | 2876,0 | 10,2 | 2860,0 | 4,8 | 4221,5 | 6,2 |
| São José do Barreiro | 4643,3 | 1,7 | 4375,3 | 1,8 | 4375,3 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,3 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 287,4 | 0,5 | 110,1 | 0,2 |
| São José dos Campos | 1685,1 | 0,6 | 1020,3 | 0,4 | 1020,3 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 231,3 | 0,8 | 709,1 | 1,2 | 1243,0 | 1,8 |
| São Luis do Paraitinga | 20427,5 | 7,3 | 16332,9 | 6,5 | 16289,3 | 6,6 | 11,6 | 31,9 | 0,0 | 0,0 | 302,6 | 18,9 | 2774,1 | 9,9 | 7325,5 | 12,2 | 5585,0 | 8,2 |
| Silveiras | 9554,2 | 3,4 | 9412,0 | 3,8 | 9368,0 | 3,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 37,4 | 2,3 | 2019,6 | 7,2 | 2385,6 | 4,0 | 3047,3 | 4,5 |
| Taubaté | 9820,5 | 3,5 | 8454,5 | 3,4 | 7885,6 | 3,2 | 0,5 | 1,5 | 1,0 | 1,5 | 309,9 | 19,3 | 1962,6 | 7,0 | 3870,5 | 6,5 | 3191,9 | 4,7 |
| Tremembé | 3637,8 | 1,3 | 2976,8 | 1,2 | 2976,7 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 115,4 | 7,2 | 232,6 | 0,8 | 815,1 | 1,4 | 661,3 | 1,0 |
| Total | 279529,7 | 100,0 | 249661,5 | 100,0 | 246950,4 | 100,0 | 36,4 | 100,0 | 66,1 | 100,0 | 1603,4 | 100,0 | 28077,6 | 100,0 | 59964,7 | 100,0 | 67954,0 | 100,0 |

Tabela A.2: Área das principais culturas permanentes.

