UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Economia

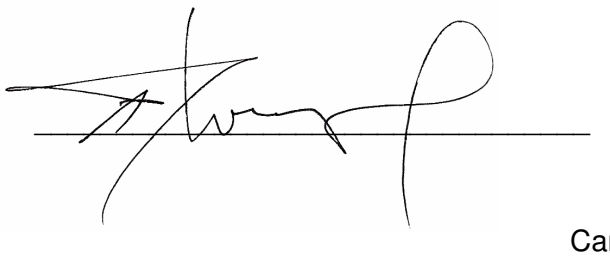
Impacto Econômico da Reserva Legal Florestal Sobre Diferentes Tipos de Unidades de Produção Agropecuária

Maria do Carmo Ramos Fasiaben

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Economia da UNICAMP para obtenção do título de **Doutor em Desenvolvimento Econômico,** área de concentração: Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, sob a orientação do **Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro**

*Este exemplar corresponde ao original da tese defendida por **Maria do Carmo Ramos Fasiaben,** em **25/02/2010** e orientada pelo **Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro.***

CPG, 25/02/2010.



Campinas, 2010

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca do Instituto de Economia/UNICAMP

Fasiaben, Maria do Carmo Ramos.

F263i Impacto econômico da reserva legal florestal sobre diferentes tipos de unidades de produção agropecuária / Maria do Carmo Ramos Fasiaben. – Campinas, SP: [s.n.], 2010.

Orientador : Ademar Ribeiro Romeiro.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia.

1. Reserva legal florestal. 2. Florestas – Legislação. 3. Floresta – Restauração. 4. Avaliação Econômica. 5. Tipologia de produtores. I. Romeiro, Ademar Ribeiro. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. III. Título.

10-026-BIE

Título em Inglês: Economic impacts of restoration and maintenance of legal forest reserves on different farm types
Keywords: Legal forest reserve; Forest law and legislation; Forest land restoration; Farm's typology; Economic Evaluation.
Área de concentração: Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente
Titulação: Doutor em Desenvolvimento Econômico
Banca examinadora: Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro
Prof. Dr. Alexandre Gori Maia
Prof. Dr. Fernando Curi Peres
Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues
Prof. Dr. Jener Fernando Leite de Moraes
Data da defesa: 25-02-2010
Programa de Pós-Graduação: Desenvolvimento Econômico

Tese de Doutorado

Aluna: **MARIA DO CARMO RAMOS FASIABEN**

Impacto Econômico da Reserva Legal Florestal sobre diferentes tipos de Unidades de Produção Agropecuária

Defendida em 25 / 02 / 2010

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro
Instituto de Economia / UNICAMP

Prof. Dr. Alexandre Gori Maia
Instituto de Economia / UNICAMP

Prof. Dr. Fernando Curi Peres
ESALQ/USP

Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues
ESALQ/USP

Prof. Dr. Jener Fernando Leite de Moraes
Instituto Agronômico de Campinas - IAC

Dedico
aos meus pais João e Trindad, meus eternos guias;
à minha filha Ana Elisa, minha fonte de luz;
aos meus irmãos Francisco e Manoel, meus grandes amigos.

AGRADECIMENTOS

Foi muita gente que ajudou, e muito, nesta tese.

Agradeço à Embrapa, pela oportunidade de crescimento profissional ao investir no meu doutorado.

Ao Prof. Ademar Romeiro, meu orientador, agradeço pela disponibilidade e amabilidade. Não houve um momento sequer em que não o encontrasse disposto a ajudar, sempre gentil e de bem com a vida. As conversas com ele sempre foram muito enriquecedoras e seus conselhos, sempre muito precisos. Reconheço nele, sobretudo, amizade e respeito profissional.

Ao Prof. Fernando Curi Peres, conselheiro permanente nos assuntos de modelagem, agradeço pela paciência e amabilidade com que sempre acolheu minhas dúvidas, que não foram poucas. Ele tem uma grande capacidade de enxergar, e sintetizar matematicamente, a complexidade dos sistemas de produção agrícolas.

Ao Prof. Alexandre Gori, o Gori, agradeço pela inestimável ajuda em todas as análises estatísticas e por conseguir a proeza de tornar simples o que aparenta ser ininteligível. Esteve presente sempre que precisei de sua ajuda, e foi uma pessoa que muito me incentivou em todo o percurso.

Ao Prof. Ricardo Rodrigues agradeço por ajudar a construir a idéia que norteou este trabalho. Grande entusiasta e profundo conhecedor do tema da restauração florestal, abriu gentilmente os dados dos trabalhos de sua equipe.

Ao Prof. Jener de Moraes, pelo apoio nos estudos que envolveram o geoprocessamento e pelos conselhos metodológicos ao longo do trabalho. A sua disposição e ajuda permitiram realizar os mapeamentos, que foram essenciais neste trabalho.

Aos professores da Esalq/USP Carlos José Caetano Bacha, Fernando Seixas e Hilton Thadeu Z. do Couto pela elucidação de dúvidas na área da economia e produção florestal.

A Vera Lúcia Francisco (IEA), Francisco E. Bernal Simões (CATI) e Antonio Torres (CATI) sou muito grata pela disponibilização dos dados do LUPA.

Aos senhores Antônio Egídio Crestana (Sindicato Rural de Campinas), José Luiz Amoedo (Sindicato Rural de Moji Mirim) e Manoel Carlos Gonçalves (Sindicato Rural de Espírito Santo do Pinhal) pelos primeiros contatos que deram o pontapé inicial para o desenrolar dos trabalhos de campo.

Aos agrônomos José Luiz Bonatti (CATI), Roberto Ribeiro Machado (CATI), João Batista Vivarelli (CATI) e a todos os profissionais que contribuíram na validação da tipologia das unidades de produção agropecuária da Microbacia do Oriçanga.

Ao José Roberto de Campos, o Beto (Casa da Agricultura de Mogi Guaçu), Luiz Gonzaga de Paula (Sindicato Rural de Mogi Guaçu), Roberto Kazuo Yamakado (Corn Products), Oscar Sarcinelli, Camilo Fortunato e José Eduardo Camargo, pela fundamental participação na organização dos painéis técnicos com os produtores da região. Graças a eles foi possível reunir mais de 50 produtores, que gentilmente compareceram para caracterizar os sistemas de produção da microbacia.

A todos os produtores e técnicos que compareceram aos painéis, pela generosa participação e inestimável colaboração ao trabalho. Sem seus conhecimentos este trabalho não teria sido possível.

Ao João Paulo de Carvalho, Leandro Tambosi e Roberto Borghi, pela grande ajuda nas várias etapas de tratamento dos dados. Ao Júnior, pela formatação da tese. À Maria Goretti, pelo apoio nas revisões finais.

Aos colegas Arthur Antonio Ghilardi (Centro de Citricultura Sylvio Moreira), Oswaldo Poffo Ferreira (IPT), Márcio Nahuz (IPT), Homero Rochelle (Banco do Brasil), e aos colegas da Embrapa Artur Chinelatto, Carlos Estevão Leite Cardoso, Fernando Paim,

Eduardo Simões Corrêa, Marcela Vinholis, Pedro Franklin Barbosa, João Carlos Garcia e Derli Dossa, pelas informações técnicas e verificação dos dados.

Ao Guilherme Gurian Castanho, Fernanda Massaro, Carolina Zonete e Eduardo Romeiro Z. Trapé pelo repasse de dados referentes à produção, exploração e comercialização de espécies florestais nativas.

Aos amigos do doutorado, pelo ambiente de descontração e camaradagem, em especial a Andréia, Daniel, Divina, Júnior, Manga e Sérgio.

Um agradecimento especial ao Daniel, por toda a ajuda nestes quatro anos, e pela constante troca de experiências, alegrias e aflições, o que fortaleceu muito nossa amizade.

Agradeço a todos os professores do curso de Doutorado em Desenvolvimento Econômico do Instituto de Economia da Unicamp e aos funcionários, sempre dispostos a nos socorrer nos apuros: Alberto, Cida, Tiana, Fátima, Alex, Marinete, Regina, Régis, Lourdes, Tânia e Tanabe.

À Júnia Alencar, minha conselheira acadêmica, Hércules Prado, Ruth Gomes, Eliane Gomes, Joaquim Lima e a todos os colegas da SGE, obrigada pelo constante incentivo.

Ao meu irmão Manoel, agradeço pelo suporte, e por me ajudar a manter a casa em ordem.
À minha filhinha Ana Elisa, pelo amor e por toda a louça lavada.

"Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo,
qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim".
Chico Xavier

SUMÁRIO

LISTA DE ANEXOS……..……...……xvii
LISTA DE TABELAS xix
LISTA DE QUADROS..... xxiii
LISTA DE FIGURAS..... xxv
LISTA DE GRÁFICOS xxvii
LISTA DE SIGLAS xxix
RESUMO..... xxxiii
ABSTRACT xxxv
INTRODUÇÃO 1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 9
1.1 INTRODUÇÃO..... 9
1.2 A POLÊMICA DA RESERVA LEGAL NO BRASIL..... 10
1.2.1 Legislação Brasileira sobre Reserva Legal 10
1.2.2 Legislação Paulista sobre Reserva Legal 20
1.2.3 Cumprimento da Reserva Legal 26
1.2.4 Impactos da Reserva Legal..... 29
1.2.5 Restauração Florestal em Áreas de Reserva Legal com Exploração de Madeira ... 33
1.3 RESERVA LEGAL NA ÓTICA DA ECONOMIA ECOLÓGICA 36
1.4 POLÍTICA AMBIENTAL E SEUS INSTRUMENTOS 44
1.5 POLÍTICA AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA: ALGUNS EXEMPLOS..... 52
1.5.1 O Caso Chinês 52
1.5.2 O Caso Australiano..... 54
1.6 CONCLUSÃO..... 56
CAPÍTULO 2: TIPOLOGIA DE UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA 57
2.1 INTRODUÇÃO..... 57
2.2 DIAGNÓSTICO REGIONAL E TIPIFICAÇÃO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA..... 58
2.3 MATERIAL E MÉTODOS..... 60
2.3.1 Descrição da Área de Estudo..... 60
2.3.1.1 Localização e Indicadores Socioeconômicos 60
2.3.1.2 Evolução do Uso dos Solos 64

2.3.2 Classificação da Capacidade de Uso das Terras 65
2.3.2.1 Classificação da Capacidade de Uso das Terras da Microbacia do Rio Oriçanga 65
2.3.2.2 Classificação da Capacidade de Uso das Terras para os Distintos Tipos de Unidades de Produção Agropecuária 70
2.3.3 Estimativa das Áreas de Vegetação Natural..... 70
2.3.3.1 Áreas de Vegetação Natural Declaradas Pelos Produtores 70
2.3.3.2 Áreas de Vegetação Natural Obtidas Através de Mapeamento 71
2.3.3.3 Comparação Entre os Resultados do Mapeamento e as Declarações dos Produtores..... 72
2.3.4 Tipificação das Unidades de Produção Agropecuária..... 74
2.3.4.1 Análise Fatorial 74
2.3.4.2 Análise de *Cluster* 76
2.3.4.3 Base de Dados 78
2.3.5 Variáveis Empregadas na Tipificação..... 80
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 82
2.4.1 Análise Fatorial 82
2.4.2 Análise de *Cluster* 84
2.4.3 Descrição dos Tipos de Unidade de Produção Agropecuária após a Validação..... 88
2.5 CONCLUSÃO..... 103
CAPÍTULO 3: MODELAGEM RECURSIVA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO TÍPICOS..... 107
3.1 INTRODUÇÃO..... 107
3.2 MÉTODO DE PROGRAMAÇÃO RECURSIVA NA AGRICULTURA 108
3.2.1 Aspectos Gerais 108
3.2.2 Modelo Básico..... 112
3.2.3 Restrições de Comportamento..... 114
3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS..... 116
3.3.1 Bases de Dados..... 116
3.3.2 A Técnica de Painel como Forma de Levantamento de Dados..... 118
3.3.3 Indicadores Agropecuários Levantados nos Painéis Técnicos..... 120
3.3.3.1 Produtividade por Atividade Agropecuária..... 121
3.3.3.2 Operações Agrícolas e Coeficientes Técnicos 121
3.3.3.3 Custo da Hora-Máquina 122
3.3.3.4 Mão-de-Obra Empregada 122
3.3.3.5 Custo de Insumos 123

3.3.3.6 Custos de Financiamento de Capital de Giro 123
3.3.3.7 Renovação de Máquinas 123
3.4 INDICADORES DO DESEMPENHO ECONÔMICO DAS ATIVIDADES 123
3.4.1 Margem Bruta 123
3.4.2 Valor Presente Líquido (VPL) e Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA) 125
3.4.3 Estimativa do Valor da Árvore em Pé de Espécies Nativas 126
3.5 FORMULAÇÃO DOS MODELOS EMPÍRICOS DE PROGRAMAÇÃO RECURSIVA DAS UNIDADES TÍPICAS DE PRODUÇÃO DA MICROBACIA DO ORIÇANGA 128
3.5.1 Descrição Geral 128
3.5.2 Atividades Consideradas no Modelo 129
3.5.2.1 Atividades Comuns aos Dois Tipos de Unidades de Produção 130
3.5.2.2 Atividades Específicas para o Tipo 1 – Pequenas Unidades de Produção Pouco Tecnificadas 131
3.5.2.3 Atividades Específicas para o Tipo 4 – Unidade Produtora de Citros 132
3.5.3 Restrições Consideradas no Modelo 132
3.5.3.1 Restrições Comuns aos Dois Tipos Analisados 132
3.5.3.2 Restrições Específicas para o Tipo 1 – Pequenas Unidades de Produção Pouco Tecnificadas 134
3.5.3.3 Restrições Específicas para o Tipo 4 – Unidade Produtora de Citros 135
3.5.4 Cálculo dos Coeficientes de Flexibilidade 136
3.6 RESULTADOS 137
3.6.1 Unidade de Produção Típica do Tipo 4 – Unidade Produtora de Citros 137
3.6.1.1 Características Gerais da Unidade de Produção do Tipo 4 137
3.6.1.2 Breve Descrição das Atividades Praticadas pelo Tipo 4 139
3.6.1.3 Coeficientes de Flexibilidade 141
3.6.1.4 Variação na Rentabilidade das Atividades Agrícolas 144
3.6.1.5 Cenários para o Tipo 4 148
3.6.1.6 Confronto dos resultados dos modelos com dados disponíveis 152
3.6.2 Unidade de Produção Típica do Tipo 1 – Pequenas Unidades de Produção Pouco Tecnificadas 153
3.6.2.1 Características Gerais da Unidade de Produção do Tipo 1 153
3.6.2.2 Breve Descrição das Atividades Praticadas pelo Tipo 1 155
3.6.2.3 Coeficientes de Flexibilidade 157
3.6.2.4 Variação na Rentabilidade das Atividades Agropecuárias 160
3.6.2.5 Cenários para o Tipo 1 161

3.6.2.6 Confronto dos resultados dos modelos com dados disponíveis 164
3.7 CONCLUSÃO..... 165
CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 167
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 173

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – METODOLOGIA DE RESTAURAÇÃO PARA FINS DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO DE ÁREAS DE RESERVA LEGAL 189

ANEXO 2 – DESEMBOLSOS E MARGEM BRUTA DA ATIVIDADE CITRICULTURA (TIPO 4), MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, (2007/08) 201

ANEXO 3A – DESEMBOLSOS COM A CULTURA DO MILHO, TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, 2007/08 203

ANEXO 3B – DESEMBOLSOS COM A CULTURA DO MILHO, TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, 2007/08 205

ANEXO 4A – RECEITAS, DESEMBOLSOS, VPL E VPLA DA RESERVA LEGAL COM APROVEITAMENTO DA MADEIRA, TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, 2007/08 207

ANEXO 4B – RECEITAS, DESEMBOLSOS, VPL E VPLA DA RESERVA LEGAL COM APROVEITAMENTO DA MADEIRA, TIPO 1, MICROBACIA DO ORIÇANGA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, 2007/08 209

ANEXO 5 – INDICADORES ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO DE LEITE, TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, 2007/08 211

ANEXO 6 – MODELOS DE PROGRAMAÇÃO 213

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ÁREA, POPULAÇÃO ESTIMADA E IDHM[1] DOS MUNICÍPIOS DE ESPÍRITO SANTO DO PINHAL, ESTIVA GERBI E MOGI GUAÇU, ESTADO DE SÃO PAULO 62

TABELA 2 – VALOR ADICIONADO TOTAL, POR SETORES DE ATIVIDADE ECONÔMICA, PRODUTO INTERNO BRUTO TOTAL E *PER CAPITA* A PREÇOS CORRENTES: 2007[1] (EM MILHÕES R$) 63

TABELA 3 – VALOR ADICIONADO DO SETOR AGROPECUÁRIO [1] E PARTICIPAÇÃO NO VALOR ADICIONADO TOTAL, MUNICÍPIOS SELECIONADOS DO ESTADO DE SÃO PAULO [2]: 2007 64

TABELA 4 – VARIAÇÃO DO USO DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 65

TABELA 5 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 67

TABELA 6 – ESTATÍSTICAS PARA TESTE DE HIPÓTESES, POR TIPO DE UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 73

TABELA 7 – MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS E FATORES, COMUNALIDADES E PERCENTUAL DA VARIABILIDADE EXPLICADA 87

TABELA 8 – AGRUPAMENTOS E VALORES MÉDIOS DOS FATORES COMUNS 88

TABELA 9 – ESTIMATIVAS DE REMANESCENTES DE VEGETAÇÃO NATURAL NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, POR TIPO DE UNIDADE DE PRODUÇÃO NA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 91

TABELA 10 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS POR TIPO DE UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (EM %) 92

TABELA 11 – QUANTIDADE DE INDIVÍDUOS E VOLUME EXPLORADO DE MADEIRA NA RESERVA LEGAL SEGUNDO MODELO PROPOSTO PELO LERF, POR TEMPO DA EXPLORAÇÃO E GRUPO DE MADEIRA 141

TABELA 12 – VARIAÇÃO DO NÚMERO DE PÉS DE LARANJA, DA ÁREA PLANTADA COM MILHO E DA ÁREA COM FLORESTA NATURAL, TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA – SP (DE 1990 A 2008 PARA LARANJA E MILHO, E DE 2001 A 2006 PARA FLORESTA NATURAL) 142

TABELA 13 – VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA PARA AS CULTURAS DA LARANJA E DO MILHO, A CADA ANO AGRÍCOLA, PARA A MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 143

TABELA 14 – PREÇOS RECEBIDOS PELOS PRODUTORES DE LARANJA E MILHO (MÉDIA DO ESTADO DE SÃO PAULO) E PREÇO DA MADEIRA SERRADA NA GRANDE SÃO PAULO - MÉDIAS DO PERÍODO DE JULHO A JUNHO (VALORES REAIS DE JANEIRO DE 2008 DEFLACIONADOS PELO IGP-DI).....145

TABELA 15 – VALORES ESTIMADOS PARA TORA E LENHA EM PÉ DAS ESPÉCIES PROPOSTAS PARA MANEJO SUSTENTÁVEL, NAS UNIDADES PRODUTIVAS DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (EM R$/M³) (VALORES DE JANEIRO DE 2008 DEFLACIONADOS PELO IGP-DI) 146

TABELA 16 – GASTOS ANUAIS POR HECTARE COM AS CESTAS DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS: VALORES MÉDIOS E TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO ANUAL DOS VALORES, PARA LARANJA, MILHO E RESERVA LEGAL SOB MANEJO LERF (R$/HA/ANO – VALORES DE JANEIRO DE 2008 DEFLACIONADOS PELO IGP-DI) 147

TABELA 17 – VARIAÇÃO NAS MARGENS BRUTAS DAS ATIVIDADES DO TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (EM R$/HA)..148

TABELA 18 – ÁREAS ALOCADAS PELO MODELO PARA AS TRÊS SITUAÇÕES ESTUDADAS PARA O TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, DE 2002/03 A 2008/09 150

TABELA 19 – MARGENS BRUTAS DA UNIDADE DE PRODUÇÃO TÍPICA DO TIPO 4, EM TRÊS SITUAÇÕES SIMULADAS, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO.....151

TABELA 20 – VARIAÇÃO PERCENTUAL DA MARGEM BRUTA EM RELAÇÃO À SITUAÇÃO 1 (SISTEMA ATUAL DA UNIDADE DE PRODUÇÃO TÍPICA) PARA O TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 151

TABELA 21 – COMPARAÇÃO DAS TENDÊNCIAS DE CRESCIMENTO ANUAL OBSERVADAS NOS DADOS SECUNDÁRIOS E OBTIDAS A PARTIR DOS RESULTADOS DO MODELO PARA O TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (NÚMERO DE PÉS DE LARANJA E ÁREA PLANTADA DE MILHO). 153

TABELA 22 – COMPOSIÇÃO DO REBANHO LEITEIRO, NÚMERO DE ANIMAIS DAS DIFERENTES CATEGORIAS PARA CADA VACA E QUANTIDADE DE UNIDADES ANIMAL POR VACA, TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO.....156

TABELA 23 – VARIAÇÃO DO NÚMERO DE VACAS ORDENHADAS NA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, DE 1990 A 2007 (CABEÇAS) 158

TABELA 24 – VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA NO NÚMERO DE VACAS ORDENHADAS E NA ÁREA PLANTADA COM MILHO, A

CADA ANO AGRÍCOLA, NA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 158
TABELA 25 – PREÇOS RECEBIDOS PELOS PRODUTORES PELO LEITE E MILHO (MÉDIA DO ESTADO DE SÃO PAULO) E PREÇO DA MADEIRA SERRADA NA GRANDE SÃO PAULO - MÉDIAS DO PERÍODO DE JULHO A JUNHO (VALORES REAIS DE JANEIRO DE 2008 DEFLACIONADOS PELO IGP-DI) 160
TABELA 26 – VARIAÇÃO NAS MARGENS BRUTAS DAS ATIVIDADES DO TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (EM R$/HA) .. 161
TABELA 27 – ÁREAS E NÚMERO DE UNIDADES-VACA ALOCADAS PELO MODELO PARA AS TRÊS SITUAÇÕES ESTUDADAS PARA O TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO: 2002/03 A 2008/09 162
TABELA 28 – MARGENS BRUTAS DA UNIDADE DE PRODUÇÃO TÍPICA DO TIPO1 DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO NAS TRÊS SITUAÇÕES SIMULADAS 163
TABELA 29 – VARIAÇÃO PERCENTUAL DA MARGEM BRUTA EM RELAÇÃO À SITUAÇÃO 1 (SISTEMA ATUAL DA UNIDADE DE PRODUÇÃO TÍPICA) PARA O TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 163
TABELA 30 – COMPARAÇÃO DAS TENDÊNCIAS DE CRESCIMENTO OBSERVADAS NOS DADOS SECUNDÁRIOS E OBTIDAS A PARTIR DOS RESULTADOS DO MODELO PARA O TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (NÚMERO DE VACAS ORDENHADAS E ÁREA PLANTADA DE MILHO) 164

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS 67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS DO RIO MOGI GUAÇU E PARDO E DO RIO ORIÇANGA 61

FIGURA 2 – MUNICÍPIOS QUE FAZEM PARTE DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 62

FIGURA 3– CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 69

FIGURA 4 – LOCALIZAÇÃO DO UNIVERSO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA – SP, E DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EMPREGADAS NA TIPIFICAÇÃO: 2008 80

FIGURA 5 – LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA INTEGRANTES DOS TIPOS 1, 2, 3 E 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 97

FIGURA 6 – LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA INTEGRANTES DOS TIPOS 5, 6, 7 E 8, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 100

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – BOX-PLOT DA DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES SEGUNDO TIPO DE UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E PERCENTUAIS DE ÁREA COM APP E COBERTURA VEGETAL, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 103

GRÁFICO 2 – ILUSTRAÇÃO DA VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA ATRAVÉS DO MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS 116

GRÁFICO 3 – VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA NO NÚMERO DE PÉS DA LARANJA, PARA O ESTADO DE SÃO PAULO (EM MILHÕES DE PÉS) 143

GRÁFICO 4 – VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA NA ÁREA PLANTADA DE MILHO, PARA A MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (EM HECTARES) 144

GRÁFICO 5 – VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA NO NÚMERO DE VACAS ORDENHADAS, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO 159

LISTA DE SIGLAS

ALC – América Latina e Caribe
ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos
APP – Área de Proteção Permanente
ART – Anotação de Responsabilidade Técnica
BIOTA – Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo
C&C – Instrumento de Comando & Controle
CAR – Cadastro Ambiental Rural
CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CBERS – *China-Brazil Earth Resources Satellite*
CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CIIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
CISDERGO – *Cropping and Irrigation System Design with Reservoir and Groundwater Optimal Operation*
CNFCM – *Center for Natural Forest Conservation and Management*
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
CV – Cavalo-Vapor
DAP – Diâmetro à Altura do Peito
DCI – Diário Comércio, Indústria e Serviços
DEPRN – Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais
DLWC – *Department of Land and Water Conservation*
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESALQ – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FC – Fluxo de Caixa
FGV – Fundação Getúlio Vargas
HM – Hora-Máquina
HRC – *High Resolution Câmera*
IAC – Instituto Agronômico de Campinas
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IE – Instrumentos Econômicos
IEA – Instituto de Economia Agrícola
IGC – Instituto Geográfico e Cartográfico
IGP-DI – Índice Geral de Preços: Disponibilidade Interna
IIA – Índice de Impacto Ambiental
IN – Instrução Normativa
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IP – Índice de Paridade
IPP – Índice de Preços Pagos
IPR – Índice de Preços Recebidos
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LCB – Laboratório de Climatologia e Biogeografia
LERF – Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal
LUPA – Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MP – Medida Provisória
MPR – Modelo de Programação Recursiva
NFCP – *Natural Forest Conservation Program*
NSW – *New South Wales*
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PAM – Produção Agrícola Municipal
PIB – Produto Interno Bruto
PL – Programação Linear
PPM – Produção Pecuária Municipal
PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PSE – Pagamento por Serviços Ecossistêmicos
RL – Reserva Legal
SAA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo
SAF – Sistema Agroflorestal
SAS – *Statistical Analysis Software*
SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SEMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente

SEPP – *State Environmental Planning Policy*
SERI – *Society for Ecological Restoration International*
SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática
SLAPR – Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedades Rurais
SLOSS – *Single Large or Several Small*
UPA – Unidade de Produção Agropecuária
USP – Universidade de São Paulo
VA – Valor Adicionado
VAE – Valor Anual Equivalente
VAUE – Valor Anual Uniforme Equivalente
VBP – Valor Bruto da Produção
VPLA – Valor Presente Líquido Anualizado
VPL – Valor Presente Líquido

RESUMO

A legislação ambiental brasileira que trata da reserva legal florestal é alvo de intensa polêmica, pois põe em confronto interesses públicos e privados. Este trabalho teve por objetivo avaliar o impacto econômico da reserva legal sobre a margem bruta de diferentes tipos de unidades de produção agropecuária (UPA) da Microbacia do Rio Oriçanga – São Paulo. Para tanto, elaborou-se uma tipologia das UPAs da microbacia, mapearam-se os remanescentes de vegetação natural dos diferentes tipos e definiram-se as classes de capacidade de uso de suas terras. Foram escolhidos dois tipos para detalhamento do estudo: as pequenas unidades de baixa tecnologia e as unidades produtoras de citros. Procedeu-se à modelagem da estrutura produtiva dos dois tipos selecionados, através do método de programação recursiva, abarcando o período de 2002/2003 a 2008/2009. Os dois tipos de UPAs apresentaram déficits de reserva legal, que, para serem supridos na mesma microbacia, exigem a conversão de áreas atualmente em uso agropecuário. Confrontaram-se os sistemas atuais dessas unidades típicas aos seguintes cenários, de modo a completar a área requerida de reserva legal: i) conversão de áreas com uso agropecuário em vegetação natural, através do plantio de espécies nativas, visando o manejo sustentável para exploração de madeira; ii) conversão de áreas com uso agropecuário em vegetação nativa, através da regeneração natural e sem exploração econômica. Para a unidade típica produtora de citros, estimou-se uma redução média na margem bruta da unidade de produção de 13%, no cenário de restauração e exploração sustentável do déficit de reserva legal e de 17%, no cenário onde ela se manteve sem nenhum tipo de recuperação ou manejo. Já para a pequena unidade de baixa tecnologia, a margem bruta não sofreu alteração no primeiro cenário, e mostrou uma redução de 10% no segundo. Os resultados evidenciam a importância de políticas que permitam uma distribuição mais equitativa dos custos da conservação ambiental entre toda a sociedade, bem como a importância de ajustes locacionais das reservas legais, na busca de um melhor equilíbrio entre a conservação da biodiversidade e o custo de oportunidade das terras.