| Municípios | 1995 - Área (ha) | | | | | | 2006 - Área (ha) | | | | | | 2018 - Área (ha) | | | | | |
|------------------------|------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | Banana (cacho) | % | Laranja | % | Tangerina | % | Banana (cacho) | % | Laranja | % | Tangerina | % | Banana (cacho) | % | Laranja | % | Tangerina | % |
| Itatiaia | 10 | 4,48 | 4 | 0,53 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Areias | 7 | 3,14 | 4 | 0,53 | * | 0,00 | 20 | 3,92 | 10 | 3,57 | * | 0,00 | 24 | 5,07 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Caçapava | * | 0,00 | 85 | 11,36 | * | 0,00 | 10 | 1,96 | 15 | 5,36 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Cachoeira Paulista | * | 0,00 | 231 | 30,88 | 2 | 2,20 | 20 | 3,92 | 60 | 21,43 | 10 | 13,51 | 5 | 1,06 | * | 0,00 | 10 | 26,32 |
| Cruzeiro | 116 | 52,02 | 23 | 3,07 | 1 | 1,10 | 100 | 19,61 | 18 | 6,43 | 15 | 20,27 | 40 | 8,46 | 9 | 10,71 | 9 | 23,68 |
| Cunha | * | 0,00 | 31 | 4,14 | 2 | 2,20 | * | 0,00 | * | 0,00 | 1 | 1,35 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Guaratinguetá | * | 0,00 | 19 | 2,54 | 25 | 27,47 | * | 0,00 | 50 | 17,86 | 20 | 27,03 | 80 | 16,91 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Jacareí | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | 10 | 1,96 | * | 0,00 | * | 0,00 | 20 | 4,23 | * | 0,00 | 10 | 26,32 |
| Jambeiro | * | 0,00 | 5 | 0,67 | * | 0,00 | * | 0,00 | 2 | 0,71 | 4 | 5,41 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Lavrinhas | 9 | 4,04 | * | 0,00 | 2 | 2,20 | 10 | 1,96 | * | 0,00 | 2 | 2,70 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Lorena | 2 | 0,90 | 58 | 7,75 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Natividade da Serra | * | 0,00 | 8 | 1,07 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | 5 | 1,06 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Paraibuna | * | 0,00 | 31 | 4,14 | 5 | 5,49 | 50 | 9,80 | 60 | 21,43 | 5 | 6,76 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Pindamonhangaba | 35 | 15,70 | 46 | 6,15 | * | 0,00 | 100 | 19,61 | 11 | 3,93 | * | 0,00 | 118 | 24,95 | 11 | 13,10 | * | 0,00 |
| Piquete | 5 | 2,24 | 19 | 2,54 | 1 | 1,10 | 50 | 9,80 | * | 0,00 | 1 | 1,35 | 50 | 10,57 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Queluz | 3 | 1,35 | 8 | 1,07 | 1 | 1,10 | 3 | 0,59 | 6 | 2,14 | * | 0,00 | 12 | 2,54 | 6 | 7,14 | * | 0,00 |
| Redenção da Serra | 1 | 0,45 | 19 | 2,54 | * | 0,00 | 19 | 3,73 | * | 0,00 | * | 0,00 | 19 | 4,02 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Santa Branca | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | 8 | 1,57 | 11 | 3,93 | 12 | 16,22 | 15 | 3,17 | 10 | 11,90 | 5 | 13,16 |
| São José do Barreiro | 7 | 3,14 | 10 | 1,34 | 1 | 1,10 | 40 | 7,84 | 5 | 1,79 | * | 0,00 | 26 | 5,50 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| São José dos Campos | * | 0,00 | 15 | 2,01 | 4 | 4,40 | * | 0,00 | 10 | 3,57 | 4 | 5,41 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| São Luiz do Paraitinga | 6 | 2,69 | 23 | 3,07 | 1 | 1,10 | * | 0,00 | * | 0,00 | * | 0,00 | 4 | 0,85 | 30 | 35,71 | 4 | 10,53 |
| Silveiras | 10 | 4,48 | 29 | 3,88 | * | 0,00 | 13 | 2,55 | 22 | 7,86 | * | 0,00 | 10 | 2,11 | 18 | 21,43 | * | 0,00 |
| Taubaté | 7 | 3,14 | 38 | 5,08 | 28 | 30,77 | 50 | 9,80 | * | 0,00 | * | 0,00 | 30 | 6,34 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| Tremembé | 5 | 2,24 | 42 | 5,61 | 18 | 19,78 | 7 | 1,37 | * | 0,00 | * | 0,00 | 15 | 3,17 | * | 0,00 | * | 0,00 |
| TOTAL | 223 | 100 | 748 | 100 | 91 | 100 | 510 | 100 | 280 | 100 | 74 | 100 | 473 | 100 | 84 | 100 | 38 | 100 |

Tabela A.3: Valor de produção animal por tipo de produto (mil reais).

| Municípios | 1995 | | | 2006 | | | 2017 | | |
|------------------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Leite | Ovos de galinha | Mel de abelha | Leite | Ovos de galinha | Mel de abelha | Leite | Ovos de galinha | Mel de abelha |
| Aparecida | 421 | 3 | * | 292 | 5 | * | 1119 | 14 | * |
| Areias | 1222 | 8 | * | 2232 | 23 | 17 | 8185 | 18 | * |
| Canas | * | * | * | 440 | 4 | * | 1410 | 9 | 17 |
| Cruzeiro | 2063 | 16 | * | 4277 | 14 | 50 | 8984 | 9 | 15 |
| Cunha | 3915 | 7 | * | 10240 | 13 | * | 25406 | 44 | * |
| Guaratinguetá | 5800 | 166 | 6 | 12285 | 2083 | 60 | 21778 | 1041 | 32 |
| Itatiaia | 447 | 76 | 72 | 480 | 6 | 58 | 3390 | 55 | 78 |
| Jacareí | 2923 | 360 | * | 2589 | 2290 | * | 3630 | 3000 | * |
| Jambeiro | 1045 | 13 | 149 | 1640 | 108 | 36 | 2459 | 9 | 11 |
| Lagoinha | 2172 | 9 | * | 4767 | 8 | 97 | 10753 | 209 | 8 |
| Lavrinhas | 1075 | 3 | * | 2808 | 12 | * | 5145 | 18 | 23 |
| Lorena | 5296 | 5 | 54 | 8680 | 18 | * | 13195 | 48 | 63 |
| Monteiro Lobato | 723 | 8 | * | 1902 | 38 | 25 | 1018 | 76 | 11 |
| Natividade da Serra | 668 | 16 | * | 1475 | 34 | 75 | 5071 | 668 | 20 |
| Paraibuna | 1633 | 16 | * | 6166 | 62 | * | 8057 | 128 | * |
| Pindamonhangaba | 5754 | 834 | 108 | 5328 | 5882 | * | 25702 | 10607 | 67 |
| Piquete | 567 | 6 | * | 1488 | 35 | * | 3370 | 82 | * |
| Potim | 348 | 6 | 34 | 486 | 2 | 84 | 1431 | 4 | 138 |
| Queluz | 972 | 11 | * | 3150 | 24 | 23 | 6201 | 18 | * |
| Redenção da Serra | 632 | 9 | * | 1472 | 59 | * | 7846 | 1000 | * |
| Resende | 7992 | 572 | * | 11000 | 29 | 20 | 36542 | 195 | 65 |
| Roseira | 1044 | 15 | 84 | 1818 | 3 | * | 3469 | 6 | 225 |
| Santa Branca | 1908 | * | 104 | 1017 | * | 126 | 1550 | 15 | 99 |
| São José do Barreiro | 1308 | 8 | * | 4208 | 20 | 150 | 12698 | 18 | * |
| São José dos Campos | 3673 | 13 | * | 10834 | 63 | 5 | 11966 | 307 | 30 |
| São Luiz do Paraitinga | 1771 | 17 | 11 | 4192 | 108 | 38 | 18441 | 789 | 8 |
| Silveiras | 1403 | 9 | * | 6138 | 14 | * | 11998 | 20 | * |
| Taubaté | 4096 | 18 | 108 | 9417 | 18 | * | 24512 | 244 | 82 |
| Tremembé | 771 | 18 | 3 | 1178 | 8 | 45 | 1450 | 145 | 38 |
| Total | 61221 | 2242 | 733 | 121999 | 10983 | 909 | 286776 | 18796 | 1030 |

Legenda: * = Sem-informação.

Tabela A.4: Efetivo rebanho (número de cabeças).