ABSTRACT

The Brazilian environmental legislation concerning the maintenance of native vegetation as a proportion of the farm's land (so-called "Legal Reserve") is a matter of intense debate. The subject brings public and private interests in confrontation. In this context, this dissertation aimed at assessing the economic impacts of the legal reserve on the gross margins (GM) of different types of farms located in the watershed of the Oriçanga River – in the state of São Paulo, Brazil. A farm's typology for the watershed was elaborated, the natural vegetation remnants were mapped and the classes of land use capacity were defined. Two farm types were selected for a detailed study: the low-technology small farms and the citrus producing farms. The productive structure of both types was modeled using recursive programming for the period between 2002/2003 and 2008/2009. The current farm systems adopted by both types were studied in two scenarios of legal reserve deficit elimination: i) native species plantations for sustainable production of timber; ii) spontaneous growth of natural vegetation, without forest restoration and economic management. In both scenarios some of the farms' productive area needed to be converted into native vegetation. The citrus producing farms suffered a 13% reduction in the average gross margin in the first scenario (sustainable timber production), and a GM reduction of 17% in the second scenario (unmanaged spontaneous growth). For the low-technology small farms, there were no losses in the first scenario, but a 10% reduction in GM in the second one. These results evidence the importance of policies aimed at a more equitable distribution of the environmental conservation costs in the society, as well as the need for locational adjustments of the legal reserves, in order to find a better equilibrium between the preservation of biodiversity and the opportunity cost of land.

INTRODUÇÃO

A cada dia cresce o reconhecimento da importância das florestas naturais para a conservação do planeta e para o bem estar das gerações futuras. Elas contribuem para o equilíbrio do clima e das águas, abrigam uma valiosa biodiversidade, além de representar alternativa socioeconômica às populações que nelas vivem e de suprir a demanda da sociedade por seus produtos, desde que manejadas de forma correta para garantir sua sustentabilidade.

O Estado brasileiro, em resposta à necessidade de conservação e reabilitação de processos ecológicos e da biodiversidade, e à relevância da proteção dos solos e preservação dos recursos hídricos, entre os reconhecidos serviços prestados pelas florestas, estabelece, por lei, a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) - onde não se admite uso antrópico -, e a recomposição, em todas as propriedades agrícolas, de áreas como Reserva Legal (RL) com espécies nativas, que representam 20% da área das propriedades rurais no caso do Estado de São Paulo. Das áreas de RL estão excluídas as APPs, ou seja, esse percentual é adicional às áreas de preservação permanentes que devem ser mantidas.

A discussão sobre a obrigatoriedade da manutenção e recomposição da reserva legal nas propriedades agrícolas privadas é tema que tem gerado intensa polêmica no país. De um lado estão os interesses de uma vasta gama de produtores rurais que, através de incentivos do próprio Estado, desmataram e tornaram o país um grande produtor agrícola. De outro, os interesses de um grupo, cada vez maior, preocupado com a sustentabilidade ambiental do país.

O que se observa, de fato, é o descumprimento da legislação, tanto em termos das APPs, e mais ainda em termos da reserva legal. Oliveira & Bacha (2003) estimaram, com base em dados do INCRA que, desde a década de 1970, menos de 10% dos imóveis rurais brasileiros vinham mantendo reserva legal, e, entre os que a mantinham, não se cumpria os limites mínimos fixados em lei.

O principal argumento que se coloca para explicar a não manutenção de áreas de RL é o de que a conservação ambiental, como conduzida no Brasil, gera encargos exclusivamente privados, enquanto os benefícios se refletem para toda a sociedade, ultrapassando mesmo os limites do país.

São fatores econômicos que condicionam o não cumprimento da legislação pelos produtores rurais. Em imóveis rurais já inseridos no processo produtivo, há uma generalizada resistência à manutenção da reserva legal e ainda mais à sua recuperação. Isto em decorrência de seus impactos na estrutura produtiva agropecuária, especialmente nas unidades da federação com uso intensivo do solo, como o Estado de São Paulo, como colocam em números Gonçalves & Castanho Filho (2006). Para estes autores, a aplicação da legislação sobre reserva legal implicaria na redução da área agropecuária paulista (lavouras, pastagens e florestas econômicas) de 18,9 milhões de hectares para 15,2 milhões de hectares. Estimam que a recomposição das áreas como reserva legal representaria uma redução da renda agropecuária bruta paulista de R$ 5,6 bilhões, ou seja, uma perda de 17,7% na renda setorial de 2005. Isto sem contar os custos da recomposição da reserva legal e o multiplicador da renda agropecuária para o conjunto da cadeia de produção da agricultura do Estado. Enfim, a razão do não cumprimento da lei se centra no impacto monetário (negativo) que a reserva legal representaria aos produtores, equivalente ao custo de oportunidade do uso da terra.

Embora esteja prevista na legislação a utilização da reserva legal sob manejo sustentável, na prática, ela é vista como área indisponível na propriedade. Existe, sim, muita desinformação a respeito da legislação entre os produtores e mesmo entre os técnicos que os assistem. Além disso, pouco se avançou em termos de propostas de manejo da reserva legal, na forma prevista por lei.

Por outro lado, frente às previsões da exaustão dos recursos florestais do Sudeste da Ásia, que suprem grande proporção do mercado mundial de madeira tropical, e da pressão da sociedade contra o manejo predatório dos recursos madeireiros da Amazônia, o manejo sustentável das florestas e a produção de madeira nativa podem se tornar

atividades econômicas interessantes. Embora a maior parte das exportações de madeira ainda se constitua de algumas espécies bastante conhecidas nos mercados internacionais, o leque de novas madeiras aumentou consideravelmente (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009). Isto sem falar do mercado nacional, que hoje absorve 64% da madeira de origem amazônica (BUAINAIN & BATALHA, 2007).

Segundo Bacha (2009), os anos 2000 presenciaram escassez de madeira no país, evidenciada pela falta de madeira para certas indústrias – como o caso da indústria moveleira em Santa Catarina e Rio Grande do Sul -; e pelo crescimento real dos preços.

O produtor brasileiro não tem respondido aos apelos do mercado. Para Bacha (2009), as razões do produtor não plantar mais árvores parecem estar ligadas ao longo tempo de retorno do capital investido e à falta de garantia dos preços a se receber no futuro. Baú (2009) destaca, entre as dificuldades para o maior desenvolvimento da silvicultura, a falta de tradição do produtor brasileiro nas atividades florestais.

A exigência da recomposição da reserva legal com espécies nativas e a possibilidade de seu manejo, poderiam, em princípio, ir a favor da demanda por madeira. Pouco se tem aprofundado, entretanto, no estudo do impacto econômico da reserva legal para os produtores brasileiros e, em particular, sobre o impacto diferenciado que a imposição desse instrumento deve ter sobre a grande diversidade de tipos de unidades de produção agropecuária que caracteriza o nosso país. Respostas a essa questão podem apoiar a formulação de políticas públicas apropriadas.

Nesta tese se estuda o impacto da reserva legal sobre a renda de dois diferentes tipos de unidades de produção - a pequena pouco tecnificada e a produtora de citros - da Microbacia do Rio Oriçanga, São Paulo.

A Microbacia do Rio Oriçanga foi escolhida para estudo por sua grande diversidade em termos de produção agropecuária e de tipos de produtores. A escolha da microbacia como unidade de análise se deve, ademais, ao fato da legislação ambiental admiti-la como a área onde prioritariamente se deve dar a compensação do *déficit* de reserva legal.

Já a eleição daqueles dois tipos de unidades de produção baseou-se no fato de que eles representam, no caso das pequenas pouco tecnificadas, um grande contingente de produtores, e, no caso das unidades típicas produtoras de citros, uma das atividades de maior relevância econômica na Microbacia do Oriçanga.

Procurou-se, nesta tese, analisar a reserva legal enquanto instrumento de política ambiental, à luz dos três pilares da Economia Ecológica: escala sustentável, distribuição justa e alocação eficiente.

Pretende-se, assim, contribuir com a discussão da política de reserva legal, em primeiro lugar, no sentido de discutir as questões da distribuição (a reserva legal impacta de forma equilibrada os diferentes tipos de unidades de produção?) e em seguida, no que representa, em temos de renda, para o proprietário alocar os seus recursos produtivos de modo a cumprir a legislação ambiental. Isto se faz no âmbito econômico-financeiro dessas unidades de produção.

Fogem do escopo deste trabalho aspectos como a pertinência dos limites impostos pela legislação para cumprimento da reserva legal, ou a questão da distribuição espacial ótima das reservas legais para cumprimento de sua função de conservar a biodiversidade ("*single large or several small*?"[1]). Embora consideradas da maior relevância para o desenho de políticas ambientais, questões como estas vão além dos objetivos aqui propostos. Os modelos estudados nesta tese se baseiam na aplicação da legislação vigente, considerando situações onde o déficit de reserva legal é suprido dentro da unidade produtiva. Sobre a escala fixada pela lei para a reserva legal, assume-se que o estabelecido seja ecologicamente consistente.

Não estão "valorados", neste estudo, os serviços ecossistêmicos prestados pela reserva legal, e em razão dos quais ela foi desenhada: a conservação e reabilitação de processos ecológicos e da biodiversidade. Tampouco foram computadas a possibilidade

[1] A expressão "*Single large or several small*" se refere à sigla SLOSS, conceito través do qual os ecologistas de paisagem discutem qual seria a melhor distribuição dos fragmentos de vegetação natural na paisagem: "um grande" ou "vários pequenos"? (METZGER, 2002).

de certificação da madeira advinda do manejo da reserva legal e a participação no mercado de carbono, mecanismos que também podem lhe agregar valor.

Ou seja, nesta tese é tratado o impacto da reserva legal sobre a renda dos agricultores, admitindo-se que essa área propicie retorno econômico a partir da produção de madeira (não certificada) - quando manejada de modo sustentável -, ou que seja mantida como área sem uso econômico na propriedade. Assume-se que proprietários de terra maximizam seus lucros ou rendas da terra. Assim, sem intervenção governamental, áreas em propriedade privada só seriam alocadas para vegetação natural se esta alternativa produzisse um valor presente líquido considerado de interesse ao proprietário.

A análise econômica da reserva legal está baseada no modelo de restauração e aproveitamento madeireiro da reserva legal, desenvolvido pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF/ESALQ/USP[2]) (RODRIGUES *et al*., 2009; PREISKORN *et al*., 2009), com algumas adaptações para adequá-lo à estrutura das unidades produtivas dos tipos analisados.

O mapeamento da capacidade de uso das terras da Microbacia do Oriçanga evidenciou que, em quase sua totalidade, elas são passíveis de uso agrícola e pecuário. Como se trata de área de agricultura consolidada, o cumprimento da reserva legal, se feito na microbacia, implica na realocação de áreas produtivas, embora o modelo de restauração da reserva legal do LERF preveja a utilização de áreas de baixa aptidão agrícola.

Considerando que o cumprimento da reserva legal se faça na microbacia, e na própria unidade produtiva, três situações foram analisadas, para as diferentes unidades de produção típicas:

1) Reprodução do sistema atualmente praticado na unidade típica, que apresenta déficit de reserva legal;

[2] Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo.

2) Manutenção das atividades do sistema atual da unidade de produção típica, porém alocando-se terra da unidade para suprir o déficit de reserva legal, onde se segue o modelo de restauração (com plantio de espécies nativas), manejo e exploração sustentável da madeira;
3) Manutenção das atividades do sistema atual da unidade de produção, alocando-se a área prevista para suprir o déficit de reserva legal na própria unidade, sem que se faça, entretanto, a sua restauração e nem se proceda ao seu manejo com fins econômicos. Prevê-se, neste caso, que se dê a regeneração natural (crescimento da vegetação espontânea) na área.

Este estudo permite comparar o impacto econômico da reserva legal (positivo ou negativo), nestas três situações, tanto no interior de cada tipo de unidade de produção, como também estabelecer comparações entre diferentes tipos.

A hipótese que norteou este trabalho é a de que a reserva legal gera impactos diferenciados aos distintos tipos de produtores, sendo os pequenos proprietários – aqueles com menor disponibilidade de terras – os mais afetados.

Além desta introdução, esta tese se divide em quatro partes. No primeiro capítulo são tratados aspectos teóricos ligados à reserva legal: faz-se um apanhado sobre a legislação brasileira e paulista que regulamentam a reserva legal florestal; analisa-se a reserva legal na ótica da economia ecológica; trata-se dos instrumentos de política ambiental e se apresentam duas experiências internacionais que se aproximam da reserva legal brasileira - o caso australiano e o caso chinês. No segundo capítulo, caracteriza-se em detalhe a área de estudo: apresenta-se uma tipologia das unidades de produção agropecuária da microbacia e se mapeia a área, para se ter uma visão do estado atual dos remanescentes florestais da região e da capacidade de uso dos solos, de modo a se permitirem inferências acerca dos déficits de vegetação natural para cumprimento da legislação. O terceiro capítulo trata do desenho das unidades de produção típicas de maior relevância na Microbacia: através da programação recursiva delineiam-se três situações (sistema atualmente praticado na unidade típica; déficit de reserva legal suprido com

manejo sustentável; e déficit de reserva legal suprido sem nenhum tipo de manejo), e se avalia o impacto de cada uma delas sobre a margem bruta das unidades de produção. Por fim, tecem-se as considerações finais.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 INTRODUÇÃO

Embora se aceite, de modo geral, que a intervenção governamental é relevante para a conservação de ecossistemas, as iniciativas de comando-e-controle de zoneamento - em que áreas são designadas para a proteção e conservação – na maioria das vezes provocam reações contrárias por parte dos proprietários e pedidos de compensação financeira (IGLIORI *et al*., 2007; SINDEN, 2003). Isto porque, conforme Panayotou (1994) citado por IGLIORI *et al*. (2007), esta solução implica uma redução "radical" de direitos de propriedade, uma vez que pode envolver redução dos retornos econômicos esperados da propriedade e, consequentemente, do seu valor de mercado. Em relação à reserva legal brasileira, tem sido bastante contestado, ainda, o limite do direito de uso da propriedade e os percentuais de 20%, 35% e 80% de área do imóvel destinada à reserva legal, segundo a região e a fisionomia vegetal.

O cerne da questão está no argumento de que a conservação ambiental, como prevista no Código Florestal brasileiro, gera encargos exclusivamente aos produtores, enquanto os benefícios se refletem para a sociedade como um todo, ultrapassando as fronteiras nacionais. A obrigação de instituir e manter a reserva grava todas as propriedades rurais privadas.

Entretanto, desde o início, o Código Florestal vem sofrendo inúmeras alterações, por meio de leis, decretos e medidas provisórias (MP). Para Joels (2002), isto demonstra a dificuldade dos legisladores em conciliar os interesses dos diversos atores envolvidos no assunto.

Estas constantes modificações têm gerado muita confusão no entendimento da legislação, e os adiamentos dos prazos para cumprimento da averbação das áreas de reserva legal lei têm sido considerados como um afrouxamento da lei.

Neste capítulo se faz uma revisão da legislação ambiental brasileira referente à reserva legal, através da leitura das principais leis, decretos e MPs que modificaram o

Código Florestal, com o intuito de entender tanto a sua evolução quanto o tratamento diferenciado que se tem dado à pequena propriedade pelo aparato legal. Também se faz uma revisão de diversos autores que tratam do tema da política ambiental e da reserva legal no Brasil, e de algumas experiências internacionais que se aproximam à brasileira.

Este capítulo se divide em quatro partes, além desta introdução. Na segunda parte são tratados temas gerais acerca da polêmica da reserva legal no Brasil: a legislação nacional e estadual sobre reserva legal e o seu cumprimento; os impactos econômicos da reserva legal em nível estadual; e a possibilidade da restauração florestal com exploração sustentável. Na terceira, analisa-se brevemente a reserva legal na ótica da Economia Ecológica. Na quarta, trata-se do tema da política ambiental e de seus instrumentos. Por fim, são descritos dois exemplos internacionais de políticas que guardam semelhanças com a reserva legal brasileira: o caso australiano e o caso chinês.

1.2 A POLÊMICA DA RESERVA LEGAL NO BRASIL

1.2.1 Legislação Brasileira sobre Reserva Legal

A inclusão da obrigação referente à destinação de áreas para reserva legal na lei fundamenta-se no princípio da função social da propriedade rural, previsto na Constituição Federal. O artigo 186 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 determina que: "A função social é cumprida quando a propriedade rural atende, simultaneamente, segundo critérios e graus de exigência estabelecidos em lei, aos seguintes requisitos: I - aproveitamento racional e adequado; II - utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente; III - observância das disposições que regulam as relações de trabalho; IV - exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores" (BRASIL, 1988). Ao reconhecer a função social da propriedade, a Constituição não nega o direito exclusivo do dono sobre ela, mas exige que o seu uso seja condicionado ao bem-estar geral (NOGUEIRA & SOUZA, 2006).

Segundo Oliveira & Bacha (2003), a reserva legal foi "oficialmente instituída" no Brasil em 1934. O Decreto nº 23.793 de 23/01/1934 (BRASIL, 1934), primeiro Código Florestal brasileiro, previa que nenhum proprietário de terras cobertas com matas nativas originais podia abater mais de 75% da vegetação existente, exceto se fossem propriedades pequenas situadas próximas de florestas ou zona urbana, ou se transformassem a vegetação florestal heterogênea em homogênea. Em princípio, a preocupação da legislação era manter uma reserva de madeira dentro da propriedade.

A atual legislação sobre reserva legal[3] é parte do Código Florestal - Lei 4.771 de 15/09/65 (BRASIL, 1965). Diferentemente do Decreto de 1934, a Lei 4.771/65 definiu limites distintos para as áreas de reserva segundo as regiões do Brasil, diferenciando-as das áreas de proteção permanente.

Oliveira & Bacha (2003) esclarecem que a versão original da Lei 4.771/65 restringia a reserva legal às áreas das propriedades cobertas com florestas, não explicitando, aí, que ela também deveria ser mantida em áreas cobertas com cerrados, campos e outras formas de vegetação natural. A versão original também definia que a exploração de toda mata nativa deveria ser autorizada por órgão florestal competente. Os autores fazem ver que, a partir do final da década de 1980, foram diversas as alterações à abrangência e à dimensão da reserva legal, alternando-se fases de aumento na rigorosidade do instrumento com outras de abrandamento de seu rigor.

A partir de 1989, com a Lei Federal n° 7.803, de 18 de junho de 1989 (BRASIL, 1989), introduziu-se o mecanismo de averbação da reserva legal na matrícula do imóvel. Acrescia-se ao Artigo 16 do Código, os parágrafos 2º e 3º: "§ 2° - A reserva legal, assim entendida a área de no mínimo, 20% (vinte por cento) de cada propriedade, onde não é permitido o corte raso, deverá ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, sendo vedada a alteração de sua destinação

[3] O termo "reserva legal" não está presente na versão original da Lei 4.771 de 15/09/65, que estabelece restrições ao uso de florestas privadas e o condiciona à aprovação da autoridade competente. A denominação de reserva legal veio a partir da Lei 7.803, de 18 de julho de 1989.

nos casos de transmissão, a qualquer título ou de desmembramento da área."[4] ; e "§ 3° - Aplica-se às áreas de cerrado a reserva legal de 20% (vinte por cento) para todos os efeitos legais." Com a Lei 7.803/89, na Região Norte e no norte da Região Centro-Oeste o limite mínimo da reserva legal era de 50% e nas áreas de cerrado, de 20%. Ou seja, a lei passou a não se restringir à cobertura florestal.

Na década de 1990 uma série de medidas provisórias alteraram a dimensão e a abrangência da reserva legal. Oliveira & Bacha (2003) chamam a atenção para o fato de que, no período de julho de 1996 a agosto de 2001 as MPs que alteraram as dimensões e a localização da reserva legal foram reeditadas 67 vezes.

Para os autores, essas mudanças promovidas pelas seguidas MPs mostram que não apenas a dimensão da reserva legal foi alterada, mas o modo mesmo como a sociedade a avalia: "A reserva legal deixou de ser uma área a ser conservada para fins de fornecimento de madeira para ser uma área que atenda também à conservação da biodiversidade e a outros interesses ecológicos" (p. 189).

Essa nova visão do instrumento está presente na Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, que define reserva legal como a "área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas" (BRASIL, 2001).

A partir de então fica explícito que a reserva legal pretende responder, em especial, ao cumprimento daquelas funções ecossistêmicas. Para isso, passou-se a exigir a recomposição, em todas as propriedades agrícolas, de áreas como reserva legal com espécies nativas, nas seguintes proporções: 80% para as áreas de Floresta na Amazônia, 35% para as áreas de Cerrado na Amazônia, e 20% para as demais regiões do Brasil

[4] O mecanismo de averbação se manteve com a redação dada pela MP nº 2.166-67/01, no artigo 16, parágrafo 8, do Código Florestal.

(Artigo 16 do Código Florestal, redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001).

Enfatize-se que das áreas de RL estão excluídas as APPs, ou seja, esse percentual é adicional às áreas de preservação permanentes que devem ser mantidas, sendo tais porcentagens calculadas sobre as áreas úteis das propriedades.

Entretanto, a Medida Provisória n° 2.166-67/01 já previa que as áreas de reserva legal e de preservação permanente fossem somadas, se ultrapassassem determinados limites. Assim, inclui no Código Florestal (Artigo 16, § 6º): "Será admitido, pelo órgão ambiental competente, o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de reserva legal, desde que não implique em conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo, e quando a soma da vegetação nativa em área de preservação permanente e reserva legal exceder a:

I - oitenta por cento da propriedade rural localizada na Amazônia Legal;
II - cinqüenta por cento da propriedade rural localizada nas demais regiões do País; e
III - vinte e cinco por cento da pequena propriedade definida pelas alíneas "b" e "c" do inciso I do § 2º do art. 1º." (BRASIL, 2001).

Cumpre dar destaque ao tratamento diferenciado dado pela legislação à pequena propriedade rural, conforme estabelecido pela Medida Provisória n° 2.166-67/01. Os seguintes pontos merecem menção:

1. O Código Florestal brasileiro entende por pequena propriedade rural ou posse rural familiar aquela que apresente as seguintes características: i) seja explorada mediante o trabalho pessoal do proprietário ou posseiro e de sua família, admitida a ajuda eventual de terceiro; ii) cuja renda bruta seja proveniente, no mínimo, em oitenta por cento, de atividade agroflorestal ou do extrativismo; iii) cuja área não supere os limites estabelecidos para as diferentes regiões do país, que

variam entre 30 e 150 ha, sendo que no caso do Estado de São Paulo tal limite se enquadra nos trinta hectares.

2. Para as pequenas propriedades, admite-se o cômputo das áreas relativas a vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de reserva legal quando a soma da vegetação nativa em área de preservação permanente e reserva legal exceder a vinte e cinco por cento da área da propriedade, tratando-se do Estado de São Paulo. Também se admite, a partir da MP 2.166-67/01 que, para cumprimento da manutenção ou compensação da área de reserva legal em pequena propriedade ou posse rural familiar, sejam computados os plantios de árvores frutíferas ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas.

3. Adicionalmente, a lei prevê que a averbação da reserva legal da pequena propriedade ou posse rural familiar seja gratuita, devendo o Poder Público prestar-lhe apoio técnico e jurídico, além de ditar que sejam simplificados os procedimentos para a comprovação da necessidade de conversão.

Com a redação dada pela MP nº 2.166-67/01, o Código Florestal impôs a todo proprietário ou possuidor de imóvel rural com área de floresta nativa, primitiva ou regenerada, a obrigação de em caso de inexistência ou de existência parcial em dimensão inferior ao mínimo legal previsto, adotar uma das seguintes alternativas, isoladas ou conjuntamente (Artigo 44 do Código Florestal):

I - recompor a reserva legal de sua propriedade mediante o plantio, a cada três anos, de, no mínimo, 1/10 da área total necessária a sua complementação, com espécies nativas, de acordo com critérios estabelecidos pelo órgão ambiental estadual competente;

II - conduzir a regeneração natural da reserva legal;

III - compensar a reserva legal por outra área equivalente em importância ecológica e extensão, desde que pertença ao mesmo ecossistema e esteja localizada na mesma microbacia, conforme critérios estabelecidos em regulamento[5].

A lei permite - na impossibilidade de compensá-la na mesma microbacia hidrográfica - a compensação fora desta, mas dentro da mesma bacia hidrográfica (nos termos do Plano de Bacia Hidrográfica) e no mesmo ecossistema, observado o critério da maior proximidade possível entre a propriedade desprovida de reserva legal e a área escolhida para compensação.

A compensação fora da propriedade, em princípio, seria uma opção para o produtor rural seguir produzindo em áreas contínuas.

A Medida Provisória nº 2.166-67 de 2001 também prevê que as alternativas de recomposição podem ser realizadas pelos produtores, de forma isolada, ou de forma conjunta, através de condomínios.

Outra lei que passou a integrar o Código Florestal (parágrafo 6, artigo 44) foi formulada em 2006, a Lei nº 11.428 - que dispõe sobre a vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Ela dá a possibilidade de desoneração definitiva (não mais por trinta anos, como previsto anteriormente) das obrigações de recomposição da reserva legal previstas na lei, mediante a doação pelo proprietário ao órgão ambiental competente, de área localizada no interior de unidade de conservação de domínio público (parque estadual, floresta estadual, estação experimental, reserva biológica ou estação ecológica), pendente de regularização fundiária. Mas aqui também se exige que a área pertença ao mesmo ecossistema e esteja localizada na mesma microbacia, conforme critérios estabelecidos em regulamento.

---

[5] Entretanto, o Art. 44-C do Código Florestal reza: "O proprietário ou possuidor que, a partir da vigência da Medida Provisória nº 1.736-31, de 14 de dezembro de 1998, suprimiu, total ou parcialmente florestas ou demais formas de vegetação nativa, situadas no interior de sua propriedade ou posse, sem as devidas autorizações exigidas por Lei, não pode fazer uso dos benefícios previstos no inciso III do art. 44." (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

Há que se ressaltar, enfim, que a lei federal não permite o corte raso da vegetação da reserva legal, mas possibilita, sim, o seu manejo de forma sustentável.

O artigo 16, parágrafo 2º do Código Florestal prevê: "A vegetação da reserva legal não pode ser suprimida, podendo apenas ser utilizada sob regime de manejo florestal sustentável, de acordo com princípios e critérios técnicos e científicos estabelecidos no regulamento[6], ressalvadas as hipóteses previstas no § 3º deste artigo, sem prejuízo das demais legislações específicas". O referido parágrafo 3º dita: " Para cumprimento da manutenção ou compensação da área de reserva legal em pequena propriedade ou posse rural familiar, podem ser computados os plantios de árvores frutíferas ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas" (BRASIL, 2001).

O Código Florestal considera, inclusive, de interesse social "as atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área" (BRASIL, 2001).

Muito recentemente, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) lançou três Instruções Normativas (IN) que tratam: i) do corte, exploração e transporte de espécies florestais plantadas (BRASIL, 2009b); ii) dos procedimentos técnicos para a utilização da vegetação da Reserva Legal sob regime de manejo florestal sustentável (BRASIL, 2009c); e iii) dos procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal instituídas pela Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 2009d).

A Instrução Normativa nº 5 do MMA, entretanto, ao invés de "pequena propriedade", utiliza o conceito de agricultor familiar e empreendedor familiar rural constante na Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006[7], que é o seguinte (BRASIL, 2009d):

---

[6] Este assunto será retomado adiante, quando se trate da legislação paulista (em especial, a Lei Estadual nº 12.927/2008).

[7] Essa lei estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.

> "Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:
> I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
> II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
> III - tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;
> IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família."

Os módulos fiscais na Microbacia do Oriçanga são os seguintes: 18 ha em Mogi Guaçu; 22 ha em Espírito Santo do Pinhal e 18 ha em Estiva Gerbi. O limite de quatro módulos fiscais suplanta, portanto, os 30 ha considerados para dimensionar o tamanho máximo da pequena propriedade no Estado de São Paulo, como previsto no Código Florestal e no Decreto Estadual nº 53.939, de 6 de janeiro de 2009.

Segundo a Instrução Normativa nº 5, a recuperação de áreas de preservação permanente e reserva legal já não depende de autorização do poder público, embora se mantenham as exigências acordadas e se estabeleçam os requisitos técnicos para o processo de recuperação. Ou seja, não se exige o projeto técnico (salvo em algumas situações, listadas a seguir), a ser aprovado por órgão ambiental competente. Entretanto, este poderá, a qualquer tempo, realizar vistoria técnica nas APPs e RL para aferir a sua eficácia. Os projetos de recuperação são exigidos nos seguintes casos: empreendimentos ou atividades submetidas a licenciamento ambiental; no cumprimento de obrigações decorrentes de decisão judicial ou de compromisso de ajustamento de conduta. Nestes casos, a recuperação de APP e RL dependerá de projeto técnico previamente aprovado pelo órgão ambiental competente.

Essa mesma Instrução Normativa estabelece que, no caso de plantio de espécies nativas conjugado com a indução e condução da regeneração natural de espécies nativas, o número de espécies e de indivíduos por hectare, plantados ou germinados, deve buscar atingir valores próximos aos da fitofisionomia local. Também se permite, nos plantios de

espécies nativas em linha, que a entrelinha seja ocupada com espécies herbáceas exóticas de adubação verde ou por cultivos anuais, no máximo até o terceiro ano da implantação do projeto de recuperação, como estratégia de manutenção da área recuperada.

Sobre os métodos a serem empregados para a recuperação de APP e RL, estes podem ser (Capítulo IV, artigo 5º):

I - condução da regeneração natural de espécies nativas;

II - plantio de espécies nativas (mudas, sementes, estacas); e

III - plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas.

No caso de condução da regeneração natural, nas áreas destinadas a APP e RL devem se adotar medidas de controle da erosão, de prevenção e combate de incêndios, de erradicação de espécies vegetais invasoras, de prevenção de acesso de animais domésticos e de conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes. Elas devem ser cercadas sempre quando necessário.