| Municípios | 1995 | | | | 2006 | | | | 2017 | | | |
|------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------------|---------------|--------------|---------------|--------------------|---------------|--------------|---------------|--------------------|
| | Bovino | Equino | Suíno - total | Galináceos - total | Bovino | Equino | Suíno - total | Galináceos - total | Bovino | Equino | Suíno - total | Galináceos - total |
| Aparecida | 4250 | 95 | 1130 | 770 | 1750 | 130 | 750 | 530 | 5274 | 37 | 656 | 702 |
| Areias | 7900 | 450 | 1000 | 5300 | 14300 | 618 | 315 | 3670 | 12711 | 495 | 153 | 2070 |
| Canas | ... | ... | ... | ... | 1630 | 160 | 345 | 330 | 4597 | 87 | 222 | 376 |
| Cruzeiro | 13200 | 900 | 1000 | 11500 | 14680 | 684 | 570 | 2635 | 10251 | 725 | 342 | 1170 |
| Cunha | 44000 | 1050 | 3400 | 4150 | 44000 | 2500 | 5500 | 2900 | 85433 | 5154 | 7623 | 4127 |
| Guaratinguetá | 30000 | 900 | 3750 | 70000 | 32800 | 1905 | 3000 | 91900 | 54399 | 608 | 3024 | 31631 |
| Itatiaia | 13696 | 1072 | 1147 | 246720 | 4000 | 600 | 250 | 300 | 4557 | 107 | 306 | 477 |
| Jacareí | 15000 | - | 5000 | 1980500 | 21640 | 1436 | 2200 | 56000 | 19537 | 1200 | 600 | 75000 |
| Jambeiro | 9300 | 430 | 5200 | 33400 | 8200 | 380 | 3400 | 24400 | 13529 | 190 | 26000 | 1000 |
| Lagoinha | 11650 | 550 | 1040 | 49210 | 15875 | 515 | 840 | 12106 | 20552 | 755 | 90 | 15289 |
| Lavrinhas | 6000 | 200 | 1000 | 1750 | 7900 | 280 | 775 | 1700 | 6840 | 199 | 351 | 1980 |
| Lorena | 25000 | 550 | 1100 | 2100 | 20000 | 750 | 460 | 2270 | 29078 | 692 | 793 | 2981 |
| Monteiro Lobato | 11000 | 400 | 1850 | 16700 | 6200 | 300 | 395 | 10900 | 13494 | 210 | 450 | 5900 |
| Natividade da Serra | 15700 | 680 | 1710 | 18960 | 26858 | 1078 | 898 | 32255 | 22079 | 577 | 315 | 47805 |
| Paraibuna | 23100 | 1230 | 3300 | 30300 | 23500 | 900 | 3380 | 19700 | 30096 | 766 | 1400 | 17000 |
| Pindamonhangaba | 37000 | 2500 | 3000 | 360500 | 50715 | 3900 | 2248 | 220000 | 55500 | 2560 | 550 | 233679 |
| Piquete | 8000 | 300 | 500 | 1900 | 3800 | 330 | 260 | 2680 | 7994 | 184 | 364 | 3263 |
| Potim | 2500 | 100 | 100 | 4000 | 3850 | 60 | 72 | 630 | 4132 | 19 | 104 | 668 |
| Queluz | 7300 | 200 | 1000 | 141370 | 10200 | 245 | 530 | 4500 | 7101 | 259 | 440 | 1980 |
| Redenção da Serra | 11460 | 203 | 1370 | 12670 | 13122 | 572 | 795 | 17343 | 13865 | 550 | 459 | 63428 |
| Resende | 53572 | 979 | 7991 | 247771 | 32000 | 2500 | 2650 | 15600 | 53918 | 1577 | 2350 | 2423 |
| Roseira | 6000 | 250 | 1800 | 4400 | 4900 | 310 | 520 | 200 | 6648 | 70 | 487 | 340 |
| Santa Branca | 12000 | 1500 | 120 | - | 13237 | 673 | 250 | - | 10562 | 700 | 200 | 1000 |
| São José do Barreiro | 12500 | 1100 | 500 | 6500 | 14200 | 800 | 850 | 3210 | 12670 | 666 | 324 | 2500 |
| São José dos Campos | 32600 | 1630 | 4410 | 733000 | 38000 | 1300 | 2330 | 63700 | 59031 | 1130 | 3200 | 44000 |
| São Luiz do Paraitinga | 18976 | 920 | 2060 | 17434 | 34946 | 1878 | 679 | 17550 | 39300 | 1435 | 578 | 48286 |
| Silveiras | 10400 | 480 | 1800 | 7200 | 15700 | 750 | 830 | 3500 | 13401 | 783 | 783 | 2790 |
| Taubaté | 27430 | 1130 | 2600 | 273758 | 43983 | 1898 | 722 | 19531 | 39025 | 1600 | 359 | 14655 |
| Tremembé | 7135 | 284 | 530 | 43358 | 8975 | 596 | 288 | 8016 | 7830 | 388 | 78 | 8448 |
| Total | 476669 | 19799 | 58878 | 4281863 | 530961 | 28048 | 36102 | 638056 | 663404 | 23723 | 52601 | 634968 |