Quando se opte pela recuperação de APP e RL mediante plantio de espécies nativas ou conjugando-se o plantio com a condução da regeneração natural de espécies nativas, os seguintes requisitos devem ser observados: i) manutenção dos indivíduos das espécies nativas, via controle de plantas daninhas, de formigas e adubação quando necessário; ii) adoção de medidas de prevenção e controle de incêndio; iii) controle e erradicação de espécies exóticas invasoras; iv) isolamento e cercamento sempre que necessários; v) controle da erosão; vi) prevenção e controle do acesso de animais domésticos; vii) adoção de medidas para conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes; viii) plantio de espécies nativas buscando compatibilidade com a fitofisionomia local e cuja distribuição busque acelerar a cobertura vegetal da área a ser recuperada.

Também se permite o plantio de adubos verdes e cultivos anuais nas entrelinhas até o terceiro ano da implantação. No caso da recuperação da área de reserva legal na propriedade ou posse do agricultor familiar, do empreendedor familiar rural ou dos povos e comunidades tradicionais poderão ser utilizadas espécies de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas.

Na Instrução Normativa nº 5 explicitam-se, com detenção, os procedimentos a serem seguidos, no caso da utilização de sistemas agroflorestais como indutores da recuperação de APPs em propriedade ou posse do agricultor familiar, do empreendedor familiar rural ou dos povos e comunidades tradicionais. Entretanto, não se explicita se tal detalhamento também vale para a reserva legal. No caso das APPs, deve-se: i) controlar a erosão; ii) recompor e manter a fisionomia vegetal nativa, mantendo permanentemente a cobertura do solo; iii) estabelecer, no mínimo, quinhentos indivíduos por hectare de, pelo menos, quinze espécies perenes nativas da fitofisionomia local; iv) limitar o uso de insumos agroquímicos, priorizando o emprego de adubação verde; v) restringir o uso da área para pastejo de animais domésticos; vi) garantir a manutenção da função ambiental da APP, quando da utilização de espécies agrícolas de cultivos anuais; vii) consorciar espécies perenes, nativas ou exóticas não invasoras, destinadas a produção e coleta de produtos não madeireiros, como por exemplo, fibras, folhas, frutos ou sementes; e viii) manter as mudas estabelecidas, plantadas e/ou germinadas, mediante coroamento, controle de fatores de perturbação como espécies competidoras, insetos, fogo ou outros e cercamento ou isolamento da área, quando necessário e tecnicamente justificado.

A mais recente disposição legal, o Decreto nº 7.029, de 10 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2009a), institui o Programa Federal de Apoio à Regularização Ambiental de Imóveis Rurais, denominado "Programa Mais Ambiente". Através dele se estende o prazo para regularização ambiental dos imóveis por até 18 meses[8], devendo para tanto o

[8] O prazo para averbação da reserva legal, que já havia sido prorrogado, venceria em 11 de dezembro de 2009.

proprietário ou possuidor de imóvel rural firmar um termo de adesão e compromisso junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) ou outro órgão vinculado ao Programa. Um de seus instrumentos é o Cadastro Ambiental Rural - CAR: sistema eletrônico de identificação georreferenciada da propriedade rural ou posse rural, contendo a delimitação das áreas de preservação permanente, da reserva legal e remanescentes de vegetação nativa localizadas no interior do imóvel, para fins de controle e monitoramento.

Um dos pontos mais polêmicos deste Decreto é que, a partir da data de adesão ao "Programa Mais Ambiente", o proprietário ou possuidor não será autuado com base nos arts. 43, 48, 51 e 55 do Decreto nº 6.514, de 2008[9] (BRASIL, 2008), desde que a infração tenha sido cometida até o dia anterior à data de publicação do Decreto nº 7.029. Em resumo, aquele que danificou qualquer tipo de vegetação natural, inclusive as APPs, estará isento de punições, desde que o dano tenha ocorrido antes de 10/12/2009.

Forte motivo de crítica, ademais, no que se refere à ampliação do período para a averbação da reserva legal, é a expectativa de que as adesões dos proprietários/possuidores serão postergadas, no aguardo de mudanças mais radicais ao Código Florestal.

1.2.2 Legislação Paulista sobre Reserva Legal

Sendo uma lei federal, o Código Florestal é regulamentado pelos Estados da Federação. Estes regem a atuação de suas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente (SEMA) no cumprimento da legislação nacional, podendo ainda fixar outras normas, desde que não venham a ferir a lei federal.

No Estado de São Paulo instituiu-se, em 16 de junho de 2006, o Decreto nº 50.889 (SÃO PAULO, 2006), que rege a atuação da SEMA na aplicação dos artigos 16 e 44 do

[9] Esse Decreto dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.

Código Florestal - que regulamentam, recorde-se, as extensões relativas à reserva legal e as alternativas para se atender à área exigida (quais sejam, recomposição, condução da regeneração natural, ou compensação de reserva legal).

Por lei, exige-se do proprietário (ou possuidor) um projeto técnico que detalhe a forma como se dará o processo de regeneração ou recomposição da reserva legal em sua propriedade, sendo também necessária à comprovação da viabilidade desse projeto através de laudo técnico[10]. Exige-se, ainda, o acompanhamento técnico dos projetos que optem pela recomposição gradativa da vegetação da reserva legal, demonstrando os resultados obtidos no período, até a data final do cronograma aprovado.

Em São Paulo, é o Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais da Secretaria de Estado do Meio Ambiente – DEPRN – o responsável pelas funções de análise e autorização dos projetos e dos laudos técnicos – que devem ser elaborados por profissional habilitado. O DEPRN também recebe os relatórios de acompanhamento firmados por técnicos habilitados (com Anotação de Responsabilidade Técnica - ART - recolhida). Autoriza-se que a parcela que não estiver sendo recomposta no momento possa ser utilizada em atividade agrossilvopastoril.

O decreto paulista nº 50.889/2006 admite, na recuperação das áreas de reserva legal destituídas de vegetação nativa: o plantio e a exploração, por período determinado, de espécies nativas ou exóticas, de valor comercial, mediante aprovação do DEPRN e de tal forma que o plantio comercial seja acompanhado da formação de um sub-bosque de essências nativas e que a sua exploração seja compatível com o processo de recuperação da área.

---

[10] A Instrução Normativa nº 5 (MMA-IN nº 5, de 08/09/2009), explicita que a recuperação de áreas de preservação permanente e reserva legal já não depende de autorização do poder público, embora se mantenham as exigências acordadas e se estabeleçam os requisitos técnicos para o processo de recuperação. Ou seja, não se exige o projeto técnico, a ser aprovado por órgão ambiental competente. Os projetos de recuperação dependerão de projeto técnico previamente aprovado pelo órgão ambiental competente apenas nos seguintes casos: empreendimentos ou atividades submetidas a licenciamento ambiental; no cumprimento de obrigações decorrentes de decisão judicial ou de compromisso de ajustamento de conduta.

Outra lei, aprovada em 23 de abril de 2008, a Lei Estadual nº 12.927 (SÃO PAULO, 2008) dá novas disposições sobre a recomposição da reserva legal, no âmbito do Estado de São Paulo. Essa lei regulamenta critérios técnicos e define como pode se dar o uso de espécies exóticas na recomposição das reservas legais, suprindo assim uma lacuna, já que tais critérios ainda não haviam sido estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Através dela, permite-se aos proprietários de imóveis rurais paulistas que possam, "sem prejuízo das demais alternativas para a compensação da reserva legal definidas na legislação federal e estadual, optar por recompor a vegetação no próprio imóvel por meio do plantio de espécies arbóreas exóticas, intercaladas com espécies arbóreas nativas de ocorrência regional ou pela implantação de Sistemas Agroflorestais (SAF), observados os dispositivos desta lei".

No caso dos sistemas agroflorestais – onde as espécies de plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com culturas agrícolas e forrageiras, podendo mesmo estar integradas com animais – e da inclusão de espécies exóticas, a lei estabelece a densidade de plantio das espécies arbóreas e o percentual de plantas de espécies exóticas admissíveis, assim como nomeia as espécies tidas como "problemas" ou "competidoras" e que não são permitidas (incluem-se aqui *Leucaena spp, Pinus spp, Brachiaria spp*, dentre outras). O prazo para recompor a reserva legal da forma prevista por esta lei é de oito anos.

A Lei Estadual 12.927/2008, em seu artigo 3º, traz o detalhamento dos princípios a serem seguidos para recuperação das reservas legais:

> I - densidade de plantio de espécies arbóreas: entre 600 e 1.700 indivíduos por hectare;
>
> II - percentual máximo de espécies arbóreas exóticas[11]: metade das espécies;
>
> III - número máximo de indivíduos de espécies arbóreas exóticas: metade dos indivíduos ou a ocupação de metade da área;

[11] Espécie exótica: espécie não originária do bioma de ocorrência de determina área geográfica.

IV - número mínimo de espécies arbóreas nativas: cinqüenta espécies arbóreas de ocorrência regional, sendo pelo menos dez zoocóricas[12], devendo estas últimas representar 50% dos indivíduos;

V - manutenção de cobertura permanente do solo;

VI - permissão de manejo com uso restrito de insumos agroquímicos;

VII - não utilização de espécie-problema ou espécie-competidora;

VIII - controle de gramíneas que exerçam competição com as árvores e dificultem a regeneração natural de espécies nativas, tais como *Urochloa spp, Panicum maximum, Mellinis minutiflora.*

O Decreto Estadual nº 53.939, de 6 de janeiro de 2009 (SÃO PAULO, 2009), dispõe, também detalhadamente, sobre os demais itens relacionados à reserva legal, regulamentando temas como a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural, compensação e composição da área de reserva legal de propriedades e posses rurais no Estado de São Paulo. Chamar-se-á a atenção, deste recente decreto, para alguns pontos específicos, considerados de maior relevância.

No Decreto 53.939/2009 se explicita que a localização da reserva legal deve ser aprovada pelo DEPRN com base em zoneamentos econômico-ecológicos e ambientais existentes, Planos Diretores Municipais, Planos de Bacia Hidrográfica, mapa de Áreas Prioritárias para o Incremento de Conectividade elaborado no âmbito do Projeto Diretrizes para a Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado de São Paulo - Programa BIOTA/FAPESP, 2007[13] - (SÃO PAULO, 2009), devendo ser considerada a proximidade com outras áreas de reserva legal, áreas de preservação permanente e Unidades de Conservação visando à formação de contínuos de vegetação e corredores de biodiversidade. A recomposição exige a apresentação de projeto técnico, que deverá ser aprovado pelo DEPRN.

---

[12] Espécie zoocórica: espécie cuja dispersão é intermediada pela fauna.

[13] Ver Rodrigues *et al*. (2008).

As APPs poderão ser computadas para efeito de cálculo do percentual da Reserva Legal quando a soma da vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal exceder a 25% da propriedade no caso de pequenas propriedades e 50% no caso das demais propriedades. A inclusão de Áreas de Preservação Permanente no cômputo da Reserva Legal não poderá ser admitida se implicar conversão de novas áreas para usos alternativos do solo (em conformidade com o artigo 1º, § 2º, inciso II, da Lei federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965).

Também em conformidade com o Código Florestal estão as disposições diferenciadas para a pequena propriedade - cuja área máxima se limita aos 30 ha -, já descritas anteriormente.

No Decreto Estadual 53.939/2009, as possibilidades de cumprimento da reserva legal, conformes com a Lei 4.771/65, são: i) recomposição no próprio imóvel; ii) condução da regeneração natural; e, iii) compensação fora, como descrito anteriormente; iv) aquisição e doação ao Estado áreas no interior de Unidades de Conservação de Domínio Público pendentes de regularização fundiária. Entretanto, prevê, como no artigo 44-C do Código Florestal, que aqueles proprietários ou possuidores que suprimiram, sem autorização do órgão licenciador, florestas ou demais formas de vegetação nativa após a edição da Medida Provisória 1.736-3, de 14 de dezembro de 1998, não poderão utilizar tais mecanismos de compensação.

Caso se opte pela recomposição no próprio imóvel, o Decreto 53.939/2009 prevê a necessidade de projeto técnico a ser aprovado pelo DEPRN, no qual podem se contemplar métodos de recomposição como nucleação, semeadura direta e manejo da regeneração natural. No plantio de mudas devem se empregar espécies nativas regionais, mas se admite o uso de espécies exóticas como pioneiras intercaladas com as nativas ou sistemas agroflorestais, condicionado aos mesmos quesitos explicitados no artigo 3º da Lei Estadual 12.927/2008, descrito anteriormente.

A reserva legal poderá ser explorada sob o regime de manejo sustentável, não sendo permitida a supressão da vegetação, tampouco podendo-se replantar espécies

arbóreas exóticas na reserva legal uma vez findo o ciclo de produção do plantio inicial, exceto no caso de pequenas propriedades. Em pequenas propriedades ou posse rural familiar podem ser computados plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais compostos por espécies exóticas cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas.

O prazo máximo para a recomposição da reserva legal, segundo o Decreto 53.939/2009, é de:

a) trinta anos, se utilizadas espécies nativas de ocorrência regional, observando-se a taxa mínima de 1/10 da área total necessária à complementação a cada três anos;

b) oito anos, se utilizado o plantio de espécies arbóreas exóticas como pioneiras, intercaladas às espécies nativas, observando-se a taxa mínima de 1/8 da área total necessária à complementação a cada ano.

De tudo o que foi exposto, evidencia-se a que a legislação nacional e estadual sobre reserva legal, com as constantes alterações, presta-se a dúvidas e pode levar a diferentes interpretações.

Sobretudo, persiste muita desinformação acerca dessa legislação. Exemplo disso é a recente difusão, na mídia, da possibilidade de exploração da reserva legal - tida para muitos como novidade. O que todas as legislações sobre a reserva legal, desde 1965, têm determinado, é que nelas jamais será permitido o corte raso (OLIVEIRA & BACHA, 2003), e que o manejo depende da aprovação do órgão ambiental competente. Assim, embora haja a previsão do uso sustentável da reserva legal no Código Florestal, na prática, ela ainda é interpretada como área indisponível.

Tudo isto distorce o entendimento do mecanismo legal, levando a discussões tais como o desaparecimento dos pequenos produtores e a "quebra" de muitos outros, caso se aplique a legislação.

Pouco se avançou em propostas de manejo da reserva legal, na forma prevista por lei, e praticamente nada se sabe sobre o seu real impacto aos diferentes tipos de unidades de produção. Existe, sim, muita especulação a respeito.

A inclusão de diferentes tipos de unidades de produção neste trabalho permitirá apontar se o instrumento de reserva legal estabelecido por lei, aplicado da forma prevista, impacta de forma diferenciada os resultados econômicos e os planos de produção desses diversos tipos. Em outras palavras, pretende-se estudar se as "ressalvas legais" aplicadas à pequena propriedade são suficientes para garantir uma distribuição equitativa dos impactos da lei entre os diferentes tipos de unidades produtivas.

1.2.3 Cumprimento da Reserva Legal

Observa-se, na prática, o descumprimento da legislação, tanto em termos das áreas de proteção permanente, e mais ainda em termos da reserva legal. Há relatos freqüentes de usos antrópicos em áreas de APPs nas mais diversas regiões do Brasil (AMBRÓSIO *et al*., 2008; WHATELY, 2007; PEDRON *et al*., 2006; SILVEIRA *et al*., 2005; ECKHARDT *et al*., 2007; NASCIMENTO *et al*., 2005; MONTEBELO *et al*., 2005; entre outros). Oliveira & Bacha (2003), analisando estatísticas cadastrais do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) dos anos de 1972, 1978, 1992 e 1998, estimaram que menos de 10% dos imóveis rurais brasileiros registraram presença de reserva legal. E mais, os que a mantêm, não respeitam os limites mínimos fixados em lei.

Como já se mencionou, são fatores econômicos que condicionam o não cumprimento dessa legislação pelos produtores rurais. Nos imóveis rurais já inseridos no processo produtivo, há uma generalizada resistência à manutenção da reserva legal e ainda mais à sua recuperação. Aqueles produtores e municípios onde a atividade agrícola é realizada de forma intensiva são os mais afetados pela reserva legal. Isto porque a reserva legal sempre foi vista e analisada como uma área "perdida" no imóvel rural, incapaz de proporcionar algum tipo de ingresso.

Há diversas interpretações jurídicas da legislação florestal brasileira, sendo, por exemplo, questionada a legalidade da obrigatoriedade de recuperação ou regeneração das áreas de reserva legal com espécies nativas.

Foge do escopo deste estudo a análise de questionamentos de ordem jurídica ligados à reserva legal. Entretanto, alguns dos pontos levantados por Irigaray (2007) ajudam a entender os motivos do descumprimento da lei. Seus argumentos são expostos a seguir.

Recorde-se que a lei oferece as seguintes alternativas ao proprietário: i) recuperar o dano ambiental mediante a recomposição da reserva legal em até trinta anos, ou através da condução de sua regeneração; ii) compensar a reserva legal por outra área equivalente em importância ecológica e extensão, no mesmo ecossistema e na mesma microbacia; e iii) desonerar-se da obrigação de recompor a reserva legal mediante doação ao poder público de área localizada no interior de Parque Nacional ou Estadual, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva Biológica ou Estação Ecológica pendente de regularização fundiária.

O produtor que tem déficit de reserva legal geralmente está inserido na produção e, quando tem suas propriedades localizadas em áreas de elevada aptidão agrícola, ao invés de recuperar ou regenerar a reserva legal na sua propriedade, tende a preferir comprar outra área, seja para mantê-la como reserva legal própria ou para efetuar a doação ao poder público. Isto porque não prevê nenhum tipo de retorno econômico dessa área.

Para Irigaray (2007) nenhum produtor se interessaria em investir na recomposição mediante plantio de espécies nativas se a própria lei federal lhe permite compensar adquirindo outra área "de importância ecológica equivalente", conceito que considera altamente subjetivo. Portanto, pretendendo-se que a recomposição ou regeneração se constituam em opções que se sobreponham à compensação, haveria que inserir na legislação medidas de incentivo à recuperação de reservas legais desflorestadas.

A alternativa de compensação, entretanto, também tem recebido poucas adesões, segundo o autor. Em primeiro lugar, porque só podem implementar essa modalidade de compensação os proprietários que tenham efetuado a conversão anteriormente à edição da

MP n° 1.736-31 de 1998 (Art. 44-C do Código Florestal). Em segundo lugar, a compensação somente pode se efetuar mediante aquisição de área equivalente em importância ecológica e extensão, localizada no mesmo ecossistema e, prioritariamente, na mesma microbacia da área a ser compensada.

Irigaray (2007) considera que, com tais restrições, fica extremamente limitada essa modalidade de compensação, pois: i) não é fácil encontrar remanescentes de reserva legal nas microbacias inseridas nas áreas onde a agropecuária se consolidou; ii) os proprietários rurais possuem o fundado receio de adquirir áreas para manter como reserva legal e sofrerem invasões; e iii) boa parte do passivo decorre de desmatamento efetuados após 1998.

A terceira alternativa (desoneração) sofreu alteração com o advento da Lei n° 11.428, de 22/12/06, que transformou a desoneração provisória (por trinta anos) em definitiva. Por esse sistema o proprietário rural adquire uma área privada no interior de uma unidade de conservação de proteção integral, doando-a ao poder público, ficando assim desonerado da obrigação de recompor a Reserva Legal. Mas, para Irigaray (2007), persistem algumas limitações à eficácia da desoneração prevista no Código Florestal: i) dificuldade para o proprietário rural em adquirir frações de imóveis rurais em unidades de conservação; ii) pequenas porções de terras acabam sendo doadas esparsamente ao poder público no interior de uma unidade de conservação ainda não regularizada, criando dificuldades adicionais de administração e abrindo a possibilidade de invasões e danos ambientais nessas áreas; iii) um aspecto controvertido - e que gera entendimentos divergentes - refere-se à possibilidade de sua efetivação para regularizar passivo oriundo de conversão ocorrida após 14 de dezembro de 1998; e iv) a lei exige que na desoneração sejam também observados os critérios de que a área objeto de doação deve ser equivalente em importância ecológica e extensão e pertencer ao mesmo ecossistema e, prioritariamente, à mesma microbacia da área a ser compensada, o que remete à discussão anterior.

Desta forma, para Irigaray (2007), nenhuma das três alternativas tem recebido uma adesão compatível com a dimensão do passivo existente.

Admite-se, além da resistência dos produtores no cumprimento da lei de reserva legal, a falta de presença do Estado, que tem se mostrado incapaz de aplicar instrumentos de monitoramento e fiscalização. Também se enfatiza a falta de medidas que possam incentivar a regularização do passivo de reserva legal (RIGONATTO & NOGUEIRA, 2006; IRIGARAY, 2007; KAECHELE, 2007; OLIVEIRA & BACHA, 2003; entre outros).

1.2.4 Impactos da Reserva Legal

Entre os impactos da reserva legal no Brasil, tem-se estudado o efeito sobre a produção, o valor da produção e o emprego, nos âmbitos regional e estadual, assim como as reduções nas arrecadações. Neste item, recuperam-se alguns estudos dos impactos da reserva legal, todos não prevendo qualquer tipo de manejo que possa trazer retorno econômico.

Gonçalves & Castanho Filho (2006) e Castanho Filho (2008a), quantificam os impactos da reserva legal sobre a margem bruta agregada e o emprego no Estado de São Paulo. Segundo Gonçalves & Castanho Filho (2006), a área a ser objeto de recomposição para fins da reserva legal equivale a toda área paulista ocupada pela cana para indústria (3,7 milhões de hectares), cultura que gerou renda bruta de R$ 10,8 bilhões em 2005. A aplicação da legislação implicaria na redução da área agropecuária paulista (lavouras, pastagens e florestas econômicas) dos atuais 18,9 milhões de hectares para 15,2 milhões de hectares (diferença de 3,7 milhões de hectares). Com isso, a área ambiental total nas propriedades rurais paulistas, após o cumprimento da referida decisão governamental, atingiria 6,8 milhões de hectares (30,9%) – quando somado o déficit de 3,7 milhões de hectares às áreas atualmente ocupadas com vegetação natural. Esse montante se equipara à soma de todas as lavouras anuais (soja, milho, feijão, arroz, etc), da mandioca e da cana,

cujo total atingiu 6,8 milhões de hectares que resultaram em renda bruta anual de R$ 15,9 bilhões, em 2005. Numa estimativa que os autores consideram conservadora, admitindo um valor médio da produção por unidade de área na agropecuária paulista de R$ 1,5 mil por hectare (aqui não incluídos os produtos granjeiros), a recomposição das áreas como reserva legal representaria uma redução da renda agropecuária bruta paulista de R$ 5,6 bilhões, ou seja, perda de 17,7% na renda setorial de 2005. Isto sem contar os custos da recomposição da reserva legal e o multiplicador da renda agropecuária para o conjunto da cadeia de produção da agricultura do Estado. Estes incluídos atingir-se-ia o valor de R$ 67,0 bilhões, segundo cálculos dos autores. No tocante ao pessoal ocupado, ao tomar o contingente atuante na agropecuária em 2005, que totalizou 1,05 milhão de pessoas, retirando-se os proprietários que representam 356,8 mil pessoas (33,9%), as outras categorias alcançam 695,2 mil pessoas (66,1%). Com a perda de 3,7 milhões de hectares, mantida a mesma proporção média de pessoal por unidade de área da realidade atual, os autores estimam que 136,1 mil pessoas perderão ocupação na agropecuária. Isto representa 19,6% do pessoal ocupado exclusive proprietários; ou seja, a perda do emprego de uma pessoa em cada cinco que atualmente trabalham na agropecuária paulista como não-proprietários, concluem os autores.

O então Secretário do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, José Goldemberg, em resposta ao artigo de Gonçalves & Castanho Filho (2006), rebate os números apresentados, em carta que foi publicada no mesmo periódico. Goldemberg recorda que o Decreto Estadual nº 50.889/2006 permite a recuperação da reserva legal em áreas de menor valor econômico, além de prever, para tal, o prazo de 30 anos. Goldemberg refaz os cálculos do impacto da reserva legal sobre o faturamento do setor, salientando que a área em uso no Estado de São Paulo para lavouras, onde a exigência de cumprimento do que determina o Código Florestal será mais relevante, é de 6,7 milhões de hectares. Calculando 20% sobre a área de 6,7 milhões de hectares, chega a 1,34 milhão de hectares. A um custo de recomposição de quatro mil reais por hectare, o setor teria de despender R$ 5,36 bilhões para recuperar tal área de reserva legal. Considerando que esse valor

fosse investido ao longo de 30 anos, o custo anual seria de R$ 178 milhões, frente a um faturamento setorial de R$ 21,3 bilhões por ano, ou seja, pouco mais de 1%. Além disso, recorda que a área destinada à reserva legal pode ter utilização econômica mediante um plano de manejo, reduzindo as despesas com a recomposição da reserva legal a menos de 0,5% da renda bruta do setor ao ano (GONÇALVES, 2006).

Depreende-se, pela diferença nos números, que houve diferentes interpretações da lei, já que Goldemberg faz seus cálculos baseado nas áreas em uso com lavouras. Calculados os 20% sobre a área total ocupada pelas propriedades rurais paulistas – como preconiza a lei, tem-se: i) segundo o censo agropecuário de 2006 (IBGE, 2006a), a área total ocupada pelos estabelecimentos agropecuários do Estado de São Paulo estava próxima dos 16,7 milhões de hectares, o que implicaria em que 3,34 milhões de hectares deveriam ser destinados à reserva legal; ii) segundo dados do censo das unidades de produção agropecuária do Estado de São Paulo, realizado pela CATI/IEA em 2007/08 (SÃO PAULO, 2008), tais unidades ocupavam uma área de 20,5 milhões de hectares, o que significa que 4,1 milhões de hectares deveriam ser alocados para reserva legal.

Padilha Junior (2005), tratando do Paraná, analisa os efeitos sobre a disponibilidade de terras do Estado e sobre o valor bruto da produção. O autor centra o seu estudo sobre o impacto na agropecuária frente à efetivação da reserva legal florestal no Estado do Paraná, em um ambiente de risco. Analisa diferentes planos de produção para grandes regiões do Estado, e segundo ele, o impacto físico e imediato consistiria numa redução de 3,2 milhões de hectares na área das propriedades rurais paranaenses. Em termos monetários, considerando-se um Valor Bruto da Produção (VBP) médio real calculado de R$ 1.293,96 por hectare no ano de 2002, verificar-se-ia uma perda de R$ 3,93 bilhões por ano ou 19,4% do total do VBP real gerado pela agropecuária paranaense em 2002, fora o impacto multiplicador ao longo das principais cadeias produtivas. Para permanecer no nível atual de produção, sob condições de neutralidade de risco, os produtores teriam que assumir 25% a mais de risco no conjunto de suas atividades, ou alterar, de alguma forma, o seu plano de produção.

Tratando mais especificamente da avaliação da reserva legal como instrumento de política ambiental, Rigonatto (2006) calculou o custo de oportunidade de conservação de áreas de reserva legal e simulou o valor de subsídios necessários à aplicação deste instrumento de política ambiental, analisando dados do município de Montividiu, Estado de Goiás. Os custos de oportunidade do uso dos solos (soma da receita sacrificada com atividades agropecuárias e dos custos para manutenção e proteção da reserva legal) de uma amostra de produtores de Montividiu foram expandidos para o estado, para efetuar as simulações. Considerando uma produção estadual mista (agricultura e pecuária), o valor estimado do subsídio foi de 2,02 bilhões. Para dar uma idéia do que representa esse valor, o autor esclarece que ele equivale a 5,5% do PIB do Estado de Goiás, a mais de 273% do orçamento para segurança pública, 159% do orçamento da saúde e 111% do orçamento da educação estaduais. A magnitude desses números mostraria, por outro lado, o elevado custo econômico da reserva legal para os proprietários, com os quais eles estariam arcando sozinhos, para benefício de toda a sociedade. O autor considera, ainda, que aliado à resistência dos produtores em cumprirem a lei, dados os custos subjacentes, o Estado tem se mostrado incapaz de aplicar instrumentos de monitoramento e fiscalização, o que resulta na baixa eficácia do instrumento de reserva legal. Considera que essa ineficácia sugere a aplicação de políticas mistas, combinando-a com outros instrumentos.

Romeiro & Garcia (2008) fizeram uma estimativa do custo de oportunidade para incorporação da reserva legal na área de uso agrícola da Bacia dos rios Mogi Guaçu e Pardo, em sua porção localizada na região nordeste do Estado de São Paulo. Os cálculos se referem apenas à parcela de área que deverá ser incorporada na forma de Reserva Legal, isto é, a parcela que deixará de ser utilizada para uso agrícola e que aqui é considerada de 443,4 mil hectares. A estimativa não abarca os custos de implantação e/ou recuperação da vegetação natural, nem de sua manutenção. O custo de oportunidade médio foi obtido considerando-se os usos agrícolas com cafeicultura, cana-de-açúcar, culturas anuais, fruticultura, pastagem, seringueira e silvicultura, atingindo o valor de R$ 3,3 bilhões, na safra 2002/03, montante concentrado, principalmente na atividade pastoril

e no cultivo de cana-de-açúcar. Cabe destacar que a Microbacia do Rio Oriçanga está contida na Bacia do Mogi-Pardo.

SÁ *et al*. (S/D), estudando o manejo da reserva legal em assentamentos da reforma agrária, esclarecem que a exploração florestal, devido à sua natureza, sempre produzirá algum dano ao ecossistema florestal, e a intensidade desse dano depende do método de exploração utilizado. Os autores avaliaram a rentabilidade financeira e os impactos ambientais do manejo da reserva legal em projetos de colonização no estado do Acre, utilizando a serraria portátil. Esperavam demonstrar que o método de exploração estudado e proposto pela pesquisa proporciona vantagens econômicas aos produtores e baixo impacto ambiental. Os resultados financeiros evidenciaram uma relação benefício/custo de 1,35, além de uma remuneração da diária da mão-de-obra familiar de R$76,50, valor cinco vezes superior ao custo de oportunidade da mão-de-obra na localidade. No aspecto ambiental, a tecnologia obteve um Índice de Impacto Ambiental (IIA) igual a 0,69, de um máximo possível de 15. Nesse sentido, a inovação tecnológica minimiza os danos ambientais quando comparada à exploração madeireira clandestina.

1.2.5 Restauração Florestal em Áreas de Reserva Legal com Exploração de Madeira

Castanho (2009) esclarece que os modelos de restauração de áreas degradadas podem ser agrupados em modelos que visam ações para a condução da regeneração e modelos que visam ações de plantio. Os primeiros se referem ao conjunto de atividades que promovam a proteção e o manejo da regeneração natural, com ou sem adição de enriquecimento, caracterizado pela introdução de espécies nativas ausentes na área a ser recuperada. Já os modelos de plantio compreendem diferentes técnicas, que vão desde a utilização de monoculturas de espécies nativas ou exóticas, passando pelas misturas de espécies nativas e exóticas, até os plantios com espécies nativas com alta diversidade.

Rodrigues & Gandolfi (2000) admitem que a escolha do modelo a ser empregado depende do objetivo da restauração. Tal escolha deve ser feita com base na prévia

avaliação da área a ser restaurada, considerando-se o seu histórico, as suas condições atuais e o seu entorno.

Castanho (2009) relata que existem diferentes pontos de vista sobre restauração, e que, para balizar o conceito mais amplo dado pelo termo "recuperação" - muito utilizado no Brasil -, foi proposta a nomenclatura de "restauração ecológica'. Citando Engel & Parrotta (2003) define o conceito de restauração ecológica como aquele que promove a viabilidade ecológica do ecossistema, com a recriação de comunidades o mais próximas possíveis das naturais, quanto às características de forma e funcionamento.

Na prática, entretanto, há relatos de diferentes tipos de restauração que vêm sendo implementados no Brasil, com objetivos distintos: cumprimento das exigências legais, preocupação com a qualidade ambiental e mesmo vantagens nas atividades econômicas. Castanho (2009), citando Aronson *et al*. (1993) explicita uma nomenclatura diferenciada, de acordo com o processo de degradação da área e o objetivo final da restauração. Considera-se "restauração *sensu stricto*" como correspondente à definição dada à restauração ecológica, que tem o intuito do retorno da área degradada ao estado original anterior à degradação. Juntamente com a "*sensu stricto*", a "restauração *sensu lato*" tem como objetivo a conservação da biodiversidade e da estrutura e dinâmica do sistema, com a interrupção da degradação, possibilitando o desenvolvimento da resiliência do sistema. Outras nomenclaturas são a "reabilitação" e a "redefinição" (*reallocation*). A reabilitação seria caracterizada por uma intervenção antrópica de modo a possibilitar condições de retorno da área degradada a um estado auto-sustentável e alternativo ao estado original, contudo possibilitando o retorno dos processos ecológicos do ecossistema. A redefinição teria o objetivo de transformar o ambiente degradado em um ambiente de uso alternativo ao original, possibilitando um uso diferenciado.

O programa de restauração da reserva legal com exploração de madeira, empregado nesta tese para cálculo da margem bruta advinda do manejo da reserva legal, é um modelo que vem sendo trabalhado na Fazenda Guariroba, Campinas, pela equipe do

Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF), da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

Rodrigues *et al*. (2009) esclarecem que o conceito de restauração considerado no modelo proposto pelo LERF é aquele aplicado pela *Society for Ecological Restoration International* (SERI), qual seja assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, levando-se em conta seus valores ecológicos, econômicos e sociais. Busca-se a restauração dos processos ecológicos em ecossistemas florestais, que são responsáveis pela construção de uma floresta funcional e, portanto, sustentável e perpetuada no tempo, e não apenas a restauração de uma fisionomia florestal. Ou seja, pretende-se garantir que a área não retornará à condição de degradada, se devidamente protegida e/ou manejada.

O programa de restauração da reserva legal do LERF está descrito no trabalho de Preiskorn *et al*. (2009) e é apresentado com maior detalhamento no ANEXO 1. As estimativas da margem bruta obtida através do manejo da reserva legal, realizadas nesta tese, seguem o modelo descrito por esses autores, com exceção da estimativa de produção e dos custos por eles apresentados. As estimativas de produção de madeira do modelo proposto pelo LERF, empregadas nesta tese, estão baseadas em medições realizadas por Castanho (2009) em trechos de uma floresta estacional semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 e 20 anos, no município de Iracemápolis, SP. Já os custos de implantação e manutenção do modelo foram calculados a partir dos coeficientes técnicos cedidos pela equipe do LERF e adaptados às condições de infraestrutura e mão-de-obra das unidades de produção típicas aqui estudadas. Este procedimento se deve à carência, na literatura, de coeficientes técnicos referentes à produção de madeira de espécies nativas.

Preiskorn *et al*. (2009) destacam que o LERF propõe a implantação desse método de restauração, com aproveitamento econômico, em áreas de baixa aptidão agrícola - como áreas de declividade acentuada, de afloramento rochoso, etc. -, que já foram degradadas no passado e que hoje podem estar ocupadas com algum tipo de atividade de

produção, principalmente pastagem, mas que em função das características do ambiente, não são sustentáveis economicamente.

O modelo do LERF considera um período de 85 anos, embora os autores ressaltem que o sistema de produção madeireira possa ser mantido indefinidamente. O modelo prevê somente o uso de espécies nativas, com um manejo onde não se permite o corte raso.

Atendendo à legislação nacional e paulista, a proposta contempla uma lista de 98 espécies nativas[14]: 29 espécies de madeira inicial, 29 espécies de madeira média, 15 espécies de madeira final e 25 espécies de madeira complementar[15]; além de uma população de 1.660 indivíduos por hectare.

1.3 RESERVA LEGAL NA ÓTICA DA ECONOMIA ECOLÓGICA

O desenho de uma política ambiental que alie conservação ambiental, justiça social e eficiência econômica pode ser orientado pelos preceitos da Economia Ecológica. Para a Economia Ecológica três objetivos devem ser perseguidos no que diz respeito à utilização dos bens e serviços ambientais: i) a determinação de uma escala sustentável; ii) a definição de uma distribuição justa, inclusive para com as gerações futuras; e iii) a alocação eficiente. Deste modo, procura-se neste item analisar a reserva legal, prevista no

[14] Como já se descreveu anteriormente, o Decreto paulista n.º 53.939, de 6 de janeiro de 2009 prevê que se empreguem, para a recuperação da reserva legal, entre 600 e 1.700 indivíduos, e 50 espécies arbóreas de ocorrência regional, sendo pelo menos 10 zoocóricas, devendo estas últimas representar 50% dos indivíduos. A lei permite, entretanto, o uso de espécies exóticas, que não podem ultrapassar a metade das espécies totais empregadas.

[15] O grupo denominado de Madeira Final constitui-se de espécies de crescimento lento e de ciclo de vida longo, denominadas comumente de "Madeira de Lei", que têm uso nobre na marcenaria e carpintaria. Seu corte se inicia quarenta anos após o plantio. No grupo de Madeira Média, as espécies são indicadas principalmente para a carpintaria rústica. Seu tempo de desenvolvimento é moderado, iniciando-se a sua exploração a partir de vinte anos pós-plantio. O grupo de Madeira Inicial é composto por espécies de rápido crescimento e de ciclo de vida mais curto, iniciando-se sua exploração dez anos após o plantio. A madeira inicial geralmente é de baixa densidade, mas pode ter bom uso para carvoaria e caixotaria. A Madeira Complementar compreende espécies que apresentam rápido crescimento e boa cobertura do solo. Estas espécies são plantadas nas linhas de Madeira Final, intercaladas com as espécies das etapas finais de sucessão florestal, com o objetivo de fornecer sombra às espécies da mesma linha e das linhas adjacentes.

Código Florestal brasileiro, enquanto instrumento de política ambiental, à luz desses três objetivos.

A principal preocupação da Economia Ecológica são os limites ao crescimento, a escala da utilização dos recursos naturais. Uma escala sustentável é aquela em que o fluxo energético de alta entropia gerado pelas atividades econômicas não ultrapassa a capacidade de assimilação do ecossistema. São, portanto, fatores biofísicos que deveriam determinar a escala.

Entretanto, Andrade (2008) faz ver que, dada a complexidade inerente aos sistemas naturais e a falta de um conhecimento sistêmico sobre todos os processos que ocorrem no meio natural, ainda não é possível conhecer quais são os limiares (*thresholds*) dos ecossistemas e, por conseguinte, a escala que o sistema econômico pode assumir. Ou seja, não é possível conhecer até que ponto os ecossistemas naturais podem suportar a expansão do sistema econômico sem sofrerem danos e rupturas irreversíveis.

Em função dessa incerteza - que significa uma admissão da incapacidade da sociedade em prever perdas catastróficas irreversíveis -, a Economia Ecológica preconiza o Princípio da Precaução. A aplicação desse princípio tem por objetivo precisamente tratar de situações onde é necessário considerar legítima a adoção por antecipação de medidas relativas a uma fonte potencial de danos sem esperar que se disponha de certezas científicas quanto às relações de causalidade entre a atividade em questão e o dano temido (ROMEIRO, 2003).

Ou seja, a Economia Ecológica considera que o estudo da escala ótima precede o estudo da alocação ótima. Assim, há, dentro da economia ecológica, uma hierarquia dos objetivos, em que a definição da escala do sistema econômico e a justa distribuição dos recursos antecedem a eficiência alocativa (DALY, 1992).

Apesar da enorme dificuldade técnica em tecerem-se estimativas dos limites do meio natural, um estudo apresentado na revista Nature mostra o esforço coletivo de um bom número de pesquisadores para propor, na forma números, algumas fronteiras do Sistema-Terra (ROCKSTRÖM *et al*., 2009). Os autores identificaram nove processos

para os quais julgaram necessário estabelecer limites no planeta: mudanças climáticas; taxa de perda de biodiversidade; interferência nos ciclos de nitrogênio e fósforo; depleção da camada de ozônio; acidificação dos oceanos; uso da água doce global; mudanças no uso das terras; poluição química e carga de aerosol na atmosfera. Segundo sua análise, a humanidade se aproxima rapidamente dos limites para uso da água doce, mudanças no uso dos solos e interferência no ciclo do fósforo. Já para os processos de mudanças climáticas, taxa de perda de biodiversidade e interferência no ciclo de nitrogênio talvez já se tenham ultrapassado tais fronteiras. Nestes três últimos casos, as atuais taxas de alterações não poderiam persistir sem erodir, significativamente, a resiliência de importantes componentes para o funcionamento do sistema terrestre.

Uma vez definida a escala, o problema seguinte a ser resolvido é a questão da distribuição, isto é, o problema da repartição dos direitos de uso dos bens e serviços ambientais. O desafio da distribuição remete à discussão da equidade e justiça na responsabilização da sociedade na conservação dos recursos do planeta (ANDRADE *et al*., 2006).

Somente em seguida tem-se o problema da alocação eficiente. A alocação não é eficiente quando a distribuição de direitos ou deveres pré-determina também a alocação correspondente, não dando margem de liberdade para os agentes econômicos (ANDRADE *et al*., 2006)[16].

Escala sustentável, distribuição equitativa e alocação eficiente estão relacionadas, mas suas soluções são distintas e através de instrumentos de política independentes.

Daly & Farley (2004) enfatizam que o mercado não conduz à equidade na distribuição e tampouco à escala sustentável. Para Romeiro (2003), crescimento econômico, proteção ambiental e equidade social deveriam ser interdependentes,

[16] Estes autores analisam o problema das mudanças climáticas: a alocação seria ineficiente se cada país fosse obrigado a reduzir seus níveis de emissão de acordo com a cota que lhe foi distribuída, alocando os recursos necessários para isso. Neste caso, a ineficiência alocativa surgiria do fato de a matriz energética de cada país apresentar características específicas e, portanto, custos distintos de redução de emissões. A eficiência alocativa seria muito maior se um país com alto custo de redução de emissões (decorrente, por exemplo, de uma matriz energética com alto percentual de participação de unidades geradoras relativamente novas) pudesse cumprir a cota que lhe foi atribuída através do investimento em redução de emissões em outro país onde este custo fosse muito menor.

objetivos nacionais que se reforçam mutuamente, e as políticas para alcançar estes objetivos deveriam ser integradas. Juntamente com as medidas apropriadas, estratégias de mercado deveriam ser usadas para controlar e dirigir as energias privadas e o capital de modo a proteger e melhorar o meio ambiente. Existem dois problemas que devem ser resolvidos politicamente para que o mercado funcione dessa maneira: deve-se limitar, política e socialmente, a escala total da produção material a um nível sustentável. A sociedade deve proceder, então, a uma justa distribuição inicial dos direitos a esgotar e a poluir até o limite da escala sustentável, sendo o mercado usado para resolver a questão da alocação, e não questões de escala e de distribuição.

Andrade *et al*. (2006) reforçam que as soluções devem ser buscadas dentro da ordem descrita de prioridade: em primeiro lugar, é preciso definir a escala; em seguida a distribuição (definição de direitos e deveres). Estas duas definições devem condicionar o quadro regulatório dentro do qual deverá operar o mercado de alocação.

Para Daly & Farley (2004), a forma de fazer com que os preços reflitam os valores de uma distribuição justa e de uma escala sustentável é impor restrições quantitativas ao mercado, no âmbito macro, que reflitam valores sociais de justiça e sustentabilidade. A partir daí, o mercado recalcula os preços alocativos, consistentes com tais restrições, "internalizando" assim esses valores sociais nos preços. Segundo os autores, uma boa forma de estabelecer tais limites quantitativos é o estabelecimento de quotas.

Para esses autores, as políticas ambientais estão inerentemente relacionadas à escala, podendo abordá-la de forma direta ou tangencialmente. Em seu livro, discutem quatro tipos de políticas que afetam a escala: regulação direta, taxas pigouvianas, subsídios pigouvianos e permissões comercializáveis.

Tratando de fazer a leitura da reserva legal sob a ótica da Economia Ecológica, no que diz respeito à escala, a legislação brasileira fixa a reserva legal, de acordo com os diferentes biomas brasileiros, nas proporções já relatadas anteriormente: 80% para as áreas de Floresta na Amazônia, 35% para as áreas de Cerrado na Amazônia e 20% para as demais regiões do Brasil. Das áreas de reserva legal estão excluídas as áreas de

preservação permanentes (APPs), ou seja, esse percentual é adicional as APPs que devem ser mantidas[17]. Isto equivale a dizer que a escala considerada sustentável para uso agropecuário, no Estado de São Paulo, por lei, é de 80% da área total das propriedades, excluídas as APPs.

Tais limites têm gerado acaloradas discussões. Embora a Economia Ecológica entenda que são fatores ligados a resiliência dos ecossistemas que deveriam ser considerados na definição da escala – e que, portanto, parâmetros biofísicos deveriam guiar sua determinação -, reconhece que os limites impostos devem refletir acordos sociais entre os envolvidos, no caso, a comunidade científica, produtores, políticos e comunidade em geral. Entretanto, a grande controvérsia que cerca os limites estabelecidos para a reserva legal brasileira mostra que tais acordos ainda estão longe de serem alcançados.

Em relação à distribuição, o Código Florestal estabelece algumas concessões para a pequena propriedade: i) a elas se admite o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de reserva legal, sempre que a soma da vegetação nativa em área de preservação permanente e reserva legal exceder a vinte e cinco por cento da área da propriedade, tratando-se do Estado de São Paulo; ii) permite-se-lhe, para cumprimento da manutenção ou compensação da área de reserva legal, o cômputo de plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas; iii) a averbação da reserva legal da pequena propriedade ou posse rural familiar é gratuita, devendo o Poder Público prestar-lhe apoio técnico e jurídico, além de ditar que sejam simplificados os procedimentos para a comprovação da necessidade de conversão.

Cumpre conhecer se as considerações previstas pela lei em relação à pequena propriedade permitem uma distribuição que possa ser considerada justa, em termos do

[17] Existem algumas ressalvas, já discutidas anteriormente.

impacto da reserva legal sobre a sua renda, comparativamente a outros tipos de unidades de produção.

Além da divisão do ônus entre os distintos tipos de produtores rurais, uma distribuição justa também diz respeito à participação dos outros segmentos da sociedade nos custos da preservação, já que todos se beneficiam dos serviços ambientais prestados pelas florestas. Benefícios e custos também se estendem para as gerações futuras, quando há justiça distributiva.

Para analisar a equidade da distribuição dos custos oriundos da legislação sobre conservação da vegetação nativa do estado australiano de *New South Wales*, Sinden (2003) analisou como esses custos se distribuíam entre diferentes tipos de propriedades e entre as famílias rurais e urbanas. Concluiu que a legislação afeta, proporcionalmente, de forma muito mais acentuada os produtores mais pobres. Uma de suas principais conclusões se refere, entretanto, à desigualdade entre o que desembolsam as famílias rurais e as urbanas, com gastos referentes à proteção de recursos naturais. Enquanto as famílias rurais dispunham de 10% de seus ingressos, em média, para cumprir com a legislação sobre vegetação nativa, as urbanas despendiam apenas 0,5% de suas entradas com gastos relacionados à proteção da biodiversidade e à conservação do solo e da água.

Kaechele (2007), analisando o Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedades Rurais (SLAPR), instrumento da política ambiental do Estado de Mato Grosso, considera que a exigência de 80% da área como reserva legal não é uma distribuição justa, considerando as grandes diferenças que se observam entre as propriedades. Sua proposta vai no sentido da flexibilização na alocação das reservas legais, da compensação fora das propriedades e da remuneração aos produtores pelos serviços prestados pelas florestas.

Finalmente, uma vez definida a escala e estabelecidos os critérios para a distribuição dos direitos para uso agropecuário das terras, estes direitos podem ser negociados de modo a que sua alocação (produtiva) se faça de forma mais eficiente pelo mercado (KAECHELE, 2007; ANDRADE *et al*., 2006).

No caso da reserva legal, a alocação seria mais eficiente se permitisse utilizar a terra de acordo com a sua melhor capacidade. Assim, a possibilidade de que a reserva legal fosse compensada em locais onde o custo de oportunidade do uso da terra fosse menor, então aí se teria eficiência alocativa.

A legislação brasileira prevê a compensação em outra propriedade ou dentro de uma Unidade de Conservação Estadual. Kaechele (2007) propõe a criação de mercados para a compensação extrapropriedade, onde haveria proprietários demandantes e ofertantes. Kaechele (2007) propõe, ainda, o mecanismo de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos (PSE), que se trata da compensação direta entre usuários e provedores de serviços ecossistêmicos concretos.

Castanho Filho (2009) reforça que o ônus da conservação da vegetação nativa e da consequente produção de serviços ecossistêmicos não deve recair exclusivamente sobre os proprietários rurais. Por outro lado, a disponibilização de bens e serviços ecossistêmicos (produção de água, biodiversidade, ciclo hidrológico, controle climático, reabilitação de processos ecológicos e ciclagem de nutrientes) permanece dentro da lógica dos bens públicos, embora convivam ambos no mesmo espaço produtivo. Para o autor, uma forma de dar início a uma política pública de pagamentos por serviços ecossistêmicos seria utilizar valores baseados no custo de oportunidade médio das terras. Para o Estado de São Paulo, esse valor foi calculado em R$ 273,14 por hectare (CASTANHO FILHO *et al*., 2009), que corresponde ao valor do arrendamento médio obtido pelas atividades agropecuárias do Estado. Esse valor foi ponderado entre pecuária (54%) e algumas culturas escolhidas - cana, milho, soja e arroz (46%), para 2008. Para os autores, esse valor está subavaliado já que o peso da pecuária é muito grande na média, mas, reflete a distribuição das atividades de ocupação do solo no Estado de São Paulo.

Igliori *et al*. (2007) tratam da criação de mercados para reservas de vegetação nativa, como instrumento para incentivar a sua conservação em propriedades privadas do Estado de Goiás. Nestes mercados, os demandantes seriam proprietários rurais que não estão de acordo com a exigência de reserva legal estabelecida pelo Código Florestal, ou

seja, aqueles que possuem menos de 20% da área de suas propriedades ocupadas com vegetação nativa. Eles poderiam atender à legislação comprando os "serviços" florestais em outras propriedades que possuam mais de 20% com cobertura de vegetação nativa. Os ofertantes seriam proprietários em áreas com menores vantagens comparativas em atividades agrícolas e, como consequência, menores custos relativos de oportunidade para manterem áreas sob vegetação nativa. Para os autores, este sistema reduziria o custo da conservação, aumentando a qualidade ambiental das áreas protegidas. Ao mesmo tempo, seria uma forma de remunerar proprietários pelos custos de conservação. A implementação de mercados para serviços ambientais, providos por áreas de vegetação nativa em larga escala, tem, segundo os autores, o potencial de provocar impactos substanciais no meio ambiente, no padrão regional da renda e em alternativas para o desenvolvimento econômico local.

Outra possibilidade, ainda pouco estudada, no que tange à alocação, seria fazer da reserva legal uma atividade produtiva (produção de madeira, lenha e outros produtos não madeireiros), através do manejo sustentável permitido por lei. Os recursos das propriedades seriam então alocados pelas regras de mercado segundo o portfólio de atividades possível em cada região.

Enfim, a título de arremate: i) nesta tese, admite-se a escala como aquela dada pela legislação para o Estado de São Paulo, ou seja, os 20% da área total das propriedades devem ser deixados a título de reserva legal, com as devidas ressalvas para a pequena propriedade; ii) o impacto econômico da reserva legal sobre os diferentes tipos de propriedades será o fator a ser empregado para tecer considerações acerca da equidade na distribuição dos custos da política de reserva legal; iii) ao analisar cenários onde se inclui o modelo do LERF de manejo da reserva legal com fins econômicos, vai se tratar da questão da alocação dos recursos no âmbito das unidades produtivas; e iv) ao se considerar a possibilidade de criação de um mercado da reserva legal entre os diferentes tipos de unidades produtivas, também se trata do tema da alocação.

1.4 POLÍTICA AMBIENTAL E SEUS INSTRUMENTOS

O intenso debate acerca da degradação do meio ambiente passa pela reconhecida necessidade de se tomarem medidas para proteção dos ecossistemas, compatibilizando a sua preservação com os objetivos de desenvolvimento econômico.

Para tanto, a ciência econômica oferece um instrumental analítico que pode auxiliar na proteção dos ecossistemas e seus serviços. As ferramentas econômicas se consubstanciam na chamada *Política Ambiental*, cujo objetivo principal é " ... induzir ou forçar os agentes econômicos a adotarem posturas e procedimentos menos agressivos ao meio ambiente, ou seja, reduzir a quantidade de poluentes lançados no ambiente e minimizar a depleção dos recursos naturais" (LUSTOSA *et al*., 2003, p. 139).

Margulis (1996) enfatiza que, dada a escassez de recursos, os governos devem restringir (focar) seu espectro de ação. As políticas ambientais, portanto, deveriam estabelecer prioridades para os diversos problemas e intervenções. Para o autor, os critérios geralmente usados na hierarquização dos problemas ambientais são os ecológicos, os sociais e os econômicos, mas admite que, em última instância a decisão quanto a prioridades é sempre um processo político.

Para implementar as políticas, os governos consideram o cumprimento dos seguintes objetivos: i) conveniência (a intervenção governamental se justifica?); ii) eficácia (é provável que a política alcance seu objetivo?); iii) eficiência (os benefícios da política excedem os custos?); iv) equidade (como se dará a distribuição dos benefícios e custos?) (SINDEN, 2003).

Daly e Farley (2004) descrevem seis princípios para o desenho de políticas econômicas: i) para cada objetivo independente perseguido pela política, requer-se um instrumento independente; ii) as políticas devem buscar alcançar o grau necessário de controle no nível macro, com o mínimo sacrifício da liberdade no nível micro; iii) as políticas devem admitir uma margem de erro quando tratam com o meio ambiente físico; iv) as políticas devem reconhecer como ponto de partida as condições históricas dadas; v)

as políticas devem ser hábeis para se adaptar a mudanças nas condições; vi) as políticas devem ser desenhadas dentro do domínio onde se dão as causas e efeitos que elas perseguem (princípio da subsidiariedade), o que equivale a dizer que o problema deve ser tratado no menor domínio em que ele possa ser resolvido.

As políticas ambientais postas em prática internacionalmente têm se centrado em dois tipos de instrumentos: i) mecanismos de regulação direta, também conhecidos como instrumentos de comando e controle (C&C), na medida em que determinam uma intervenção direta sobre a ação ambiental dos agentes econômicos; ii) instrumentos econômicos (IE), que se caracterizam por mecanismos de mercado que afetam o cálculo de custos e benefícios do agente econômico em relação ao meio ambiente, influenciando suas decisões (ASSIS, 2006). São as políticas de comando e controle que têm sido praticadas, de modo preferencial, no âmbito internacional (ALMEIDA, 1998).

No caso da proteção da vegetação nativa, Sinden (2003) cita três tipos de políticas: i) incentivos ("desincentivos") monetários; ii) regulações que restrinjam atividades nas propriedades e que obriguem medidas de preservação; iii) mudanças nos direitos de propriedade. Analisando o caso australiano, o autor explicita que os incentivos monetários (assistência financeira, juros subsidiados, redução de impostos, etc), se bem vêm assumindo uma importante posição na economia, têm tido um papel menor quando se trata da gestão ambiental. As regulações podem se constituir numa forma de assegurar patamares mínimos de conservação, mas podem priorizar a eficácia em detrimento dos objetivos de eficiência e equidade. Já as alterações nos direitos de propriedade (que incluem contratos, servidões, acordos de manejo, assim como o desenvolvimento de sistemas de direitos intercambiáveis) poderiam limitar o desmatamento, a um menor custo para a comunidade.

Os instrumentos de comando e controle são determinados legalmente e, como exposto, dizem respeito ao controle/monitoramento direto sobre os agentes (firmas ou famílias) que causem danos ao meio ambiente. Os órgãos ambientais determinam os padrões a serem seguidos, cabendo ao órgão regulador o estabelecimento de normas,

procedimentos, bem como a fiscalização dos agentes envolvidos. Entre os instrumentos de comando e controle, Varela (2001) cita os padrões de emissão, estabelecimento de quotas, rodízios de automóveis, zoneamentos, etc.

Daly & Farley (2004), ao enfaticamente colocarem a relevância da determinação de uma escala sustentável pela Economia Ecológica, consideram que os instrumentos regulatórios são uma das melhores formas para se alcançar os requerimentos biológicos dos ecossistemas. Tais instrumentos de comando e controle podem ter várias formas, que vão desde o banimento de produtos poluentes muito tóxicos, passando pela limitação nas emissões de poluentes, limites nas quantidades e épocas de extrativismo, caça e pesca, etc.

Os instrumentos de comando e controle, portanto, induzem comportamentos de acordo com determinações do Estado. Eles podem ser eficazes no controle dos impactos ambientais, mas considera-se que têm a desvantagem, no caso da poluição ambiental, de tratar igualmente todos os agentes poluidores, desconsiderando-se suas diferenças, tais como porte e quantidade de poluentes emitidos. Além disso, a fiscalização do cumprimento das normas estabelecidas pode significar altos custos de manutenção.

As políticas de comando e controle admitem que o regulador tenha conhecimento dos limites a serem impostos. Entretanto, Alcoforado (2001) salienta que a própria comunidade científica reconhece a complexidade da problemática ambiental e a dificuldade no estabelecimento de tais limites. O autor considera que a abordagem de comando e controle pode: i) restringir a liberdade de iniciativa dos detentores de conhecimentos, que poderia permitir o aperfeiçoamento de inovações necessárias; ii) tratar igualmente os desiguais, o que pode limitar as motivações dos mais eficientes; iii) reduzir a competitividade no mercado externo, em relação a outros produtores não submetidos à mesma restrição.

Quanto aos instrumentos econômicos, também conhecidos como instrumentos de mercado, eles têm por objetivo usar as forças de mercado para encorajar produtores e consumidores a limitar a poluição e a evitar a degradação dos recursos naturais. Eles

visam à formação de incentivos para que os agentes poluidores internalizem custos ambientais (ou externalidades) que normalmente não seriam contabilizados em sua estrutura de custos na ausência de tais incentivos (LUSTOSA *et al*., 2003). Para Motta & Mendes (2001), os instrumentos econômicos são considerados uma abordagem complementar e mais eficiente de política ambiental. Dentre as suas vantagens, pode-se citar o fato de que diferenças de custo e controle entre os agentes são consideradas, além do que se evitam dispêndios judiciais para aplicação de penalidades. Exemplos típicos são as cobranças sobre emissões de poluentes nas águas e cobranças de entradas em parques naturais, de modo a se ter um uso racional.