Tabela A.5: Valor adicionado bruto – serviços (mil reais).

| Municípios | valor adicionado bruto - serviços 2002(mil reais) | valor adicionado bruto - serviços 2006(mil reais) | valor adicionado bruto - serviços 2009(mil reais) | valor adicionado bruto - serviços 2012(mil reais) | valor adicionado bruto - serviços 2016(mil reais) |
|------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Resende | 518591,1 | 793321,1 | 1365068,3 | 2266130,0 | 2742710,2 |
| Aparecida | 138669,8 | 207978,0 | 296796,6 | 444534,5 | 758103,4 |
| Areias | 3710,7 | 4801,9 | 5233,9 | 7654,4 | 10912,6 |
| Caçapava | 368040,4 | 591632,4 | 832835,4 | 1086424,3 | 1421037,9 |
| Cachoeira Paulista | 67874,7 | 124089,4 | 166301,2 | 235906,8 | 342030,5 |
| Canas | 5321,5 | 8545,3 | 10209,4 | 31159,5 | 68237,8 |
| Cruzeiro | 239888,4 | 364406,5 | 474695,4 | 699076,4 | 973438,0 |
| Cunha | 19027,3 | 28700,2 | 37448,1 | 55363,2 | 95148,3 |
| Guaratinguetá | 447398,7 | 675135,2 | 1009097,1 | 1506225,5 | 2110651,3 |
| Itatiaia | 253511,4 | 357333,0 | 526887,4 | 1198923,7 | 1757201,7 |
| Jacareí | 888861,9 | 1312404,9 | 1749627,1 | 2560810,2 | 4018833,1 |
| Jambeiro | 16372,4 | 23642,0 | 32953,7 | 53734,6 | 71686,0 |
| Lagoinha | 6304,9 | 8675,7 | 14194,9 | 15259,7 | 24077,5 |
| Lavrinhas | 10136,5 | 18145,3 | 20748,5 | 27909,8 | 38061,6 |
| Lorena | 271073,6 | 441445,0 | 513361,0 | 728892,2 | 1177507,3 |
| Monteiro Lobato | 8213,6 | 12052,3 | 15125,2 | 19608,8 | 28128,0 |
| Natividade da Serra | 6213,1 | 9992,2 | 13715,6 | 16972,5 | 23475,5 |
| Paraibuna | 35578,7 | 46231,8 | 68529,0 | 81447,6 | 112444,7 |
| Pindamonhangaba | 596268,7 | 903250,9 | 1230890,3 | 1763027,2 | 2630587,1 |
| Piquete | 20398,0 | 26100,8 | 35400,1 | 50724,2 | 75311,8 |
| Potim | 14596,8 | 22696,1 | 33941,9 | 53747,9 | 77401,6 |
| Queluz | 20708,0 | 30594,1 | 41596,8 | 82167,4 | 137718,6 |
| Redenção da Serra | 4651,8 | 8704,6 | 11769,9 | 12670,9 | 18884,6 |
| Roseira | 23875,9 | 39348,1 | 53292,1 | 86492,7 | 115715,1 |
| Santa Branca | 32600,1 | 48494,1 | 54219,8 | 67046,7 | 98496,1 |
| São José do Barreiro | 5005,6 | 7056,7 | 8809,7 | 11333,4 | 16220,7 |
| São José dos Campos | 4539225,4 | 6555758,1 | 8877585,6 | 12293118,9 | 16557437,8 |
| São Luís do Paraitinga | 14882,3 | 24638,3 | 29389,6 | 46364,3 | 69137,4 |
| Silveiras | 6367,8 | 9210,0 | 9054,7 | 13391,7 | 21622,4 |
| Taubaté | 1440310,4 | 2129903,0 | 3439654,6 | 4742665,8 | 6032111,6 |
| Tremembé | 81724,9 | 103580,5 | 135564,8 | 217329,2 | 317083,3 |