Assis (2006) chama a atenção para o fato que os instrumentos econômicos podem ser de dois tipos: os que configuram gastos para o agente regulador (Estado), ou os que lhes geram recursos. O primeiro tipo seria constituído por subsídios na forma de subvenções, incentivos fiscais ou empréstimos subsidiados, concedidos com o intuito de incentivar os agentes econômicos a adotarem o padrão ambiental fixado, enquanto que o segundo aparece na forma de taxas e tarifas ou via comercialização de licenças de poluição, os quais representam, na prática, o estabelecimento de um "preço" pela poluição.

Nos instrumentos baseados na “criação” (simulação) de mercados, o Estado pode estabelecer determinadas regras com respeito à qualidade ambiental e deixar que surjam em seguida os mercados correspondentes, de modo que os agentes afetados definam sua conduta. Isto porque os mercados tradicionais não consideram os serviços ecossistêmicos nas transações econômicas, pois eles são considerados “disponíveis” (gratuitos) na natureza. Todavia, o fato de não serem precificados como outro bem ou serviço faz com que não haja incentivos para sua preservação, levando à sobre-exploração e, muitas vezes, à sua perda total. Lant *et al*. (2008) afirmam que a degradação dos fluxos de serviços ecossistêmicos faz parte de uma armadilha social em que as falhas nas leis de propriedade comunal e os incentivos econômicos que abrangem apenas bens e serviços transacionados

nos mercados são responsáveis pela destruição dos serviços de suporte à vida oferecidos "gratuitamente" pelos ecossistemas.

A "criação" de mercado consiste na aplicação de instrumentos que tenham a capacidade de simular artificialmente um mercado (para a poluição, por exemplo). Os agentes podem comprar ou vender direitos (cotas) de poluição de fato ou potencial, transferir riscos associados a danos ambientais para terceiros e vender resíduos do processo de fabricação (ALMEIDA, 1998). Trata-se, portanto, de fazer os poluidores comprarem direitos de poluição, ou venderem esses direitos a outros setores/agentes. Entre os principais instrumentos empregados estão as licenças negociáveis de poluição, os sistemas de depósito-reembolso e os seguros ambientais.

Autores como Igliori *et al*. (2007) e Kaechelle (2007) discutem a criação de mercados para reservas de vegetação nativa. Em tais mercados, como expresso anteriormente, os demandantes seriam proprietários rurais com passivo de reserva legal na proporção exigida por lei. Os ofertantes seriam proprietários que possuam áreas de reserva legal que ultrapassem os limites legais. Estes últimos, em geral, por estarem localizados em áreas de menor aptidão agrícola, teriam menores custos relativos de oportunidade para manterem áreas sob vegetação nativa. A implementação de mercados para serviços ambientais, providos por áreas de vegetação nativa em larga escala, tem, segundo os autores, o potencial de provocar impactos substanciais no meio ambiente, no padrão regional da renda e em alternativas para o desenvolvimento econômico local.

Para Motta (1996), uma das vantagens dos sistemas de criação de mercados é que eles reduzem a burocracia e a participação do governo no processo, representando uma descentralização que é especialmente importante nas economias de alto crescimento, onde os mecanismos regulatórios poderiam se constituir num tipo de "arrasto".

Entretanto, Mayrand & Paquin (2004) recordam que os mercados são imperfeitos – neles existem custos de transação, assimetrias de informação, indefinição de direitos de propriedade e outros fatores que alteram o seu equilíbrio. O Estado intervém nos mercados como ente regulador e fiscalizador: a presença de instituições do Estado na

constituição do mercado contribuiria para a redução dos custos de transação e para esclarecer os direitos de propriedade que afetam a designação de recursos.

Os instrumentos baseados na criação/simulação de mercado podem incentivar a conservar as florestas e podem trazer resultados mais rápidos que os mecanismos de comando e controle (PAGIOLA *et al*., 2005, citado por ANDRADE, 2007). O Pagamento por Serviços Ecossistêmicos (PSE), enquanto instrumento que visa à simulação de um mercado para tais serviços, tem sido apontado como um mecanismo com potencial para redução da depleção dos ecossistemas, como já se fez menção anteriormente.

Independente do tipo de instrumento de política ambiental utilizado, este idealmente deve seguir os seguintes princípios: i) ser custo-efetivo; ii) demandar minimamente o governo; iii) fornecer sinais claros ao público de que as metas ambientais estabelecidas serão cumpridas; iv) utilizar prevenção à poluição sempre que possível; v) considerar temas de equidade e justiça ambiental; vi) ser adaptável a mudanças; vii) estimular a inovação e difusão tecnológica (U.S. CONGRESS, 1995).

Todavia, há o debate sobre a superioridade dos instrumentos econômicos sobre os instrumentos de regulação direta, sendo os primeiros largamente promovidos como instrumentos efetivos de política ambiental (CLINCH & GOOCH, 2001). O principal argumento em prol dos instrumentos econômicos é a sua suposta flexibilidade, ao permitir ao agente poluidor responder aos estímulos no tempo e da maneira que melhor lhe convir economicamente (ALMEIDA, 1998).

Motta (1996), entretanto, questiona: IE ou C&C? Para o autor, um pressuposto comum em relação aos IE's é que eles constituiriam um substituto imediato para os "ineficientes e ultrapassados procedimentos regulatórios do tipo C&C". Admite, entretanto, que a oportunidade desta substituição não era consenso na América Latina e no Caribe (ALC). Os IE's constituir-se-iam numa iniciativa importante dentro da ALC, mas a motivação predominante para implementação dos IE's era, assim como nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), gerar receita. Assim, na ALC não existiria o conflito entre opções por um ou outro tipo de instrumento,

mas uma busca por uma complementaridade entre mecanismos de IE e C&C. Tratando da ALC, o autor considera necessários alguns elementos regulatórios, assim como o fortalecimento da base institucional dos países como pré-requisito para a implementação dos IEs.

Há muitos exemplos de conjugação de políticas. Nos EUA, por exemplo, a Agência de Proteção Ambiental centrou, até a década de 1980, a sua política ambiental nos mecanismos tradicionais de comando e controle, representados pelos padrões de poluição e por multas impostas às empresas poluidoras. Na década de 1990 implementou instrumentos econômicos de mercado, na forma de taxas impostas às empresas, e que variam em função das quantidades incrementais de poluição geradas por cada organização. Esta última alternativa possibilita um ganho econômico para as empresas menos poluentes e eleva os custos das outras. Também nesse contexto estão as permissões negociáveis de óxido de enxofre que foram implementadas, que favoreceram as empresas menos poluidoras, permitindo que elas pudessem vender parte de suas quotas, para outras mais poluentes. Entretanto, isto não significou o abandono das políticas de comando e controle, mas sua complementação pelos mecanismos de mercado (DEMAJOROVIC, 2003).

Para Barde & Smith (1997), argumentos teóricos sugeririam que os ganhos com a utilização dos instrumentos econômicos seriam substanciais - na forma de maior flexibilidade, menores custos e incentivo à inovação – comparativamente às convencionais regulações do tipo comando e controle. O exemplo típico, as taxas sobre emissões, se adequadamente fixadas, deveriam minimizar o custo da redução da poluição entre os poluidores, movendo tais reduções para onde os custos marginais de abatimento são mínimos, o mesmo valendo para as permissões comercializáveis. Uma revisão feita por esses autores sobre os resultados de onze estudos conduzidos em países da OCDE - que simularam a redução da poluição do ar - encontrou que os custos para atingir um dado objetivo ambiental foram, na média, seis vezes maiores quando se usaram políticas de C&C do que quando se empregaram instrumentos econômicos como taxas sobre emissões

e permissões negociáveis. Os autores alertam que, entretanto, as simulações não são suficientes para afirmar que tais ganhos se dêem, efetivamente, na prática, já que poucos estudos *ex post* têm sido feitos. Avaliações sistemáticas sobre políticas ambientais – e mesmo sobre políticas governamentais em geral – são relativamente raras.

Outro fato a destacar é que, em vários dos casos analisados por Barde & Smith (1997), foram empregadas combinações de políticas, como regulações diretas e instrumentos econômicos, o que dificulta individualizar os seus impactos. Além disso, os autores chamam a atenção para que, em alguns países, após as taxas terem sido anunciadas, mas antes mesmo de haverem sido postas em prática, a maioria das empresas e das municipalidades havia modificado de alguma forma a poluição, em antecipação às cobranças. Este fato parece indicar que a "ameaça" das cobranças serviu para induzir a redução da poluição. Em outros casos, o incentivo à redução da poluição se deu em face à cobrança diferenciada, com redução das taxas para os menos poluidores. Admitem que, mesmo que seja difícil atribuir o efeito à cobrança das taxas - dado o pacote total de políticas envolvidas - as cobranças tiveram, sim, um impacto substancial no comportamento dos agentes. Os exemplos apresentados combinados com outras evidências disponíveis permitiram aos autores sugerirem que os instrumentos econômicos têm, em geral, boa *performance*, mas alertam para o fato de que, de modo geral, os resultados de políticas são raramente avaliados sistematicamente.

Young (1995) citado por Sinden (2003) - ao tratar da legislação sobre proteção das florestas da Austrália - argumenta que a biodiversidade pode ser conservada com maior eficiência por uma combinação das reservas governamentais e de políticas que encorajem mudanças no uso das terras particulares. Considera que um *mix* de políticas deve ser preferido, de modo a atingir o objetivo de conservação. Medidas de política econômica, combinadas com aquelas que permitem alterações nos direitos de propriedade, arranjos institucionais e regulações legais, podem agir simultaneamente para a consecução dos objetivos. Além disso, Sinden (2003) considera que há que se construir a confiança entre as comunidades de agricultores, governos e grupos de interesse urbanos.

Dois exemplos internacionais de políticas que visam à conservação da vegetação nativa são abordados no próximo item.

1.5 POLÍTICA AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA: ALGUNS EXEMPLOS

Siqueira & Nogueira (2004) afirmam que não há na literatura que trata de instrumentos de política ambiental nada que se assemelhe ao Código Florestal brasileiro, no que diz respeito à conservação de florestas em terras privadas. Os autores citam, entretanto, dois mecanismos internacionais que se aproximam do Código: a política florestal chinesa dos anos 1970 e o *Native Vegetation Conservation Act No. 133*, implementado em 1997 pelo estado australiano de *New South Wales* (NSW).

1.5.1 O Caso Chinês

Frente ao grande aumento populacional e aos graves problemas oriundos da degradação ambiental, no início da década de 1970 o governo Chinês modificou sua política florestal. De acordo com essa lei, em todo o nordeste do país o corte raso só era permitido em extensões menores do que 10 hectares (SHAO & ZHAO, 1999, citados por ZHANG *et al.*, 2000). Esta proibição, entretanto, não surtiu efeito no padrão de exploração florestal vigente e na contínua perda e fragmentação dos ecossistemas florestais chineses (ZHANG *et al.*, 2000).

Reconhecendo a ineficácia da antiga política, em 1998 o governo chinês estabeleceu o *Natural Forest Conservation Program* (NFCP), que articula a nova política florestal do país. Os objetivos do programa são: i) restaurar as florestas naturais em áreas ecologicamente sensíveis; ii) plantar florestas para proteção do solo e da água; iii) aumentar a produção de madeira nas florestas plantadas; iv) proteger as florestas naturais existentes do desmatamento excessivo; v) manter a política de uso múltiplo nas florestas

naturais. O programa se aplica a dezoito províncias e regiões autônomas, o que representa a maior parte do território chinês. A área abarcada pelo NFCP contém as regiões que abrigam as nascentes dos maiores rios do país, incluindo os famosos rios Amarelo e Yangtze, áreas que vêm sofrendo massiva degradação ambiental nos últimos 50 anos (ZHANG *et al*., 2000).

O programa chinês prevê a conversão de 16 milhões de hectares de terras agrícolas marginais em florestas e a regeneração de 39 milhões de hectares de florestas degradadas (naturais e plantadas), de modo a atingir uma cobertura florestal de 19% da área total. Espera-se que as áreas de floresta natural ocupem 8% da área nacional. Para gerenciar o programa foi criada uma agência governamental, o *Center for Natural Forest Conservation and Management* (CNFCM), que atua sob a *State Forestry Administration*. A nova agência aplica uma combinação de políticas públicas, entre as quais: i) treinamento técnico e educação em diversos níveis, desde líderes provinciais, agentes florestais e quadros locais formados por técnicos e agricultores; ii) planejamento do manejo da terra; iii) mandatos de conversão de terras agrícolas marginais em florestas; iv) re-assentamento dos moradores da floresta, que serão treinados para diferentes empregos. Os trabalhadores que voluntariamente se dispuserem ao re-assentamento receberão um subsídio três vezes maior que seus salários anuais; v) através de contratos com a população local, permissão de manejo e criação/exploração de produtos não madeireiros das florestas naturais em áreas do governo, em contrapartida da sua proteção contra incêndios e derrubada ilegal; vi) expansão das pesquisas na área florestal. Enfim, trata-se de um programa que visa proteger as florestas naturais e desenvolver plantações, que se utiliza de instrumentos de diferentes naturezas.

Na opinião de Nogueira & Siqueira (2004), os instrumentos de compensação do programa chinês de 1998 deixam patente a percepção do governo de que a eficácia da política de conservação de florestas está vinculada à necessidade de compensar, de alguma forma, os agentes econômicos prejudicados com a mudança de política. A

regulação da década de 1970 não se mostrou capaz de reduzir o desmatamento ilegal, mesmo neste regime de características autoritárias.

1.5.2 O Caso Australiano

No caso australiano, os objetivos do *Native Vegetation Conservation Act* de 1997 eram, de acordo com os princípios do desenvolvimento ecologicamente sustentável: i) assegurar a conservação e manejo da vegetação nativa em base regional; ii) encorajar e promover o manejo da vegetação nativa de acordo com os interesses sociais, econômicos e ambientais do Estado; iii) proteger a vegetação nativa considerada de grande valor de conservação; iv) melhorar as condições da vegetação nativa existente; v) encorajar a "revegetação" das terras, e sua reabilitação, com vegetação nativa apropriada; vi) prevenir cortes inapropriados da vegetação; vii) divulgar e promover a importância da vegetação nativa (NEW SOUTH WALES, 1997). No caso australiano, entre a vegetação nativa estão incluídas não somente espécies arbóreas, mas também coberturas herbáceas e plantas de alagadiços.

O *Native Vegetation Conservation Act No. 133* impede a retirada da vegetação nativa em terras privadas embora permita, especificamente, algum desmatamento (*clearing)*, cuja possibilidade está vinculada às chamadas concessões para desenvolvimento (*development consent)* definidas em outras leis, bem como a um plano regional de manejo de vegetação, elaborado por um "comitê regional de manejo da vegetação", composto por representantes dos proprietários das terras, da sociedade civil e do governo. A lei australiana possui ainda toda uma seção definindo o chamado acordo de propriedade (*property agreement)* que tem os objetivos explícitos de promover uma adoção integrada e de desenvolver estratégias apropriadas para adoção do manejo de vegetação nativa em terras privadas (NOGUEIRA & SIQUEIRA, 2004).

O *Native Vegetation Conservation Act* de *New South Wales* foi desenhado para prevenir o desmatamento inapropriado, manejar os remanescentes de vegetação nativa de

forma sustentável, prevenir perdas econômicas futuras, administrar de modo eficiente o manejo da vegetação nativa e encorajar o envolvimento dos proprietários e da comunidade no manejo da vegetação (SINDEN, 2003 citando o *NSW Department of Land and Water Conservation*, 1998). Este Ato havia sido precedido pela *State Environmental Planning Policy 46* (SEPP 46), de agosto de 1995, que tinha objetivos similares. Os proprietários não podem usar as áreas de matas e de pastagens nativas, exceto em algumas exceções. O uso somente pode se dar através da solicitação dos proprietários e posterior aprovação do Departamento de Conservação do Solo e da Água (DLWC, da sigla em inglês). O balanço entre proteção e desmatamento é determinado por comitês regionais - Comitê Regional de Manejo da Vegetação, estabelecido através do Ato - e que devem preparar os planos regionais de manejo. As questões de eficiência e equidade são assim remetidas ao nível do comitê e do planejamento regional.

Em seu trabalho, Sinden (2003) teve preocupação especial em estudar o cumprimento do objetivo relacionado à equidade, no caso australiano. Para tanto, analisou os custos oriundos da legislação que atingiam os proprietários: perdas nos ingressos, redução do valor da terra, custos de manutenção das áreas de conservação e outros que acompanham as exigências do DLWC para permitir o uso das terras com vegetação nativa, além de tratar de identificar a disposição dos proprietários em proteger a vegetação nativa, em face de tais custos. Também analisou como estes custos se distribuíam entre diferentes tipos de propriedades e entre as famílias rurais e urbanas. O autor justificou seu trabalho frente à limitada literatura que analisa os custos em que incorrem aos proprietários para se conservar a vegetação natural nas propriedades.

O autor avaliou que os produtores de gado seriam os mais afetados com o Ato, comparativamente aos que produziam grãos e algodão, pois os pecuaristas detinham maior extensão de vegetação nativa com restrição de desmatamento, e maior dificuldade em sustentar os custos, dado apresentarem os ingressos mais baixos. Assim, seriam os produtores mais pobres os mais fortemente impactados com o Ato. Em relação aos preços pagos pelas terras, o Ato contribuiria para a sua redução em cerca de 20%.

Em relação ao impacto sobre a renda dos produtores, Sinden estimou que uma redução de 10% sobre a margem bruta média das famílias rurais, no ano 2000, pudesse ser atribuída ao Ato. Estabeleceu então uma comparação com uma família urbana de 3,5 pessoas, com 1,5 adultos empregados e recebendo salários médios regionais. A família urbana pagaria aproximadamente 0,5% de seus ingressos com gastos relacionados à proteção da biodiversidade e conservação do solo e da água[18]. Assim, segundo Sinden (2003), a contribuição da família rural para a conservação é muito maior que a da família urbana, não contribuindo o Ato ao objetivo de equidade.

1.6 CONCLUSÃO

O que sugere a literatura é que instrumentos de comando e controle, aplicados isoladamente, não têm sido eficazes na resolução dos problemas ambientais. O que vem acontecendo no Brasil, com respeito à reserva legal, parece corroborar essa posição.

Sendo, nesta tese, central a preocupação com a questão da distribuição dos custos da reserva legal, o passo inicial do estudo consistiu em conhecer as características produtivas da Microbacia do Oriçanga, de modo especial a diversidade das unidades de produção agropecuária, as suas condições atuais em termos de conservação da vegetação nativa e as características da área e dos tipos de unidades produtivas em termos de aptidão das suas terras. Tal estudo é apresentado no Capítulo 2.

[18] Valores estimados para famílias de 3,5 pessoas, com base nos gastos nacionais das famílias, governo e indústria, em 1995-96, com proteção da biodiversidade e conservação dos solos e das águas.

CAPÍTULO 2: TIPOLOGIA DE UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA

2.1 INTRODUÇÃO

O ponto de partida para a formulação de políticas públicas efetivas é o conhecimento das diferenças e especificidades regionais, assim como dos agentes envolvidos. As políticas voltadas à agricultura, para garantir sua sustentabilidade, devem considerar aspectos sociais, econômicos, culturais e ambientais. Para Sachs (2004), merecem a denominação de desenvolvimento apenas as ações que promovam o crescimento econômico com impactos positivos em termos sociais e ambientais.

Deste modo, a elaboração de uma tipologia das unidades de produçãoagropecuária da Microbacia do Rio Oriçanga constituiu-se na etapa inicial do trabalho de avaliação do impacto econômico da reserva legal florestal sobre as unidade produtivas da região, de modo a verificar se os mesmos podem ser considerados equitativos.

Este capítulo tem como objetivos principais: i) elaborar uma tipologia de unidades de produção agropecuária da Microbacia do Rio Oriçanga; ii) mapear os remanescentes de vegetação natural, nas unidades de produção típicas, para estimar a área de APPs (com e sem vegetação natural) e as áreas de vegetação natural fora das APPs, que, em princípio, seriam passíveis de averbação como reserva legal; e iii) determinar a capacidade de uso das terras da região, para inferir sobre a adequação de seu uso atual e sobre a frequência de solos de baixa aptidão, onde fosse aconselhada a destinação para reserva legal.

Apresenta-se, inicialmente, uma breve revisão da literatura sobre o tema da tipificação. Em seguida, descrevem-se o material e método empregados, onde se incluem: a descrição da área de estudos; a técnica empregada para dimensionar as áreas de vegetação natural e para determinar a capacidade de uso dos solos; o processo de tipificação das UPAs, no que tange à análise estatística, base de dados e variáveis empregadas. Por fim, descrevem-se os resultados alcançados e as conclusões.

2.2 DIAGNÓSTICO REGIONAL E TIPIFICAÇÃO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Estudos acerca da diversidade da realidade agrícola de uma região são relevantes para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Dufumier (1990) enfatiza que a história de projetos de desenvolvimento na América Latina mostra que ações eficazes na agricultura somente se dão sob a base do prévio conhecimento científico das realidades agrárias nas quais se pretende trabalhar.

Para Campanhola & Graziano da Silva (2000), qualquer iniciativa de planejamento local deve-se iniciar pela regionalização socioeconômica e ambiental dos recursos disponíveis e pelo zoneamento territorial de modo a que se tenha uma ocupação organizada tanto local como regional, respeitando os princípios do desenvolvimento sustentável.

Schneider & Waquil (2001) destacam que um diagnóstico analítico e descritivo das regiões, das características dos municípios e das populações revela-se uma etapa fundamental para aportar conhecimentos que possam ser úteis ao planejamento e avaliação de ações que visem minimizar ou erradicar situações de desigualdade social no campo.

Diversos autores realizaram estudos de regionalizações, utilizando-se de análises multivariada, ou seja, de abordagens analíticas que consideram o comportamento de muitas variáveis simultaneamente. A maioria desses trabalhos utiliza dados censitários e emprega a análise fatorial (HOFFMANN, 1992) e esta associada à análise de agrupamento (FUENTES LLANILLO *et al*., 1993, 2006; SCHNEIDER & WAQUIL, 2001; LAURENTI, 2000; entre outros).

Analogamente, os temas da classificação e caracterização das unidades de produção agrícolas - empregando técnicas de análise multivariada -, têm sido bastante estudados. Escobar & Berdegué (1990) relatam uma série de aplicações de técnicas de tipificação e classificação de propriedades agropecuárias, principalmente com o objetivo

de definir políticas de pesquisa e transferência de tecnologias e para a gestão de projetos de pesquisa em sistemas de produção agrícola.

Entre os métodos de análise multivariada empregados para tipificação de produtores rurais, está consagrado o uso da análise fatorial com a finalidade de reduzir um grande número de variáveis a um pequeno número de fatores, seguida da análise de conglomerados aplicada sobre estes fatores - com o fim de identificar os grupos relativamente homogêneos. Diversos autores empregaram estas técnicas para classificar unidades de produção agropecuária, com diferentes objetivos e empregando distintas fontes de dados. Entre esses autores podem-se destacar Francisco & Pino (2000), que, utilizando-se de dados do Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária[19] (LUPA) de 1995/96[20], trataram da questão teórica de como construir estratos, e a aplicaram a um estudo de caso, o das estatísticas agrícolas do Estado de São Paulo, com o intuito de orientar levantamentos por amostragem no Estado de São Paulo e estabelecer um Sistema Estadual de Informação Estatística do Agronegócio; Zaroni & Carmo (2006), que utilizaram a análise fatorial de correspondência múltipla seguida de um método de classificação hierárquica ascendente para estimar os estágios de modernização da agricultura, analisando dados provenientes de amostras de estabelecimentos familiares dos municípios de Leme e Itapeva, no estado de São Paulo; e Carmo & Comitre (2002), que, para analisar a adequação das políticas públicas na conservação dos remanescentes de cerrado de domínio privado no Estado de São Paulo, construíram uma tipologia das propriedades dos entornos das manchas de cerrado selecionadas, utilizando dados do LUPA e a metodologia de análise fatorial de correspondência múltipla seguida da classificação hierárquica ascendente.

---

[19] A Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA) realizou, em 1995-96, o Levantamento Censitário de Unidades Agropecuárias (LUPA), através do Instituto de Economia Agrícola (IEA) e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). Em 2007/2008, a CATI e o IEA realizaram um novo levantamento no Estado de São Paulo, atualizando os dados cadastrais e outros relativos à propriedade, ao produtor e à produção.

[20] Projeto LUPA (PINO *et al*., 1997).

Também há relatos de trabalhos que combinaram o emprego da estatística multivariada com dados coletados através de reuniões com produtores, como Pizzol (2004), que desenvolveu um método de tipificação de sistemas de produção dividido em duas etapas, sendo a primeira fundamentada em grupos focais e a segunda, no emprego da análise discriminante para validar os resultados obtidos nas entrevistas em grupos.

Baseado nas experiências de tipificação descritas na literatura, este trabalho definiu uma tipologia de unidades produtivas agropecuárias a partir do emprego conjunto das técnicas estatísticas multivariadas de análise fatorial e de agrupamentos (*clusters*), cujo resultado foi validado no campo, através de uma série de reuniões com técnicos e agricultores locais.

Completaram a caracterização dos tipos de unidades de produção o estudo dos remanescentes florestais e a identificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Rio Oriçanga e dos tipos de UPAs encontrados.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Descrição da Área de Estudo

2.3.1.1 Localização e Indicadores Socioeconômicos

A Microbacia Hidrográfica do Rio Oriçanga é uma bacia de 6ª Ordem[21], com área de 51.828 ha, localizada na Bacia dos Rios Mogi Guaçu e Pardo, Estado de São Paulo

[21] A ordenação dos cursos de água, ou a também chamada hierarquia fluvial pelo conceito de Strahler, é explicada por Christofoletti (1980, p. 106 e 107): os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente. A ordenação proposta por Strahler elimina o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda a sua extensão e a necessidade de se refazer a numeração a cada confluência.

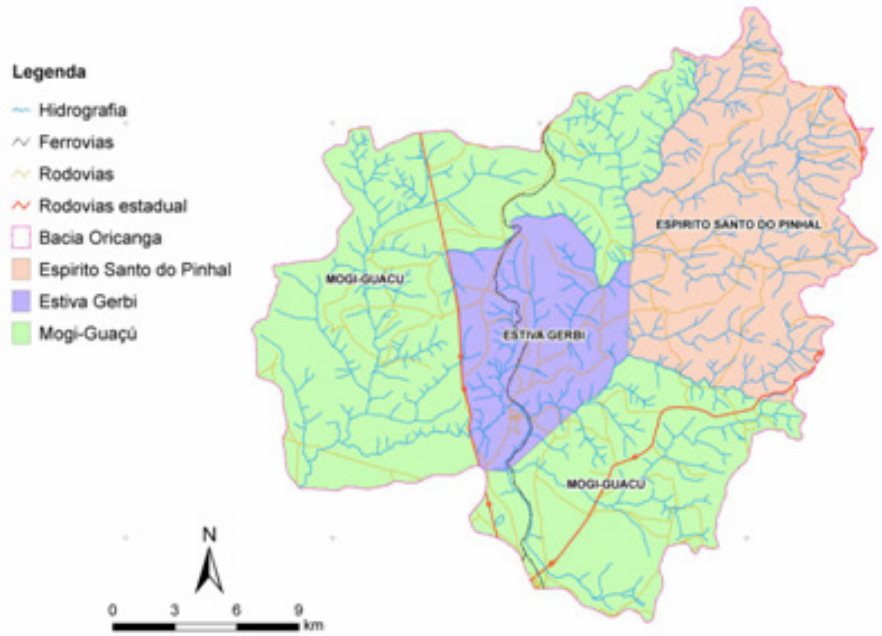
(Figura 1). Engloba porções dos municípios de Mogi Guaçu (perto de 37% de sua área total) e Espírito Santo do Pinhal (cerca de 38% da área total), e inclui todo o município de Estiva Gerbi (Figura 2). O Rio Oriçanga nasce entre os municípios de Aguaí e São João da Boa Vista, latitude 22º06'04" Sul e longitude 46º49'55" Oeste, tornando-se afluente do Rio Mogi Guaçu na latitude 22º18'08" Sul e longitude 47º02'48" Oeste.

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS DO RIO MOGI GUAÇU E PARDO E DO RIO ORIÇANGA

FONTE: Projeto EcoAgri (2009)[22].

[22] Trata-se de projeto financiado pela FAPESP intitulado "Diagnóstico ambiental da agricultura no Estado de São Paulo: bases para um desenvolvimento rural sustentável" – Projeto EcoAgri. Disponível em: <http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bacia_rio_pardo/95municipios.htm>.

FIGURA 2 – MUNICÍPIOS QUE FAZEM PARTE DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO



FONTE: Elaboração própria, a partir de dados do Projeto EcoAgri (2009).

Na Tabela 1 apresentam-se os dados de área, população e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) dos três municípios que compõem a Microbacia do Oriçanga. Mogi Guaçu é o maior deles, e o que ocupa melhor posição no *ranking* do IDHM estadual (IDH Estado de São Paulo=0,814).