Tabela A.6: Valor adicionado bruto – indústrias (mil reais).

| Municípios | valor adicionado bruto - indústria 2002(mil reais) | valor adicionado bruto - indústria 2006(mil reais) | valor adicionado bruto - indústria 2009(mil reais) | valor adicionado bruto - indústria 2012(mil reais) | valor adicionado bruto - indústria 2016(mil reais) |
|------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Resende | 446714,0 | 1019908,0 | 1316293,7 | 2476359,7 | 1041403,5 |
| Aparecida | 20009,0 | 30150,4 | 51216,9 | 63317,5 | 155046,6 |
| Areias | 741,6 | 917,3 | 526,4 | 701,3 | 1035,5 |
| Caçapava | 492289,1 | 881501,8 | 1171857,0 | 1445890,3 | 1253762,2 |
| Cachoeira Paulista | 23194,6 | 20167,4 | 60070,0 | 51123,5 | 55544,5 |
| Canas | 2436,2 | 1842,5 | 2969,8 | 31690,1 | 39870,5 |
| Cruzeiro | 191864,1 | 359358,7 | 343683,1 | 431271,8 | 470451,1 |
| Cunha | 3531,7 | 7017,7 | 3424,4 | 5878,3 | 8246,0 |
| Guaratinguetá | 368834,8 | 586595,6 | 870461,5 | 993492,7 | 986267,4 |
| Itatiaia | 159359,0 | 266730,4 | 251734,5 | 408162,6 | 660565,1 |
| Jacareí | 1364432,4 | 2081666,2 | 2587305,4 | 2991809,3 | 3304332,3 |
| Jambeiro | 45875,1 | 58798,9 | 80086,2 | 125159,4 | 117603,8 |
| Lagoinha | 2176,1 | 2363,5 | 3837,1 | 2182,7 | 3302,9 |
| Lavrinhas | 8499,0 | 17089,6 | 22383,3 | 28791,3 | 21439,3 |
| Lorena | 196646,3 | 381671,5 | 391959,6 | 425604,3 | 628430,2 |
| Monteiro Lobato | 1059,1 | 4868,2 | 4661,9 | 4464,3 | 3963,1 |
| Natividade da Serra | 1093,7 | 2111,5 | 3787,7 | 2519,8 | 3812,6 |
| Paraibuna | 16195,3 | 28393,5 | 26578,6 | 48916,8 | 36745,7 |
| Pindamonhangaba | 567054,0 | 1082227,0 | 1340786,3 | 1919960,0 | 2368162,7 |
| Piquete | 3104,9 | 2321,6 | 5596,0 | 13532,6 | 17372,0 |
| Potim | 5566,2 | 13735,2 | 19438,3 | 21490,1 | 16946,7 |
| Queluz | 3340,8 | 3735,8 | 5682,8 | 15049,7 | 23837,8 |
| Redenção da Serra | 1028,2 | 1615,8 | 6410,8 | 2734,3 | 3875,6 |
| Roseira | 18829,5 | 29715,8 | 53121,0 | 53505,1 | 81397,9 |
| Santa Branca | 41964,7 | 95454,1 | 79074,8 | 71173,4 | 76756,7 |
| São José do Barreiro | 721,0 | 1711,8 | 2549,9 | 1422,1 | 1965,5 |
| São José dos Campos | 5894792,3 | 8428422,7 | 10864656,6 | 7790492,1 | 13165282,7 |
| São Luís do Paraitinga | 2882,5 | 4612,5 | 7729,4 | 8531,0 | 8088,6 |
| Silveiras | 2554,2 | 1324,7 | 1384,3 | 2626,9 | 2815,4 |
| Taubaté | 1483728,2 | 2903360,8 | 5132020,7 | 5352455,3 | 4469812,6 |
| Tremembé | 39938,2 | 54853,9 | 92547,5 | 125976,9 | 106210,4 |