TABELA 1 – ÁREA, POPULAÇÃO ESTIMADA E IDHM[1] DOS MUNICÍPIOS DE ESPÍRITO SANTO DO PINHAL, ESTIVA GERBI E MOGI GUAÇU, ESTADO DE SÃO PAULO

Município	**Área (km²) [2]**	**População (nº de pessoas) [3]**	**IDHM – 2000 [4]**	
			Índice Municipal	***Ranking* no Estado**
Espírito Santo do Pinhal	390	42.260	0,808	121
Estiva Gerbi	74	9.657	0,794	209
Mogi Guaçu	813	139.836	0,813	92

FONTE: [2] e [3] IBGE (2010a); [4] Fundação SEADE (2010).
NOTA: [1] Índice de Desenvolvimento Humano – Municipal; [3] População estimada em 2009.

A Tabela 2 contém os dados do Valor Adicionado (VA) dos setores de atividade econômica e do Produto Interno Bruto (PIB) de cada município.

TABELA 2 – VALOR ADICIONADO TOTAL, POR SETORES DE ATIVIDADE ECONÔMICA, PRODUTO INTERNO BRUTO TOTAL E *PER CAPITA* A PREÇOS CORRENTES: 2007[1] (EM MILHÕES R$)

Município	Valor Adicionado – VA (em milhões de R$)					PIB [3]	PIB *per Capita* [4] (em R$)
	Agropecuária	Indústria	Serviços		Total		
			Administração Pública	Total [2]			
Espírito Sto. do Pinhal	38,74	118,24	63,68	337,25	494,23	535,33	13.158,30
Estiva Gerbi	12,00	46,92	18,06	55,38	114,30	137,81	15.003,70
Mogi Guaçu	164,58	745,20	242,02	1.126,99	2.036,78	2.364,84	17.933,09
Estado de São Paulo	**14.956,57**	**225.125,05**	**67.321,89**	**519.980,79**	**760.062,40**	**902.784,27**	**22.667,25**

FONTE: Fundação SEADE (2007).
NOTA: [1] Dados sujeitos a revisão; [2] Inclui o VA da Administração Pública; [3] O PIB do Município é estimado somando os impostos ao VA total; e [4] O PIB *per Capita* foi calculado utilizando a população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

Mogi Guaçu é classificado como "município com perfil agropecuário com relevância no Estado", segundo a tipologia dos municípios paulistas baseada no PIB municipal (Fundação SEADE, 2009). Espírito Santo do Pinhal e Estiva Gerbi estão enquadrados, respectivamente, como municípios com perfil de serviços e industrial.

Deve-se deixar claro, entretanto, que o conjunto de municípios com perfil de serviços têm relativa importância na geração do VA da agropecuária paulista (21,9% do VA, para um total de 174 municípios), apesar dessa atividade não ter grande relevância para a produção econômica municipal. Já os 100 municípios enquadrados como "município com perfil industrial" (porém não com relevância no Estado), têm pouca importância na economia estadual (6,8% do PIB estadual). Observa-se, entretanto, que a participação desse último conjunto de municípios no VA paulista não é relativamente maior apenas na indústria (12,5%), mas também na agropecuária (12,0%). Isso ocorre devido à dinâmica agroindustrial de grande parte desses municípios do interior paulista, como é o caso do café, em Espírito Santo do Pinhal.

Outro fato a destacar é que, na agropecuária paulista, apesar da importância da cana-de-açúcar, são os municípios produtores de laranja os que assumiram as primeiras posições no *ranking* do valor adicionado do setor, em 2007 (Fundação SEADE, 2010). Esse fato decorre da grande concentração da produção dessa fruta em poucos municípios, o que levou Mogi Guaçu a ocupar a quarta posição na geração de valor da agropecuária

estadual, participando com 1,1% do valor adicionado da agropecuária paulista. Cabe ressaltar que o grau de concentração da produção agropecuária é pequeno, como mostra a participação dos dez maiores municípios no valor adicionado desse setor: menos de 12% (Tabela 3).

TABELA 3 – VALOR ADICIONADO DO SETOR AGROPECUÁRIO [(1)] E PARTICIPAÇÃO NO VALOR ADICIONADO TOTAL, MUNICÍPIOS SELECIONADOS DO ESTADO DE SÃO PAULO [(2)]: 2007

Municípios	VA da Agropecuária (em milhões R$ correntes)	Participação (%)	Participação Acumulada (%)
1. Aguaí	284,80	1,90	1,90
2. Casa Branca	275,47	1,84	3,75
3. Itapetininga	236,65	1,58	5,33
4. Mogi Guaçu	164,58	1,10	6,43
5. Itapeva	147,01	0,98	7,41
6. Itápolis	135,46	0,91	8,32
7. São Miguel Arcanjo	119,69	0,80	9,12
8. Morro Agudo	118,86	0,79	9,91
9. Botucatu	118,64	0,79	10,71
10. Limeira	116,48	0,78	11,48
Total do Estado	**14.956,57**	**100,00**	**100,00**

FONTE: Fundação SEADE (2010).
NOTA: [(1)] A preços correntes; e [(2)] Correspondem aos dez municípios com maior VA da Agropecuária.

2.3.1.2 Evolução do Uso dos Solos

A Microbacia do Oriçanga se constitui numa área de importância agrícola para o Estado de São Paulo. Pratica-se aí uma agricultura bastante diversificada, destacando-se bovinos de leite e de corte, café, cana-de-açúcar, citros, milho e olerícolas, especialmente o tomate. A variação do uso do solo da Microbacia entre 1988 e 2002 é resumida na Tabela 4.

TABELA 4 – VARIAÇÃO DO USO DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO

Uso	Período				Variação (2002/1988)
	1988		2002		
	Área (ha)	% Área total	Área (ha)	% Área total	
Cafeicultura	713	1%	1.844	4%	159%
Cana-de-açúcar	14.227	27%	18.184	35%	28%
Cultura anual	5.044	10%	2.538	5%	-50%
Cultura anual irrigada	133	0%	271	1%	104%
Fruticultura	3.359	6%	4.362	8%	30%
Pastagem	16.070	31%	11.148	22%	-31%
Silvicultura	2.902	6%	3.216	6%	11%
Vegetação natural	8.284	16%	8.353	16%	0,83%
Corpos d´água	490	1%	415	1%	-15%
Áreas urbanas	600	1%	1.491	3%	148%
Outros	6	0%	6	0%	0%
Total	**51.828**	**100**	**51.828**	**100**	**0%**

FONTE: Projeto EcoAgri (2009).

Os mais significativos incrementos percentuais de área no período se referem à cafeicultura, áreas urbanas e culturas anuais irrigadas, embora tais usos representem pequena extensão da microbacia. Houve, ainda, expansão da cana-de-açúcar na região durante o período, chegando esta cultura a ocupar 35% da área da microbacia em 2002. A vegetação natural teve discreto aumento no período, ocupando 16% da área da microbacia. Observou-se expressiva redução das áreas cobertas com pastagens e culturas anuais de sequeiro.

2.3.2 Classificação da Capacidade de Uso das Terras

2.3.2.1 Classificação da Capacidade de Uso das Terras da Microbacia do Rio Oriçanga

Para a elaboração da carta de Capacidade de Uso das Terras da microbacia adotou-se a metodologia proposta na 4ª aproximação brasileira do sistema de capacidade de uso (LEPSCH *et al*., 1983).

Na Tabela 5 pode-se visualizar a distribuição das classes de capacidade de uso das terras da Microbacia do Rio Oriçanga e a Figura 3 ilustra essa distribuição espacialmente.

A classificação da terra por capacidade de uso apresenta oito classes que podem ser subdivididas conforme limitações específicas. Estas classes atendem a indicações básicas de utilização. Quando indicadas para cultivos, podem ser especificadas segundo categorias de culturas anuais e perenes, pastagens e silvicultura. Pode-se considerar que a classificação é feita por limitações de uso. Assim, a Classe VIII contempla terras destinadas à proteção da fauna e flora, sendo impossibilitado seu uso com atividades antrópicas. A Classe I indica terras que, por não apresentarem limitações, são próprias para quaisquer utilizações, sendo por isso, preferencialmente, aconselhado seu uso com culturas anuais. A Classe V representa terras com capacidade restrita para uso agrícola, devido à deficiência de drenagem, sendo mais adequada para uso vegetativo com fins de preservação dos recursos hídricos. As outras cinco Classes (II, III, IV, VI e VII) apresentam comportamentos intermediários (NOGUEIRA, 2000).

Inicialmente, obteve-se uma matriz resultante da combinação dos planos de informação solo e declividade, e a partir desta, atribuíram-se, às respectivas classes de capacidade de uso, os seguintes fatores de limitação para as subclasses de capacidade de uso:

- f = limitação quanto à fertilidade (solos distróficos/álicos);
- p = limitação para mecanização devido a pedregosidade;
- e = suscetibilidade à erosão;
- r = limitação para mecanização e desenvolvimento radicular devido à profundidade efetiva;
- a = limitação devido a excesso de água (drenagem deficiente).

TABELA 5 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO

Classe de Uso	Área (ha)	% da Área
II	25.671,04	49,53
III	16.105,90	31,08
IV	5.207,71	10,05
V	2.503,38	4,83
VI	1.780,52	3,44
VII	214,53	0,41
Represa	48,29	0,09
Rio	0,01	0,00
Urbana	297,05	0,57
Total	**51.828,43**	**100%**

FONTE: Elaboração própria, a partir de dados do Projeto EcoAgri (2009).

Uma descrição sumária das classes de capacidade de uso das terras segundo Mendonça, Lombardi Neto & Viégas (2006) é apresentada no Quadro 1.

QUADRO 1 – DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS

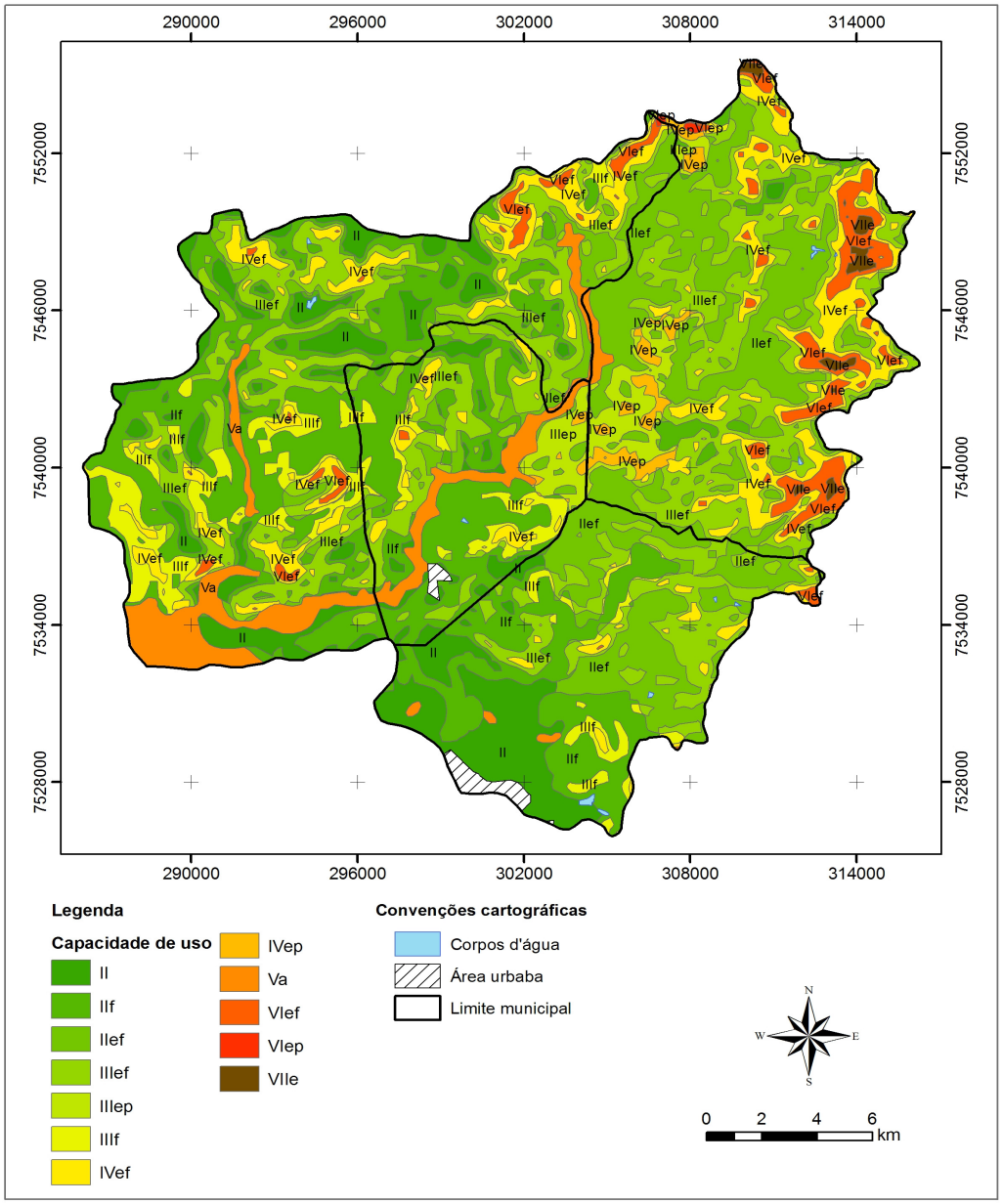
Classe II	Consiste em terras cultiváveis que exigem uma ou mais práticas especiais para serem cultivadas, segura e permanentemente, com produção entre médias e elevadas das culturas anuais.
Classe III	Terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens ou florestamento. Quando cultivadas sem cuidados especiais ficam sujeitas a riscos de depauperamento, principalmente com culturas anuais, visto apresentarem problemas complexos de conservação do solo.
Classe IV	Terras passíveis de utilização com culturas perenes, pastagens ou florestamento, porém apresentam riscos ou limitações permanentes muito severas; quando usadas para culturas anuais, apresentam sérios problemas de conservação do solo.
Classe V	Terras planas ou com declives muito suaves, praticamente livres de erosão. Adaptadas para pastagens sem necessidade de práticas especiais de conservação do solo e cultiváveis apenas em casos especiais.
Classe VI	Terras adaptadas, em geral, para pastagens e/ ou florestamento, com problemas simples de conservação, cultiváveis apenas em alguns casos especiais de algumas culturas protetoras do solo.
Classe VII	Terras com uso em pastagens, apresentando restrições mais severas que a classe anterior, sendo mais adaptadas ao florestamento; além de altamente susceptíveis à degradação, exigem práticas mais complexas de conservação do solo.
Classe VIII	Terras sem aptidão agrícola para cultivos, porém apropriadas para proteção e abrigo da flora e fauna silvestres, como ambiente para atividades de recreação e educação ambiental ou para fins de armazenamento de água.

FONTE: MENDONÇA, LOMBARDI NETO & VIÉGAS (2006).

Observa-se que a Microbacia se apresenta, em quase metade de sua extensão, com a Classe de Capacidade de Uso II, ou seja, solos com boa aptidão para as culturas anuais. Se for incorporada a Classe III – que reúne terras que também podem ser destinadas a culturas anuais, com práticas mais complexas de conservação, cobre-se mais de 80 % da área. Ou seja, os usos apontados na área não estariam, de modo geral, em desacordo com a capacidade das terras.

A porção do município de Espírito Santo do Pinhal contida na Microbacia é a área que concentra as Classes VI e VII, onde o maior fator limitante é o risco de erosão, dada a declividade do terreno (Figura 3). Nessa porção é que se concentra a produção de café na Microbacia do Oriçanga.

FIGURA 3– CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO



FONTE: Elaboração própria, a partir de dados do Projeto EcoAgri (2009).

2.3.2.2 Classificação da Capacidade de Uso das Terras para os Distintos Tipos de Unidades de Produção Agropecuária

Empregou-se a mesma metodologia de classificação da capacidade de uso das terras no âmbito das unidades de produção agropecuária, de modo a se ter as informações por tipo de UPA.

Para tanto, no mapa de capacidade de uso das terras foram localizadas as unidades de produção agropecuária, sendo suas áreas representadas por círculos, cuja área correspondia à área da unidade de produção, da mesma forma como se procedeu para o mapeamento da vegetação natural, a ser descrito com maior detalhamento no item 2.3.3.2.

2.3.3 Estimativa das Áreas de Vegetação Natural

2.3.3.1 Áreas de Vegetação Natural Declaradas Pelos Produtores

O LUPA de 2007/2008 tomou as declarações dos produtores acerca das áreas de vegetação natural e das áreas de brejo ou várzea, presentes em suas unidades de produção. Entretanto, o Levantamento não especifica se a área de vegetação natural se refere a Área de Proteção Permanente ou a Reserva Legal, nem se as áreas de brejo ou várzea estariam ou não preservadas.

Considerou-se, aqui, como área de vegetação natural declarada pelo produtor o somatório das variáveis “Vegetação natural” e “Vegetação de brejo e várzea” declaradas pelos produtores ao LUPA.

Como não se puderam diferenciar, a partir de tais dados, as áreas de APPs e de reserva legal presentes nas UPAs, procedeu-se à estimativa de tais áreas através do mapeamento a partir de imagens de satélite.

2.3.3.2 Áreas de Vegetação Natural Obtidas Através de Mapeamento

Deve-se, de início, esclarecer que os dados de vegetação natural obtidos a partir do mapeamento não foram utilizados como variáveis na tipificação, mas contribuíram na caracterização dos tipos identificados.

Empregou-se o software ArcGis 9.3 para efetuar a delimitação das áreas analisadas, o mapeamento dos remanescentes de vegetação natural e as análises para estimar a área de vegetação natural, bem como as áreas de preservação permanente presentes nas unidades de produção agropecuária.

O mapeamento dos remanescentes de vegetação natural fez-se por interpretação visual, utilizando imagens do sensor HRC (resolução espacial de 2,7 m) presente no satélite CBERS-2B, órbita-ponto 155-125 de agosto e março de 2008, obtidas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Não dispondo de uma base de dados com os limites de cada unidade produtiva, foram gerados círculos ao redor dos pontos das coordenadas geográficas coletados pelo LUPA, cujos raios foram determinados de modo a que o círculo apresentasse área semelhante à área declarada para cada tipo de unidade de produção.

Esses círculos representaram, portanto, as áreas de cada unidade de produção agrícola levantada pelo LUPA na região. Traçaram-se 383 círculos, que variaram de 0,7 a 2.322 hectares. Em alguns casos, os círculos apresentavam o mesmo ponto central, mas com raios diferentes, o que acarretava uma sobreposição de parte das áreas analisadas. Os 70 pontos que se sobrepuseram foram descartados na análise da vegetação natural, mantendo-se 313 na análise final.

No presente estudo foram consideradas apenas as APPs de cursos d'água e nascentes. Para isso foi utilizada a rede hidrográfica digitalizada a partir das cartas IGC 1:50.000 e foram adotadas as distâncias de 30 metros de cada lado das margens dos cursos d'água e de 50 metros ao redor das nascentes, segundo parâmetros estabelecidos na resolução CONAMA n° 303 de março de 2002.

O mapa com os limites das APPs foi sobreposto ao mapa de remanescentes naturais dentro dos raios que representavam as áreas das propriedades, a fim de identificar os remanescentes de vegetação presentes em APPs, as áreas com atividades antrópicas em APPs, bem como os remanescentes de vegetação natural fora das APPs, que são passíveis de averbação como áreas de reserva legal.

Foram estimados, para cada tipo de unidade de produção agropecuária: i) área de vegetação natural remanescente; ii) área de vegetação natural em APP; iii) área de APP ocupada por atividade antrópica; iv) área de vegetação natural passível de averbação como reserva legal; v) déficit de reserva legal.

O déficit de reserva legal foi calculado levando em conta as determinações do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal 4771 de 1965) e suas atualizações, que determinam que uma propriedade rural deve possuir 20% de sua área preservada na forma de reserva legal, excluídas as APPs.

2.3.3.3 Comparação Entre os Resultados do Mapeamento e as Declarações dos Produtores

Para melhor explicar as diferenças entre os resultados obtidos a partir dos dois tipos de aproximações (áreas de vegetação natural declaradas pelos produtores ao LUPA e mapeamento da vegetação natural remanescente através dos círculos) realizou-se o teste *t* para amostras dependentes.

Testaram-se as hipóteses:

$$H_0 = \mu_g = \mu_d$$

$$H_1 = \mu_g \neq \mu_d ,$$

onde μ_g é a média dos valores obtidos por geoprocessamento (*G*) e μ_d é a média dos valores declarados pelos produtores ao LUPA (*L*).

A hipótese nula é equivalente a: $H_0 = \mu_g = \mu_d$, mas como o teste é pareado, pode-se escrever: $H_0 = \mu_D = 0$, onde μ_D representa a média de $D = G - L$, ou seja, a média das diferenças entre as observações do valor obtido pelo geoprocessamento e o valor declarado pelos produtores, para cada unidade de produção agropecuária.

Assim, as hipóteses testadas podem ser expressas da seguinte forma:

$H_0 = \mu_D = 0$

$H_1 = \mu_D \neq 0$

Utilizou-se a estatística *t* de Student: $t = \frac{\overline{D} - \mu_D}{S_{\overline{D}}} = \frac{\overline{D} - \mu_D}{\frac{S_D}{\sqrt{n}}}$, que sob H_0, torna-se:

$t = \frac{\overline{D}}{\frac{S_D}{\sqrt{n}}}$, onde *n* é o número de pares de valores.

Os resultados, para a totalidade das UPAs e para cada tipo de unidade de produção agropecuária encontrado, são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 – ESTATÍSTICAS PARA TESTE DE HIPÓTESES, POR TIPO DE UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO

Tipos	**Variáveis**				
	n	$\overline{D}$	$S_{\overline{D}}$	*T*	*p*
Tipo 1	147	-0,08	0,38	-0,21	0,83
Tipo 2	11	-11,12	25,23	-0,44	0,67
Tipo 3	30	-1,84	1,66	-1,11	0,28
Tipo 4	44	1,28	1,98	0,65	0,52
Tipo 5	25	-0,70	0,76	-0,93	0,36
Tipo 6	8	-43,17	28,39	-1,52	0,17
Tipo 7	4	-	-	-	-
Tipo 8	44	-0,21	0,65	-0,32	0,75
Total – UPAs	**313**	**-1,61**	**1,22**	**-1,33**	**0,19**

FONTE: Elaboração própria, com base em dados do Projeto LUPA 2007/2008 (SÃO PAULO, 2008) e do INPE (2008).

Para o universo de 313 UPAs (aquelas onde não houve sobreposição de pontos), o valor *p* de 0,19 indica que a diferença média não é significativa. Ou seja, não há evidência estatística para rejeitar a hipótese de que a média da diferença entre o valor obtido pelo geoprocessamento e o valor declarado pelos produtores ao LUPA seja zero, com α=0,10.

Realizando-se a mesma análise para cada um dos oito tipos, tem-se que, para todos eles, não se deve rejeitar H_0, ou seja, é possível admitir que a média das diferenças entre os valores estimados por geoprocessamento e os valores declarados pelos produtores ao LUPA seja igual a zero.

Destacando-se o Tipo 1 e o Tipo 4, que são analisados com maior detenção neste trabalho, admite-se que as probabilidades de erro ao descartar H_0 são, respectivamente de 83% e de 52%, ou seja, muito altas.

2.3.4 Tipificação das Unidades de Produção Agropecuária

Neste trabalho construiu-se uma tipologia de unidades produtivas a partir do emprego das técnicas estatísticas multivariadas de análise fatorial e de agrupamentos (*clusters*). O resultado daí obtido foi validado no campo, através de reuniões com técnicos e agricultores locais. Para maior compreensão da metodologia de análise empregada, apresentam-se, em seguida, os embasamentos da análise fatorial e da análise de *cluster*.

2.3.4.1 Análise Fatorial

A análise fatorial é uma ferramenta estatística que permite explorar a dimensionalidade desconhecida de variáveis observáveis quantitativas. A técnica assume que as variáveis observáveis sejam combinações lineares de fatores não observáveis e não autocorrelacionados (KIM & MUELLER, 1978). Em outras palavras, dado um conjunto

de n variáveis observáveis X, sua relação linear com m fatores hipotéticos F (onde $m \leq n$) seria dada por (CUADRAS, 1981):

$$
\begin{aligned}
X_1 &= a_{11}F_1 + ... + a_{1m}F_m + d_1U_1 \\
X_2 &= a_{21}F_1 + ... + a_{2m}F_m + d_2U_2 \\
&..... \\
X_n &= a_{n1}F_1 + ... + a_{nm}F_m + d_nU_n
\end{aligned}
\qquad (2.1)
$$

As variáveis não observáveis F são chamadas de fatores comuns, já que contribuem para explicar a variabilidade das n variáveis observáveis. As variáveis U são ditas fatores únicos, já que cada fator Ui influencia a variabilidade de uma única variável observável Xi, e referem-se ao comportamento não explicado pelos fatores comuns. Os coeficientes a informam a relação existente entre as variáveis observáveis e os novos fatores hipotéticos.

O objetivo central da técnica de análise fatorial é obter m fatores comuns F que expliquem em boa medida a variabilidade total das n variáveis observáveis X. Medidas da eficiência do processo são dadas pela comunalidade (h^2) e a variabilidade total explicada por cada fator (λ). A comunalidade h_i^2 representará a parcela da variabilidade total da i-ésima variável observável X_i explicada pelos m fatores comuns F (CUADRAS, 1981). Por sua vez, a variabilidade total explicada pelo fator F_j (λ_j) representa o poder discriminatório do j-ésimo fator em relação a todas as variáveis observáveis. Essa variabilidade pode ser ainda dada em termos relativos, ou seja, como uma percentagem da variabilidade total das variáveis observáveis.

Várias técnicas podem ser empregadas na obtenção dos fatores comuns. Neste trabalho, optou-se pela técnica de componentes principais pela simplicidade operacional e pela obtenção dos resultados mais condizentes à realidade analítica. Como bem demonstra CUADRAS (1981), a técnica de componentes principais consiste inicialmente em obter o fator F_1 que maximize a variabilidade explicada das n variáveis observáveis X. Sobre a

variabilidade ainda não explicada, define-se o segundo fator F_2 utilizando o mesmo critério e assim sucessivamente, até serem obtidos os *m* fatores que expliquem 100% da variabilidade total das *n* variáveis observáveis.

Definidos os fatores que expliquem razoavelmente a variabilidade dos dados, e sabendo que estes se referem a dimensões implícitas das variáveis observáveis, o processo de interpretação é um tanto subjetivo. O objetivo é atribuir a cada fator um nome que reflita a importância do mesmo em predizer cada variável observável por meio da análise dos coeficientes de correlação linear *a*.

O processo de interpretação pode ainda ser facilitado pela rotação dos fatores, uma transformação linear às vezes capaz de tornar as relações entre o fator e as variáveis observáveis mais claras e objetivas sem, contudo, alterar o poder explanatório dos fatores. A rotação pode ser oblíqua ou ortogonal. A rotação oblíqua freqüentemente produz modelos mais satisfatórios que o ortogonal, embora seus fatores sejam correlacionados. Isto significa que deixa de haver uma medida única de importância de um fator na explicação de uma variável, o que pode tornar a análise um tanto ambígua (SAS, 1990). Nas análises apresentadas, optou-se pela rotação ortogonal Varimax, que gerou os fatores mais adaptados ao contexto da presente pesquisa.

2.3.4.2 Análise de *Cluster*

A análise de *cluster* trata-se de uma técnica exploratória qualificada para dividir um conjunto em subgrupos, muito aplicada para classificação e tipificação (CARVALHO *et al*., 1998). A técnica procura definir grupos hierárquicos de observações dentro de uma população. Há uma série de métodos que podem ser empregados neste processo, mas todos se baseiam no mesmo princípio de agrupamentos hierárquicos. No início do processo, cada elemento da amostra representa um *cluster*. Os dois *clusters* mais próximos são unidos para formar um novo *cluster* que os substitui e assim sucessivamente, até que reste apenas um. A diferença entre os métodos está basicamente

na maneira como a distância (ou dissimilaridade) entre os clusters é calculada (SAS, 1990).

O método de agrupamento adotado neste trabalho foi o de *Ward*, uma estratégia de agregação baseada na análise das variâncias dentro e entre os grupos formados. O objetivo do método de *Ward* é criar grupos hierárquicos de tal forma que as variâncias dentro dos grupos sejam mínimas e as variâncias entre os grupos sejam máximas (CRIVISQUI, 1999). Como demonstra a teoria estatística, dada uma variável quantitativa *X* de uma população com *n* observações e *K* grupos, onde o número de observações do *k*-ésimo grupo será dado por n_k, a variabilidade total de *X* pode ser decomposta em um componente dentro e outro componente entre grupos (2.2):

Variabilidade total = *Variabilidade dentro* + *Variabilidade entre*

$$\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2 = \sum_{k=1}^{K}\sum_{i=1}^{n_k}(X_i - \overline{X}_k)^2 + \sum_{k=1}^{K} n_k(\overline{X}_k - \overline{X})^2 \qquad (2.2)$$

Onde $\overline{X}$ é a média de *X*, e $\overline{X}_k$ é a média do *k-ésimo* grupo.

Estas variabilidades podem também ser vistas como distâncias euclidianas ao centro de gravidade (valor médio da população) e, supondo agora o caso multivariado, com *P* variáveis quantitativas, têm-se as seguintes medidas de distanciamento (2.3):

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{p=1}^{P}(X_{ip} - \overline{X}_p)^2 = \sum_{k=1}^{K}\sum_{i=1}^{n_k}\sum_{p=1}^{P}(X_{ip} - \overline{X}_{kp})^2 + \sum_{k=1}^{K}\sum_{p=1}^{P} n_k(\overline{X}_{kp} - \overline{X}_p)^2 \qquad (2.3)$$

Para evitar distorções procedentes das diferentes escalas de medidas das *P* variáveis de análise, estas devem referir-se aos valores padronizados.

O critério de agregação de cada estágio consiste em encontrar a próxima classe que minimize a variabilidade dentro do novo grupo. Para facilitar a compreensão das somas dos quadrados dentro dos grupos (variabilidades dentro), estas costumam ser divididas pela

soma total dos quadrados (variabilidade total) para representarem uma proporção da variabilidade máxima (R^2 semiparcial).

No início do processo, tem-se um grau zero de generalização (todas as observações são distintas entre si) e ao final do processo tem-se 100% de generalização (todas as observações são semelhantes entre si). Caberá ao pesquisador decidir entre o número de grupos que pretende definir na pesquisa, ou o grau de generalização que pretende adotar, ou ainda uma interação entre as duas opções, analisando as perdas e ganhos de cada escolha.

A identificação dos grupos de unidades de produção agropecuária relativamente homogêneas baseou-se nos resultados do emprego conjunto das técnicas estatísticas de análise fatorial e de *cluster*, anteriormente especificadas. A partir da correlação entre as características das unidades, a técnica de análise fatorial identificou indicadores sintéticos capazes de discriminar mais eficientemente os distintos padrões produtivos observados na amostra. A técnica permitiu que as variáveis fortemente correlacionadas fossem substituídas por poucos fatores capazes de explicar a maior parte possível da variabilidade das características das unidades de produção. A análise de cluster foi utilizada para agregar as unidades com fatores semelhantes. Ela distribuiu as observações em grupos de comportamento mutuamente exclusivos, de tal maneira que as características dentro de cada grupo fossem semelhantes, e heterogêneas entre eles.

2.3.4.3 Base de Dados

Os dados usados na tipificação foram os do levantamento censitário da CATI/IEA de 2007/2008 - LUPA 2007/2008. A unidade básica desse levantamento foi a Unidade de Produção Agropecuária (UPA), conceito similar ao de imóvel rural do INCRA[23]. Ou seja,

[23] Há pelo menos três conceitos para definir a unidade básica no meio rural. O IBGE identifica a unidade básica do meio rural como sendo o estabelecimento agropecuário, entendido como "toda unidade de produção dedicada, total ou parcialmente, a atividades agropecuárias, florestais e aquícolas, subordinada a uma única administração: a do produtor ou a do administrador. Independente de seu tamanho, de sua forma jurídica ou de sua

a UPA se refere ao conjunto de propriedades contíguas, do(s) mesmo(s) proprietário(s). No LUPA, preencheu-se um questionário para cada UPA, isto é, um questionário para cada imóvel (CATI, 2007). Foram os responsáveis pela unidade de produção que responderam ao questionário.

O Manual de Instruções de Campo do LUPA (CATI, 2007, p.2) ressalta, quanto aos imóveis passíveis de serem levantados:

> 1) "*Devem ser levantadas todas as UPAs, mesmo aquelas que se encontrem no perímetro urbano dos municípios, e nelas somente as explorações feitas com finalidade econômica (no caso de haver explorações apenas para consumo próprio, levantar somente as UPAs que ocupem área igual ou superior a 0,1 ha). Não devem ser cadastrados ou levantados os imóveis utilizados somente para lazer, tais como, chácaras de lazer, rancho de pesca e similares.*"
> 2) "*Uma UPA não pode estar em mais de um município. Se um imóvel rural estender-se por mais de um município, a parte que couber a cada um deles deverá ser considerada uma UPA, isto é, o imóvel será dividido em partes, uma em cada município (cada parte será uma UPA e, portanto, será preenchido um questionário para cada parte). O fato deverá ser informado no início de cada questionário, no campo referente à identificação e localização da UPA. Isso se justifica, pela necessidade de se obter dados ao nível de cada município.*"

Os pontos correspondentes à localização geográfica das unidades de produção dos três municípios que fazem parte da Microbacia do Rio Oriçanga foram plotados em mapa, para daí selecionarem-se aquelas contidas no interior da microbacia e num entorno correspondente a 500 metros, uma vez que os pontos referentes à localização de cada unidade de produção foram tomados na sede.

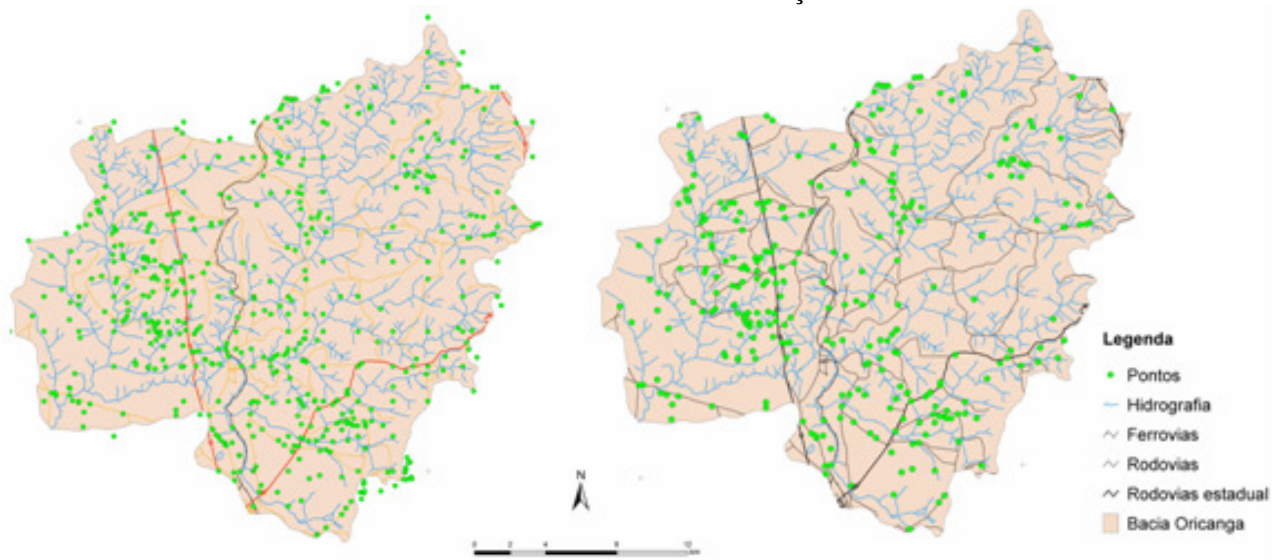
Havia 871 unidades de produção agropecuária (UPAs) dentro do limite descrito, das quais 383 estavam com levantamento atualizado em fevereiro de 2008, quando o trabalho de tipificação começou a ser realizado. Deste modo, os dados do LUPA referentes a 383 imóveis contidos no interior da Microbacia do Rio Oriçanga foram

---

localização em área urbana ou rural, tendo como objetivo a produção para subsistência e/ou para venda, constituindo-se assim numa unidade recenseável." (IBGE, 2006b). Já o Sistema Nacional de Cadastro Rural gerenciado pelo INCRA, utiliza como unidade básica o Imóvel Rural. Este é entendido como o "prédio rústico de área contínua, qualquer que seja sua localização, que se destine ou possa se destinar à exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal, florestal ou agro-industrial ", nos termos da Lei n.º 8.629, de 25 de fevereiro de 1993." (INCRA, 2002). Para o LUPA, a unidade básica de levantamento é a Unidade de Produção Agropecuária (UPA), utilizando o termo em consonância com o conceito de imóvel rural. O manual do LUPA define o Imóvel Rural, ou a UPA, como "o conjunto de propriedades contíguas (vizinhas), do(s) mesmo(s) proprietário(s)" (CATI, 2007, p.2), ou seja, o mesmo conceito empregado pelo INCRA.

utilizados para a definição e caracterização dos tipos de unidades produtivas mais importantes na Microbacia do Rio Oriçanga (Figura 4).

FIGURA 4 – LOCALIZAÇÃO DO UNIVERSO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA – SP, E DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EMPREGADAS NA TIPIFICAÇÃO: 2008



FONTE: Elaboração própria, com base em dados do Projeto LUPA 2007/2008 (SÃO PAULO, 2008).
NOTA: Os pontos correspondem às UPAs.

2.3.5 Variáveis Empregadas na Tipificação

As variáveis do LUPA podem ser agrupadas nos seguintes temas: informações gerais sobre o proprietário; nível de instrução; identificação e localização da unidade de produção agropecuária; uso do solo (extensões dos diferentes usos); relações de trabalho e produção (quantidade de mão-de-obra familiar ou contratada, presença de arrendamentos e parcerias); gestão administrativa da UPA (dados acerca da prática ou não da escrituração agrícola, uso de informática na agricultura, etc); percentual da renda familiar advindo da exploração agropecuária; produção animal (número de cabeças dos diferentes rebanhos); benfeitorias, instalações, máquinas e equipamentos (número); tecnologia na produção vegetal e animal (uso ou não de insumos e práticas como adubação, desvermifugação, etc); uso de práticas agrícolas ambientalmente recomendáveis (como

Manejo Integrado de Pragas, adubação verde, etc); e variáveis suplementares (uso de crédito, associativismo, presença de outras atividades econômicas, etc).

Os dados originais do LUPA foram, em diversos casos, trabalhados a fim se constituir em variáveis para este estudo. A título de exemplo, a variável "Área de lavouras/área total" foi obtida a partir da soma das áreas das culturas permanentes e temporárias, dividida pela área total da unidade de produção.

Deste modo, vinte e oito variáveis foram construídas a partir dos dados do LUPA de 2007/2008, referentes às 383 unidades de produção localizadas na Microbacia do Rio Oriçanga. Para obter os fatores comuns de relacionamentos entre as unidades, primeira etapa da tipificação, consideraram-se as seguintes variáveis observáveis:

1. Área total da UPA (ha);
2. Percentual da renda advindo da agropecuária (%);
3. Área total explorada (ha);
4. Área de lavouras/área total (razão);
5. Área de pastagens/área total (razão);
6. Área de cultura perene/área total (razão);
7. Área de cultura temporária/área total (razão);
8. Área de tomate/área total (razão);
9. Área de citros/área total (razão);
10. Área de café/área total (razão);
11. Área de cana-de-açúcar/área total (razão);
12. Área de eucalipto/área total (razão);
13. Área total de milho/área total (razão);
14. Tratores/área total (unidades/ha);
15. Equipamentos destinados à agricultura/área total (unidades/ha);
16. Máquinas e equipamentos destinados à produção animal /área total (unidades/ha);
17. Benfeitorias ligadas à agricultura /área total (unidades/ha);
18. Benfeitorias ligadas à produção animal /área total (unidades/ha);
19. Mão-de-obra familiar/ mão-de-obra total (razão);
20. Mão-de-obra contratada permanente/ mão-de-obra total (razão);
21. Mão-de-obra contratada temporária/ mão-de-obra total (razão);
22. Mão-de-obra total (equivalentes-homem);
23. Número de bovinos/ área total (cabeças/ha);
24. Uso de práticas conservacionistas (número);
25. Uso de tecnologias na agricultura (número);

26. Uso de tecnologias na produção animal (número);
27. Área de vegetação de brejo e várzea e vegetação natural/área total (razão);
28. Outras atividades econômicas rurais, não referentes à produção agropecuária, na unidade de produção (0 ou 1).

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.4.1 Análise Fatorial

A análise fatorial por componentes principais permitiu resumir a estrutura de relacionamentos das 28 variáveis em onze indicadores compostos (fatores), facilitando a análise ao reduzir a dimensionalidade do problema com perda reduzida de informação. Os onze fatores selecionados para a análise foram responsáveis por explicar 78% da variabilidade das variáveis originais (Tabela 7).

As estimativas finais de comunalidade mostraram que todas as variáveis eram razoavelmente bem explicadas pelos onze fatores comuns. Vinte variáveis (71% do total) apresentaram altas comunalidades - acima de 0,7; e as demais oito (29%) mostraram comunalidades médias - entre 0,5 e 0,7. Em outras palavras, a maioria das variáveis apresentou parcela superior a 70% de sua variabilidade total explicada pelos onze fatores comuns, o que pode se considerar um bom poder de explicação.

A análise das correlações entre as variáveis e os fatores forneceu subsídios para a denominação e interpretação dos mesmos, como descrito a seguir:

Fator 1: Produção de bovinos na unidade produtiva. Possui o maior poder discriminatório entre os fatores identificados, representando 11,2% da variabilidade total das 28 variáveis observáveis. Apresenta forte correlação positiva com a proporção de área de pastagens na unidade produtiva (variável 5) e negativa com a parcela de lavoura (variável 4). Também se correlaciona forte e positivamente ao somatório das tecnologias empregadas na produção animal e ao número de bovinos em relação à área total. Assim, quão maior o valor deste fator, maior será a parcela da unidade destinada às pastagens,

maior o número de tecnologias empregadas e o número de cabeças de bovinos por hectare. Em contrapartida, menor será a parcela de lavoura na unidade.

Fator 2: Tamanho da unidade de produção. Representa 9,9% da variabilidade total e possui forte correlação positiva com as variáveis área total da unidade produtiva (variável 1), área total explorada (variável 3) e mão-de-obra total (variável 22), que foram justamente incluídas na análise para dar noção da dimensionalidade da atividade produtiva.

Fator 3: Produção de citros. Representa 9,7% da variabilidade total. Mostra forte correlação positiva com a parcela da área total destinada às culturas perenes (variável 6) e citros (variável 9), e forte correlação negativa com a parcela de culturas temporárias (variável 7) e milho (variável 13).

Fator 4: Capital físico presente nas unidades de produção. Revela forte correlação positiva com a relação do número de tratores e a área total (variável 14), equipamentos e benfeitorias destinados tanto à lavoura como a pecuária (variáveis 15 a 18), sempre em relação à área total. Representa 9,4% da variabilidade total.

Fator 5: Tecnologia na agricultura. Representa 6,8% da variabilidade total e apresenta forte correlação positiva com ao uso de tecnologias na agricultura (variável 25) e ao emprego de práticas conservacionistas (variável 24).

Fator 6: Mão-de-obra familiar e renda predominante da agricultura. Apresenta forte correlação positiva à razão mão-de-obra familiar/mão-de-obra total (variável 19) e forte, porém negativa, correlação com a razão da mão-de-obra contratada permanente/mão-de-obra total (variável 20). Apresenta também moderada correlação positiva com a o percentual da renda advindo da agropecuária (variável 2). Explica 6,4% da variabilidade total.

Fator 7: Cultura de eucalipto e vegetação natural. Representa 5,8% da variabilidade total e correlaciona-se forte e negativamente às relações área de eucalipto/área total (variável 12) e vegetação natural/área total (variável 27). Assim, quão menor o valor do fator, maior a proporção de eucalipto e vegetação natural na unidade de

produção. Sugere ainda que as unidades que têm maior extensão de eucalipto, também possuem áreas maiores de vegetação natural.

Fator 8: Produção de café. Explica 5,01% da variabilidade total e está positiva e fortemente correlacionado à parcela da área de café na unidade de produção (variável 10) e moderadamente correlacionado à presença de benfeitorias ligadas à agricultura (variável 17).

Fator 9: Tomate e mão-de-obra temporária. Está forte e positivamente correlacionado à parcela de mão-de-obra temporária na unidade de produção (variável 21) e, com menor intensidade, à parcela da área de cultura do tomate na unidade (variável 8). Este fator explica 5,0% da variabilidade total.

Fator 10: Outras atividades econômicas rurais, não agropecuárias. Responde por 4,6% da variabilidade total e está forte e positivamente correlacionado à presença do outras atividades econômicas na unidade produtiva (variável 28), que podem ser das mais diversas, como, por exemplo, pesque-pagues, turismo rural, olarias, etc.

Fator 11: Produção de cana-de-açúcar. Apresenta correlação forte e positiva com a variável área de cana-de-açúcar/área total (variável 11). É o fator com o menor poder discriminatório, representando 4,6% da variabilidade total.

2.4.2 Análise de *Cluster*

Os fatores comuns identificando o perfil das unidades produtivas foram utilizados como critério de agrupamento pela análise de *clusters*, empregando o método de variância mínima de *Ward*. Baseado na contribuição parcial das diferenças entre os grupos para a variabilidade total dos fatores comuns (R^2 semiparcial) e na limitação imposta para análise dos resultados, optou-se pela seleção de 10 agrupamentos de sistemas de produção. As diferenças entre os grupos identificados representavam aproximadamente 50% da variabilidade total dos fatores e a análise de seus valores médios (Tabela 8)

permitiu classificá-los em alguns padrões razoavelmente consistentes com a realidade das unidades produtivas da Bacia do Oriçanga, como se descreve brevemente a seguir:

Grupo 1: Trata-se do grupo que apresenta o maior valor médio para o Fator 6 (mão-de-obra familiar e renda predominante da agricultura). Tratam-se, portanto, de unidades de produção familiares que sobrevivem especialmente da agropecuária.

Grupo 2: Este grupo está associado a valores elevados para o Fator 10 (outras atividades econômicas rurais, não agropecuárias), o que vale dizer que, nele, destacam-se as unidades onde tais atividades são preponderantes.

Grupo 3: Está associado ao Fator 2 (tamanho da unidade de produção) e ao Fator 1 (presença de bovinos), o que leva a identificar o grupo como grandes unidades produtoras de bovinos.

Grupo 4: Neste grupo há ligação com a produção de citros (Fator 3), sendo esta sua principal atividade.

Grupo 5: Este grupo está associado aos menores valores do Fator 7 (cultura do eucalipto e vegetação natural). Recorde-se que, em relação ao Fator 7, quanto menor o seu valor, maior a proporção de eucalipto e vegetação natural na unidade.

Grupo 6: Está associado a valores altos para o Fator 11, relacionado à produção de cana-de-açúcar. Aqui se concentram as UPAs produtoras dessa cultura.

Grupo 7: Está associado aos menores valores do Fator 6 (mão-de-obra familiar e renda predominante da agricultura). Em outras palavras, quanto menor o valor do Fator 6, menor será a proporção da mão-de-obra familiar em relação à mão-de-obra total e menor a proporção da renda que advém da agropecuária. Tratam-se, portanto, de unidades onde predomina a mão-de-obra contratada e onde a maior parte da renda não se origina da agropecuária.

Grupo 8: Este grupo está associado ao maior valor médio para o Fator 9 (tomate e mão-de-obra temporária), destacando-se também o alto valor médio do Fator 5 (tecnologia na agricultura).

Grupo 9: Associa-se ao maior valor médio para o Fator 4 (capital físico), tratando-se, portanto, das unidades de produção onde se dá a maior relação capital físico/área total.

Grupo 10: Trata-se do grupo que apresenta o maior valor médio do Fator 8, que está relacionado à produção de café.

TABELA 7 – MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS E FATORES, COMUNALIDADES E PERCENTUAL DA VARIABILIDADE EXPLICADA

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	Fator 8	Fator 9	Fator 10	Fator 11	Comunalidades
1	0,006	**0,942**	0,027	-0,118	0,122	-0,112	-0,079	-0,058	0,031	-0,042	0,075	0,948
2	-0,025	0,066	0,055	0,226	0,177	**0,565**	0,083	0,215	-0,137	-0,117	0,198	0,535
3	0,011	**0,939**	0,022	-0,121	0,119	-0,115	-0,015	-0,061	0,023	-0,042	0,090	0,939
4	**-0,798**	-0,002	-0,027	-0,110	0,088	0,050	0,349	-0,120	0,277	-0,057	0,015	0,877
5	**0,901**	-0,038	-0,053	0,043	-0,077	-0,102	0,037	0,052	-0,069	0,016	-0,104	0,853
6	-0,268	0,043	**0,892**	-0,021	0,121	0,017	0,163	0,193	0,014	-0,066	-0,105	0,963
7	-0,360	-0,027	**-0,775**	-0,047	-0,038	0,078	0,311	-0,251	0,056	-0,098	0,202	0,955
8	-0,142	-0,028	-0,253	-0,088	0,136	-0,014	0,246	0,035	**0,553**	0,241	-0,265	0,607
9	-0,318	0,080	**0,840**	-0,030	0,096	-0,043	0,160	-0,258	0,008	-0,077	-0,096	0,933
10	0,065	-0,026	0,133	0,001	0,049	0,027	0,018	**0,900**	0,025	-0,088	-0,024	0,845
11	-0,106	0,157	-0,203	-0,121	-0,015	-0,040	0,106	-0,062	0,003	0,030	**0,885**	0,893
12	-0,082	-0,015	-0,016	-0,035	-0,036	-0,124	**-0,709**	-0,066	0,113	0,155	-0,080	0,575
13	-0,228	-0,076	**-0,641**	0,002	0,047	0,090	0,266	-0,191	-0,005	-0,147	**-0,489**	0,847
14	0,057	-0,078	0,013	**0,783**	0,179	0,110	0,004	-0,109	-0,048	0,004	-0,032	0,682
15	0,041	-0,105	-0,019	**0,677**	0,275	0,148	0,006	-0,141	-0,025	-0,232	0,032	0,644
16	0,350	-0,014	-0,038	**0,587**	-0,189	0,018	0,110	-0,064	0,031	-0,045	-0,075	0,529
17	0,027	-0,037	0,012	**0,780**	-0,187	-0,041	0,028	**0,341**	-0,056	0,316	-0,064	0,872
18	0,297	-0,039	-0,004	**0,701**	-0,214	-0,078	0,129	0,080	0,054	-0,087	-0,145	0,820
19	0,097	-0,176	-0,110	0,069	-0,045	**0,808**	0,104	-0,047	-0,329	0,098	-0,164	0,870
20	0,071	0,246	0,059	0,017	0,234	**-0,807**	0,074	0,087	-0,273	0,021	0,072	0,869
21	-0,091	0,049	0,091	-0,057	-0,009	-0,100	-0,141	0,000	**0,875**	-0,115	0,096	0,839
22	-0,042	**0,871**	0,079	0,045	0,089	-0,039	-0,025	0,082	-0,011	0,051	0,018	0,789
23	**0,684**	-0,066	0,015	0,100	0,013	0,164	0,072	-0,065	0,028	-0,020	-0,016	0,521
24	0,004	0,166	0,172	0,000	**0,834**	-0,035	0,027	-0,055	-0,009	0,013	-0,040	0,760
25	-0,035	0,143	-0,021	0,039	**0,886**	-0,050	-0,036	0,094	0,066	0,021	0,012	0,827
26	**0,804**	0,087	-0,142	0,022	0,107	-0,044	0,177	0,037	-0,007	0,047	0,086	0,730
27	-0,025	0,107	-0,001	-0,050	0,050	0,054	**-0,779**	0,039	-0,057	-0,094	0,027	0,641
28	0,071	-0,020	-0,003	0,061	0,056	-0,002	-0,050	-0,104	-0,008	**0,864**	0,048	0,774
% Variabilidade de cada fator	11,15	9,86	9,74	9,37	6,78	6,36	5,82	5,01	5,00	4,64	4,61	
% Variabilidade acumulada	11,15	21,01	30,76	40,13	46,91	53,27	59,09	64,11	69,10	73,74	78,35	

FONTE: Elaboração própria, com base em dados do Projeto LUPA 2007/2008 (SÃO PAULO, 2008).

TABELA 8 – AGRUPAMENTOS E VALORES MÉDIOS DOS FATORES COMUNS

Grupos / Fator	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	Fator 8	Fator 9	Fator 10	Fator 11
Grupo 1	0,247	-0,158	-0,471	-0,197	-0,233	**0,402**	0,034	-0,174	-0,116	-0,217	-0,357
Grupo 2	0,384	-0,067	0,068	0,469	0,220	0,000	-0,063	-0,333	-0,385	**3,235**	0,292
Grupo 3	**0,658**	**3,879**	-0,186	-0,361	0,092	-0,232	-0,078	0,276	0,134	-0,266	0,173
Grupo 4	-0,695	-0,032	**1,816**	-0,106	0,283	-0,079	0,293	-0,535	-0,015	-0,216	-0,209
Grupo 5	-0,552	-0,034	-0,148	-0,427	-0,153	-0,426	**-3,625**	-0,414	0,854	0,563	-0,287
Grupo 6	-0,396	0,005	-0,552	-0,309	-0,022	0,078	0,268	-0,141	-0,040	-0,079	**2,621**
Grupo 7	0,180	-0,399	-0,482	-0,046	0,355	**-1,872**	0,144	0,131	-0,594	-0,329	-0,112
Grupo 8	**-0,981**	-0,223	**-1,685**	-0,653	**0,869**	-0,100	**1,671**	0,245	**3,865**	1,616	-1,936
Grupo 9	0,597	-0,190	-0,356	**3,019**	-0,054	-0,065	0,183	-0,539	0,234	-0,839	-0,140
Grupo 10	0,028	-0,177	0,448	0,007	-0,033	0,335	0,027	**3,046**	0,071	-0,308	-0,086

FONTE: Elaboração própria, com base em dados do Projeto LUPA 2007/2008 (SÃO PAULO, 2008).

Os agrupamentos obtidos com a metodologia de *clusters* foram caracterizados com maior detalhamento, a partir de informações presentes no LUPA e dos resultados dos mapeamentos da vegetação natural e da capacidade de uso dos solos. Em seguida, foram discutidos em várias reuniões com agricultores e técnicos locais, o que serviu para validar e consolidar a tipologia. Os tipos de unidades de produção, obtidos ao final do processo, são detalhados na próxima seção.

2.4.3 Descrição dos Tipos de Unidade de Produção Agropecuária após a Validação

O processo de validação da tipologia se deu em duas fases. Num primeiro momento, os grupos descritos na seção anterior foram apresentados e discutidos numa reunião com agrônomos extensionistas que atuam na área de estudo e vizinhanças, para que opinassem sobre a sua representatividade. Nesse encontro foram propostas algumas adaptações, validando-se, assim, a tipologia em seu conjunto. A partir do momento em que se teve a tipologia geral validada, foram construídos grupos focais compostos por produtores e técnicos locais - um para cada tipo de unidade de produção -, onde se coletariam as informações a serem empregadas na modelagem recursiva. Assim, o segundo momento da validação consistiu na apreciação do tipo pelos participantes do

respectivo grupo focal, onde foram propostas algumas adaptações mais finas. Procurou-se que os participantes a serem convidados aos painéis fossem produtores que se enquadrassem no tipo que seria analisado. O convite aos produtores foi feito por extensionistas das casas de agricultura, cooperativas e sindicatos locais. Atingiu-se, nesses painéis, o objetivo de contar com produtores conhecedores do sistema de produção que estava sendo tratado.

Na primeira etapa de validação, aquela que ratificou a tipologia em seu conjunto, foram reunidos os agrupamentos nos quais se considerou que a estratégia de gestão das unidades era parecida. Assim, o grupo 2 foi ligado ao grupo 7 - dado que neles a principal origem da renda da unidade não é a produção agropecuária; e o grupo 1 se reuniu ao grupo 9, por se tratarem, ambos, de unidades familiares de pequeno porte. A partir dessa validação, os agrupamentos passaram a ser chamados de "tipos" de unidades de produção agropecuária.

Os dados referentes à estimativa dos remanescentes de vegetação natural para cada tipo, obtidos através do mapeamento das imagens de satélite, serviram para caracterizar a situação em que se encontram as unidades de produção típicas em relação aos mesmos. Pretendia-se, principalmente, mensurar o déficit de reserva legal em cada tipo de unidade de produção agropecuária.

A seguir será apresentada uma descrição dos tipos que se baseia nas suas características produtivas, nos remanescentes de vegetação natural presentes em cada um deles e nas classes de capacidade de uso das terras que predominam em cada tipo. A localização das respectivas unidades de produção integrantes de cada tipo pode ser visualizada nas Figuras 5 e 6.

Tipo 1:

O Tipo 1 reúne unidades de produção familiares tradicionais. Contém 174 unidades (45% do total), que ocupam 18% da área equivalente ao total das unidades analisadas. As unidades de produção deste tipo se distribuem por toda a Microbacia.

Apresenta área total média de 27,32 ha/unidade produtiva. A mão-de-obra empregada é predominantemente familiar. Cerca de 71% dessas unidades produzem milho (área média de 13,74ha)[24], 63% criam bovinos (34,48 cabeças, em média) e perto de 13% cultivam mandioca (média de 7,75 ha). Em 33% das unidades do Tipo 1 se tomam ou se cedem terrenos em arrendamento.

Segundo informação dos produtores ao LUPA, em cerca de 63% dos casos deste tipo foi declarada a existência de áreas de brejo ou várzea e áreas cobertas com vegetação natural[25], cuja soma alcança a extensão média de 3,82 ha, ou seja, cerca de 14% da área total da unidade, aqui considerando-se apenas as que têm vegetação natural. Calculando-se a área média e o percentual de vegetação natural em relação ao total de unidades que compõem o Tipo 1, chega-se a uma área média de vegetação natural de 2,41 ha ou 8,84% da área total.

O mapeamento da vegetação natural mostrou que as APPs representam 6,7% da área das unidades de produção deste grupo, das quais apenas 39,4% estão cobertas com vegetação natural. Em outros 6,4% da unidade (ou seja, fora das APPs) também há vegetação, que poderia ser creditada a reserva legal. A vegetação natural total na unidade produtiva (vegetação em APP somada a vegetação fora de APP) atinge 9,04% da sua área total, valor muito próximo à média do valor declarado pelos produtores, quando calculada em relação ao total de UPAs contidas no tipo. Deve-se recordar que as estimativas feitas pelo mapeamento dos remanescentes de vegetação natural foi computada a totalidade das unidades de produção. As informações acerca das estimativas obtidas por geoprocessamento são apresentadas na Tabela 9.