Tabela A.7: Valor adicionado bruto – agropecuária (mil reais).

| Municípios | valor adicionado bruto - agropecuaria 2002(mil reais) | valor adicionado bruto - agropecuaria 2006(mil reais) | valor adicionado bruto - agropecuaria 2009(mil reais) | valor adicionado bruto - agropecuaria 2012(mil reais) | valor adicionado bruto - agropecuaria 2016(mil reais) |
|------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Resende | 9455,4 | 19496,8 | 28666,6 | 23500,5 | 41999,2 |
| Aparecida | 555,5 | 736,0 | 930,8 | 1227,2 | 1862,6 |
| Areias | 5791,4 | 5581,2 | 7178,9 | 6001,6 | 6323,0 |
| Caçapava | 6895,0 | 13332,3 | 8275,3 | 7833,6 | 17670,3 |
| Cachoeira Paulista | 4252,8 | 7523,8 | 8160,7 | 8021,8 | 15810,1 |
| Canas | 457,7 | 628,1 | 1027,0 | 2207,0 | 5053,5 |
| Cruzeiro | 4006,0 | 5113,5 | 5197,8 | 5146,0 | 8133,9 |
| Cunha | 10085,6 | 12562,1 | 17175,0 | 18297,0 | 27417,4 |
| Guaratinguetá | 14779,8 | 15795,7 | 19903,0 | 26349,5 | 32543,5 |
| Itatiaia | 1593,6 | 1625,2 | 1971,3 | 3003,8 | 5054,5 |
| Jacareí | 18794,2 | 13948,7 | 23198,9 | 16568,1 | 29036,6 |
| Jambeiro | 1782,0 | 5545,7 | 5103,0 | 6580,0 | 4992,2 |
| Lagoinha | 5131,8 | 4133,6 | 7007,7 | 5570,5 | 8190,4 |
| Lavrinhas | 2055,7 | 4155,5 | 2847,1 | 3279,8 | 4883,2 |
| Lorena | 5471,3 | 6324,6 | 8336,1 | 12749,9 | 11408,8 |
| Monteiro Lobato | 1455,3 | 2869,6 | 2399,0 | 2478,9 | 4666,4 |
| Natividade da Serra | 4264,0 | 8386,1 | 6621,2 | 5921,5 | 8246,5 |
| Paraibuna | 5710,9 | 14276,4 | 9347,3 | 7321,8 | 10963,1 |
| Pindamonhangaba | 19517,8 | 19684,9 | 22681,9 | 19984,1 | 28672,6 |
| Piquete | 1389,4 | 1826,6 | 2275,9 | 3054,7 | 3237,0 |
| Potim | 486,6 | 770,2 | 1085,1 | 1041,3 | 1685,7 |
| Queluz | 2649,4 | 3045,6 | 3222,2 | 6259,8 | 4245,9 |
| Redenção da Serra | 4322,5 | 4769,5 | 8052,0 | 4644,4 | 11431,4 |
| Roseira | 883,4 | 2485,1 | 2595,4 | 2967,2 | 4555,1 |
| Santa Branca | 17863,3 | 14123,5 | 10500,2 | 7058,7 | 4286,8 |
| São José do Barreiro | 2577,7 | 4118,5 | 4206,5 | 6146,3 | 7864,0 |
| São José dos Campos | 7359,7 | 14371,0 | 18169,0 | 16120,6 | 17142,0 |
| São Luís do Paraitinga | 13357,4 | 13110,4 | 12786,7 | 9389,1 | 16653,6 |
| Silveiras | 4701,2 | 7302,0 | 9673,4 | 6544,6 | 7805,7 |
| Taubaté | 29338,8 | 14037,6 | 22723,5 | 19200,9 | 22968,1 |
| Tremembé | 5002,2 | 3449,4 | 3472,7 | 8341,4 | 7542,2 |