[24] As áreas médias `das informações declaradas pelos produtores ao LUPA foram calculadas em relação àquelas unidades produtivas, dentro do tipo, que afirmaram possuir a atividade ou item em questão.

[25] O levantamento LUPA não especifica se o item "vegetação natural" se refere a Área de Proteção Permanente ou a Reserva Legal, nem se as áreas de brejo ou várzea estão abandonadas ou ocupadas de alguma forma. Tampouco há informação acerca da averbação de áreas de Reserva Legal.

TABELA 9 – ESTIMATIVAS DE REMANESCENTES DE VEGETAÇÃO NATURAL NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, POR TIPO DE UNIDADE DE PRODUÇÃO NA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO

Tipo de Unidade de Produção	% APP na UPA	% Veg. Natural em APP	% Veg. Natural fora de APP	% Veg. Natural na UPA
Tipo 1	6,70	39,41	6,40	9,04
Tipo 2	7,53	45,16	9,55	12,95
Tipo 3	6,00	37,91	4,82	7,09
Tipo 4	5,16	58,94	7,05	10,10
Tipo 5	9,79	33,33	10,48	13,74
Tipo 6	8,14	53,51	10,61	14,96
Tipo 7	0,00	-	0,00	0,00
Tipo 8	7,29	39,74	7,38	10,28
Total	**6,80**	**43,46**	**7,46**	**10,41**

FONTE: Elaboração própria, com base em dados do Projeto LUPA 2007/2008 (SÃO PAULO, 2008) e do INPE (2008).

As classes de capacidade de uso das terras nas quais se encontram os diferentes tipos de unidades de produção agropecuária estão apresentadas na Tabela 10. No Tipo 1 vê-se que predominam a Classe II (50,3% do total) e a Classe III (33,0%). Ou seja, os solos onde se encontram predominantemente as unidades do Tipo 1 são aptos a culturas anuais, perenes e pastagens. Incluída a Classe IV (10,6% do total), também passível de ser empregada com pastagem, vê-se que o uso atual está, portanto, dentro do recomendado.

TABELA 10 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS POR TIPO DE UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (EM %)

Aptidão Agrícola	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8	Total
II	50,3	53,9	59,8	60,5	36,5	58,8	70,2	50,2	54,9
III	33,0	29,8	23,7	31,0	46,2	34,5	22,8	34,4	30,9
IV	10,6	8,2	4,1	7,2	12,0	6,0	7,0	7,6	7,8
V	3,0	5,6	10,8	0,5	0,6	0,3	-	1,8	4,0
VI	2,6	2,1	1,2	0,8	4,8	0,2	-	5,9	2,1
VII	0,6	0,2	0,0	-	-	-	-	0,1	0,2
Represa	-	0,2	0,2	0,1	-	0,2	-	-	0,1
Rio	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,0
Urbana	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-	0,0
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

FONTE: Elaboração própria, com base em dados do Projeto LUPA 2007/2008 (SÃO PAULO, 2008) e do INPE (2008).

Na reunião com o Tipo 1, os participantes fizeram ver que as unidades deste grupo vêm passando por um processo de descapitalização e envelhecimento dos produtores. Os filhos têm preferido trabalhar fora, já que existe oferta de empregos na região, especialmente no setor terciário.

Tipo 2:

São 13 unidades de produção (3% do total) que fazem parte do grupo 2. Sua área média é de 669,90 ha, ocupando 32% da área do total de unidades. As unidades de produção deste grupo estão espalhadas pelos três municípios da microbacia. Aqui, a atividade de maior ocorrência é a bovinocultura de corte, com uma média de 508,89 cabeças por unidade produtiva. Em mais de 60% das unidades se arrendam terrenos para as usinas de cana-de-açúcar (em área de 278,59 ha, em média). Seguem-lhe em importância, a cultura do milho (presente em 46% dos casos) e as produções de citros e eucalipto, presentes, cada uma, em 23% das unidades.

Todas as unidades de produção declaram possuir áreas de vegetação natural e 23% afirmaram possuir áreas com brejo e várzea, que juntas alcançam, em média, 99,50ha (14,85% da área do imóvel).

As estimativas por mapeamento mostram que 7,53% da área das unidades de produção são de APPs, e que 45,16% delas estão cobertas com vegetação natural. Cerca de 9,55% da área das unidades produtivas deste tipo, além das APPs, possuem vegetação natural que poderia ser computada como reserva legal. O total de vegetação natural nas unidades deste tipo perfaz 12,95% da área (Tabela 9).

O percentual de terras da Classe de Uso II que o Tipo 2 ocupa é elevado, de 53,9%. Na Classe III estão outros 29,8% das terras ocupadas por esse tipo de unidades de produção. Como a atividade predominante neste tipo é a bovinocultura de corte, depreende-se que boa parte das pastagens estaria ocupando terrenos aptos às culturas anuais. São perto de 8% das áreas das unidades produtivas que estão nas Classes V, VI e VII (Tabela 10).

Tipo 3:

Há 33 componentes no Tipo 3 (9% das unidades de produção), que com unidades com área média de 106,55 ha, ocupam 13% da área. As unidades de produção se espalham majoritariamente pelos municípios de Mogi Guaçu e Estiva Gerbi. É um grupo onde em todas as unidades se produz cana-de-açúcar, na base do arrendamento para Usinas da região. As lavouras de cana têm área média de 83,12 ha por unidade produtiva. Também se observa a presença de bovinos (em 48% dos casos, com uma média de 29,5 cabeças), de milho, de olerícolas e de citros (presentes em, respectivamente, 15%, 12% e 9% das unidades, mas em pequenas extensões).

Em 85% dos casos, os produtores declararam a presença de vegetação nativa e/ou a presença de brejo ou várzea, em extensão média de 11,39 ha (10,68% da área total). Ao se calcular a área média e o percentual de vegetação natural em relação ao total de

unidades do Tipo 3, chega-se a uma área média de vegetação natural de 9,66 ha ou 9,07% da área total.

Pela análise das imagens de satélite, estima-se que 6% das áreas das unidades deste tipo dizem respeito a APPs, estando 37,91% da sua extensão cobertas com vegetação natural. Em cerca de 4,82% das áreas das unidades, fora as APPs, mantém-se vegetação natural. A extensão total de vegetação natural nas unidades deste tipo alcança, em média, 7,09% da área, de acordo com a metodologia empregada (Tabela 9).

Como se pode observar na Tabela 10, as unidades do Tipo 3 estão localizadas predominantemente em terras de Classes de Capacidade de Uso II (59,8%) e III (23,7%), aptas, portanto, às culturas anuais. Perto de 11% das terras são da Classe Va, onde predominam solos hidromórficos, com limitante relacionada a encharcamento e que podem ser relacionados às APPs.

Nos painéis constatou-se que se tratam de proprietários de faixa etária mais avançada, que vêm, paulatinamente, deixando de produzir por conta própria, optando pelo arrendamento das terras.

Tipo 4:

O Tipo 4 tem 64 representantes (17% dos casos), com área total média por unidade de 78,46 ha. No Tipo 4, as unidades de produção também se localizam predominantemente nos municípios de Mogi Guaçu e Estiva Gerbi. Em seu conjunto, representa 19% da área de todas as unidades de produção analisadas. A sua atividade característica é a citricultura, cuja área média é de 62,13 ha. Poucas unidades de produção deste grupo têm outro tipo de produção, aparecendo com algum destaque bovinos e milho (presentes em 17% e 13% dos casos, respectivamente). Relatou-se a existência de arrendamentos em 9% dos casos.

Em cerca de 64% das unidades de produção foi declarado ao LUPA que se mantém vegetação natural (e/ou se possui brejo e várzea), com área média de 9,68 ha (12,33% da área). Calculada a área média e o percentual de vegetação natural em relação ao total de

unidades do Tipo 4, chega-se a uma área média de vegetação natural de 7,41 ha ou 9,44% da área total.

Calcula-se, pelo geoprocessamento, que 5,16% da área das unidades, em média, sejam APPs, estando 58,94% delas cobertas com vegetação natural. Na Tabela 9 pode-se ver que, além das APPs, 7,05% das áreas das unidades também estão cobertas, o que leva a uma cobertura com vegetação natural total média de cerca de 10,10% da extensão das unidades, valor não muito distante ao declarado pelos produtores.

Neste tipo, ainda mais do que nos anteriores, as unidades produtivas estão localizadas em terras de boa qualidade, expressa em sua capacidade de uso: mais que 90% das áreas das unidades estão nas Classes II e III (Tabela 10), e outros 7,2% na Classe IV, passíveis, portanto, de utilização com culturas perenes.

Tipo 5:

O Tipo 5 tem 26 ocorrências (7% do total), onde a área média das unidades é de 22,53 ha, e em seu conjunto representam 2% da área ocupada pelas unidades analisadas. Aqui se produz café, cuja área de cultivo é de 11,37 ha, em média. Em 62% dos casos aparecem bovinos, com 19,06 cabeças/unidade. Neste grupo não se dão arrendamentos de terras. A mão-de-obra predominante é a familiar, com a contratação de trabalhadores permanentes e temporários para atender às exigências da cafeicultura, cuja colheita é manual na região. Aqui, o predomínio de explorações ocorre no município de Espírito Santo do Pinhal, cuja porção na Microbacia do Rio Oriçanga é de relevo forte ondulado.

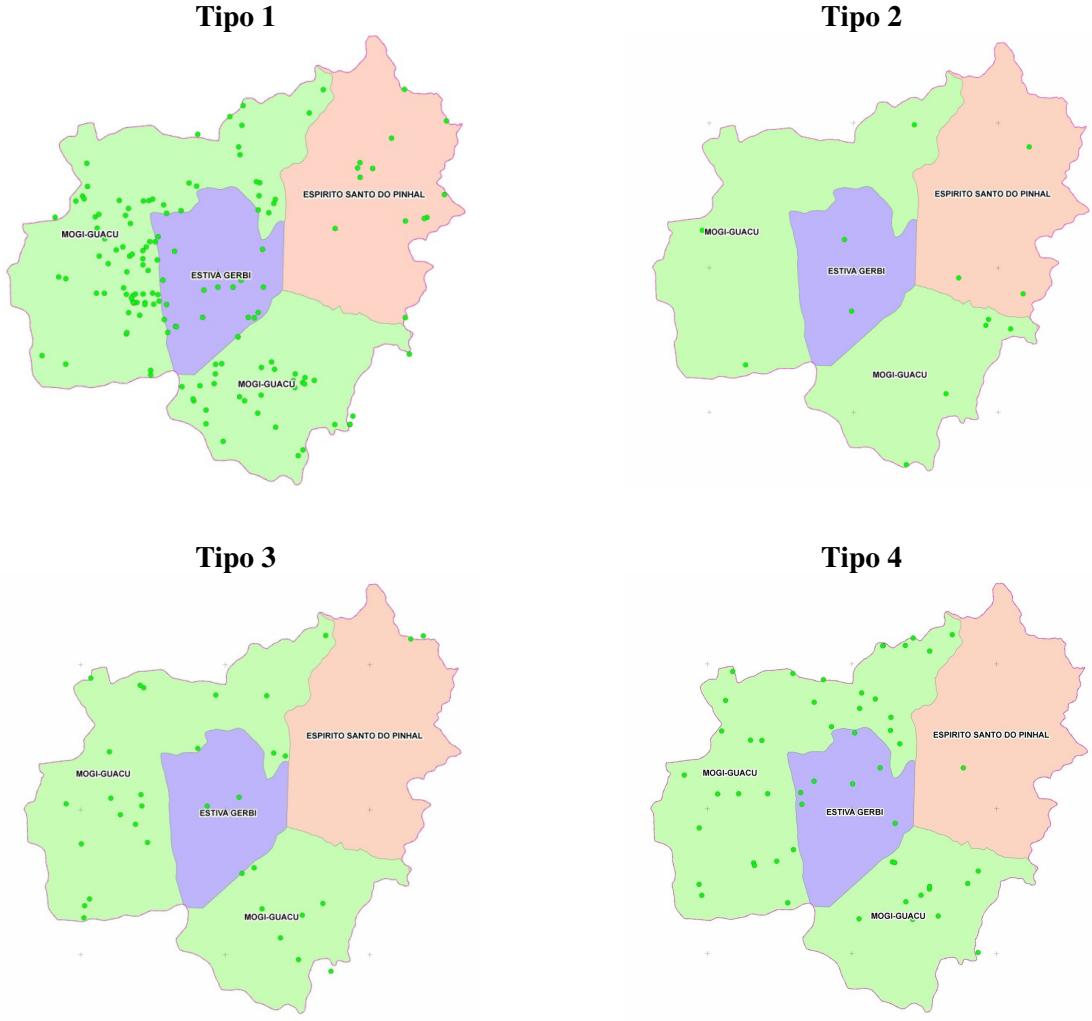
Em 62% dos casos se declarou manter, em média, 6,08 ha de vegetação natural e/ou áreas de brejo ou várzea (26,96% da área da unidade produtiva). No Tipo 5, ao se calcular a área média e o percentual de vegetação natural em relação ao total de unidades, a área média de vegetação natural é de 3,74 ha ou 16,59% da área total.

O mapeamento realizado mostrou que 9,79% da extensão da unidade de produção correspondem a APPs, estando destas apenas 33,33% cobertas (Tabela 9). Fora das APPs, há um equivalente a 10,48% da área com vegetação natural. Na média, um total de

13,74% da área das unidades apresenta cobertura natural (APPs vegetadas somadas ao que se poderia atribuir a reserva legal).

O Tipo 5 tem predomínio de solos com capacidade de uso na Classe III, seguindo-se em importância as Classes II, IV e VI (Tabela 10). Aqui, o maior fator limitante é o risco à erosão, pois se tratam de áreas com maior declividade.

FIGURA 5 – LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA INTEGRANTES DOS TIPOS 1, 2, 3 E 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO



FONTE: Elaboração própria, com base em dados do Projeto LUPA 2007/2008 (SÃO PAULO, 2008).

Tipo 6:

No Tipo 6 há 14 casos (4% do total), cuja área média é de 137,81 ha. As unidades deste grupo detêm 7% da área total das unidades de produção estudadas da microbacia. As unidades de produção deste tipo se localizam nos municípios de Mogi Guaçu e Estiva Gerbi. A cultura características do grupo é o eucalipto, com área média de 70,47 ha. Bovinos, mandioca e café aparecem, cada um, em 14% das unidades do grupo. Perto de

64% das unidades declararam arrendar suas terras. No município de Mogi Guaçu há uma fábrica de papel que produz parte de sua matéria prima em terrenos arrendados.

A totalidade das unidades de produção possui áreas com vegetação natural (e uma delas declarou possuir ademais, terreno de brejo ou várzea), com área média de 46,39 ha (33,66% da área da unidade).

Segundo as análise das imagens de satélite, o percentual referente a APPs das unidades de produção encontrado neste tipo foi de 8,14% (53,51% dos quais cobertos com vegetação natural). A vegetação natural fora de APP alcança 10,61% e a porção de vegetação natural total das unidades atinge, na média, 14,96% (Tabela 9). Neste tipo a diferença entre o declarado e o estimado por geoprocessamento foi a mais notória.

No Tipo VI mais de 90% das áreas das unidades de produção estão em terras com capacidade de uso distribuídas nas Classes II e III (Tabela 10). Na Classe IV estão 6% das áreas das unidades. Isto mostra que a cultura do eucalipto está ocupando solos aptos a culturas anuais.

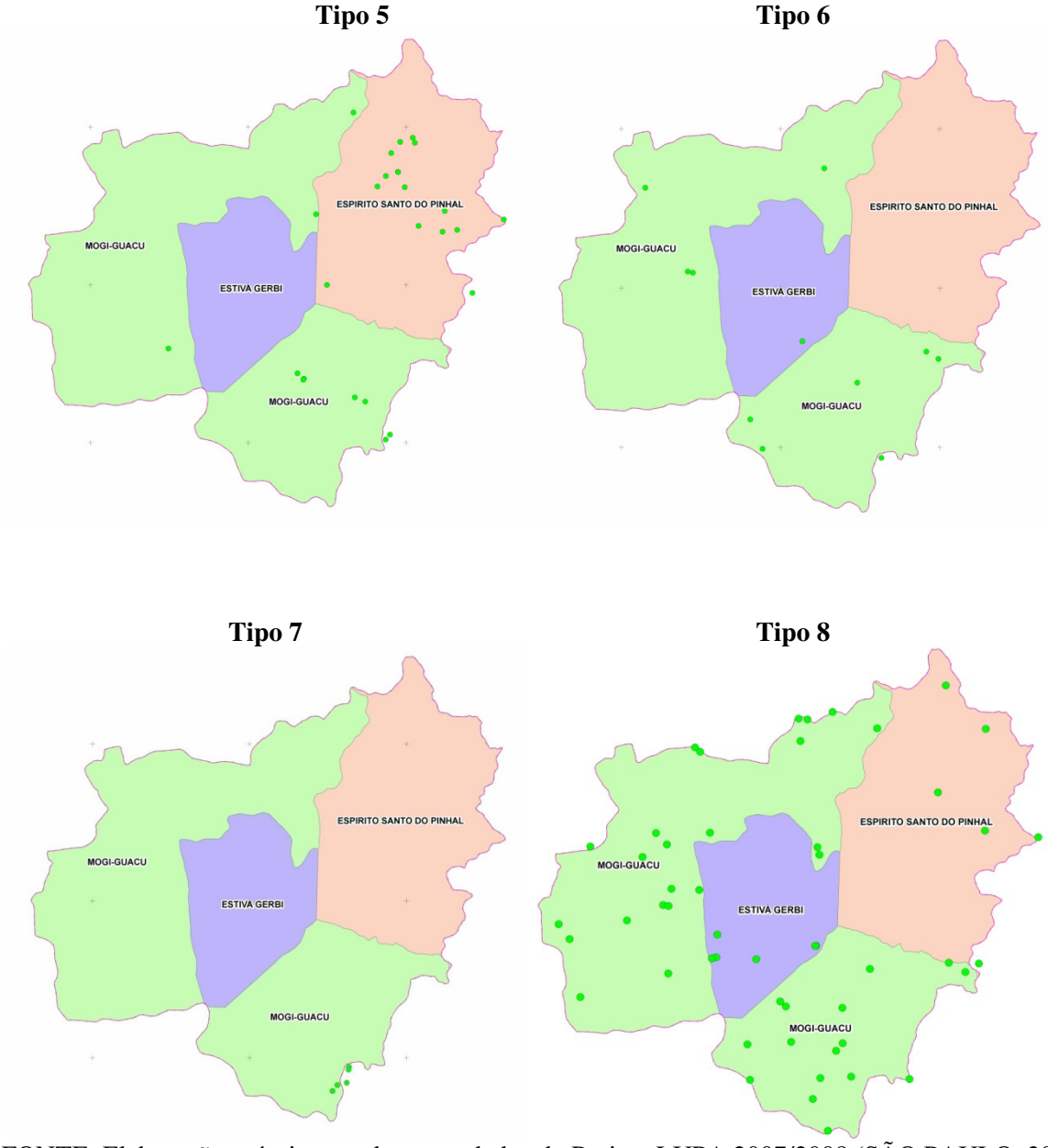
Tipo 7:

O Tipo 7 representa unidades de produção de tamanho pequeno, com média de 10,76 ha, dedicados à produção de tomate em terrenos arrendados. Representa 2% do total de ocorrências (7 casos) e detém 0,28% da área ocupada pelas unidades produtivas analisadas. A produção de tomate utiliza majoritariamente mão-de-obra contratada temporária. Em geral, pratica-se a rotação do tomate com o milho. A manutenção de áreas de vegetação natural não se aplicaria ao produtor de tomate característico da região (que é tipicamente arrendatário), pois essa cultura se faz de modo "itinerante", ao exigir mudanças constantes de área por questões fitossanitárias. Deve-se ressaltar, entretanto, que o LUPA levanta os dados referentes aos proprietários das unidades de produção agropecuária, e, portanto, estaria captando os dados relativos à unidade que abriga a produção de tomate, e não necessariamente o produtor em si. As unidades de produção que fizeram parte da análise estavam todas localizadas na porção sul do município de

Mogi Guaçu, sempre recordando que o produtor de tomate pode mudar frequentemente o local de produção.

A totalidade das terras do Tipo 7 estão nas Classes II, III, e IV, sendo que mais de 70% delas se referem à Classe II (Tabela 10). Isto decorre do fato do tomate ocupar solos arrendados, sendo logicamente escolhidos aqueles mais aptos à cultura.

FIGURA 6 – LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA INTEGRANTES DOS TIPOS 5, 6, 7 E 8, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO



FONTE: Elaboração própria, com base em dados do Projeto LUPA 2007/2008 (SÃO PAULO, 2008).

Tipo 8:

O Tipo 8 reúne imóveis onde existem outras atividades econômicas na unidade de produção, não relacionadas à produção agropecuária (por exemplo, agroindústria, pesque-pague, pousada, restaurante, extração mineral, olaria, etc). Encontram-se unidades do

Tipo 8 por toda a Microbacia. Este tipo tem 52 ocorrências (cerca de 14% do total), com área total média de 47,94 ha, detendo perto de 9% da área total do universo analisado. Este tipo mantém alguma forma de produção agropecuária em suas terras, o que pode se dar pela via do arrendamento (para Usinas de cana-de-açúcar e/ou produtores de tomate e outras culturas anuais), assim como pela produção própria, porém em pequena escala, de bovinos, milho, entre outras. Predomina a mão-de-obra contratada permanente. Mencionaram-se arrendamentos em 25% dos casos.

A vegetação natural foi declarada em 77% dos casos, havendo sido ademais declarados 6 casos com área de brejo e várzea. A área média declarada de tais usos é de 6,33 ha (13,21 % da área da unidade de produção). Calculando-se a área média e o percentual de vegetação natural em relação ao total de unidades que compõem o Tipo 8, chega-se a uma área média de vegetação natural de 4,87 ha ou 10,16% da área total .da unidade de produção típica

Os resultados do mapeamento (Tabela 9) mostram que 7,29% da área das unidades produtivas, em média, constituem APPs - com 39,74% de sua área vegetada. Além da parcela de vegetação natural das APPs, 7,38% da área têm cobertura natural que poderia em princípio ser averbada como reserva legal. Cerca de 10,28% da área das unidades deste tipo, em média, estão cobertas por vegetação natural, segundo a estimativa por geoprocessamento, valor muito próximo à média do que foi declarado pelos produtores ao LUPA.

As unidades do Tipo 8 são as que apresentam maior percentual de terras com Classe de Capacidade de Uso VI (aptas para pastagens e florestamento), mas assim mesmo, estas não chegam a atingir os 6%. Pouco mais da metade das terras pertencem à Classe de Capacidade de Uso II, seguindo-lhes a Classe III (34,4%) e a Classe IV (7,6%). Esses resultados podem ser acompanhados na Tabela 10.

Considerando, enfim, que a média pode esconder uma extrema assimetria da distribuição das unidades de produção, fez-se um estudo mais apurado para conhecer a heterogeneidade e o formato da distribuição dentro de cada tipo. Os *Box-plots*

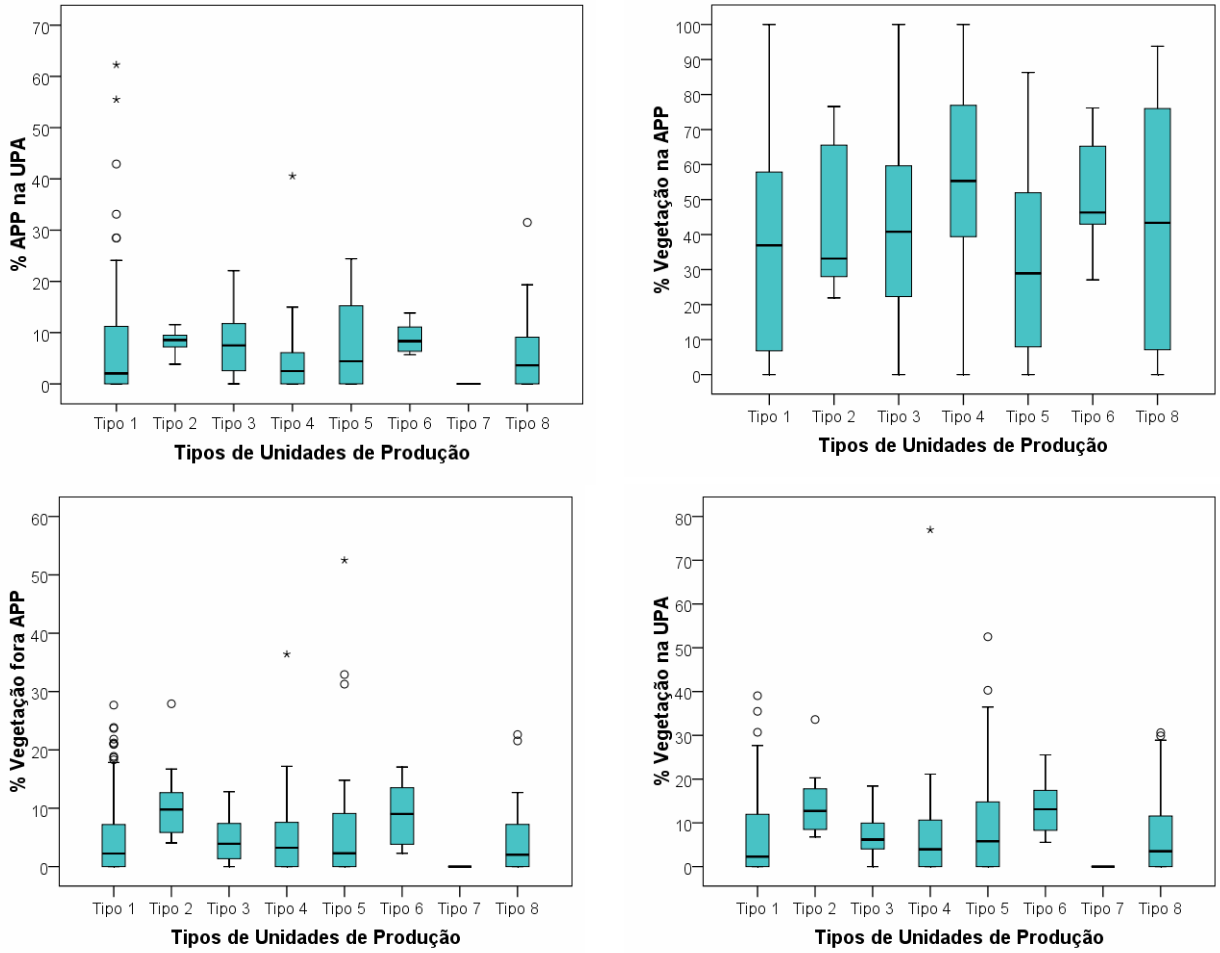
apresentados no Gráfico 1 permitem esse tipo de análise, representando graficamente os valores do 1º quartil (Q_1), 2º quartil (Q_2 ou mediana), 3º quartil (Q_3), além dos valores extremos (representados por círculos, os quais correspondem aos valores além do intervalo definido por [Q_1 - 1,5(Q_3- Q_1) e Q_3 + 1,5(Q_3- Q_1)]) e excessivamente extremos (representados por asteriscos, os quais correspondem aos valores além do intervalo definido por [Q_1 - 3(Q_3- Q_1) e Q_3 + 3(Q_3- Q_1)]).

Em primeiro lugar, destaca-se que a grande maioria das unidades, independente do tipo, apresenta baixo percentual da APP com cobertura vegetal, com valores medianos próximos a 40%. O Tipo 6 (Eucalipto) é o menos disperso, mas também com baixo percentual de cobertura vegetal na APP, concentrado próximo a 40%. O Tipo 4 (Citros) está em melhor situação, no qual a mediana é superior a 50%.

As unidades de produção apresentam ainda uma concentrada distribuição em relação ao percentual de cobertura vegetal fora da APP, com percentuais medianos não superiores a 10%. Com exceção das grandes diversificadas (Tipo 2), o 3º quartil das distribuições não é superior a 10% da área com cobertura, mostrando que a grande maioria das unidades está muito longe do cumprimento dos 20% de reserva legal previstos pela legislação ambiental. Aquelas unidades que cumprem a lei, percentual igual ou superior a 20%, representam pontos extremos à distribuição de praticamente todos os tipos.

E, de maneira geral, o percentual da unidade de produção agropecuária com cobertura vegetal total (dentro ou fora da APP) não é superior a 20% na maioria das unidades produtivas. Mais uma vez, são extremos os casos que apresentam valores superiores a 20% de cobertura na unidade produtiva.

GRÁFICO 1 – BOX-PLOT DA DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES SEGUNDO TIPO DE UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E PERCENTUAIS DE ÁREA COM APP E COBERTURA VEGETAL, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO



FONTE: Elaboração própria, com base em dados do Projeto LUPA 2007/2008 (SÃO PAULO, 2008) e do INPE (2008).

2.5 CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou a grande diversidade dos sistemas produtivos praticados na Microbacia do Rio Oriçanga, caracterizando oito tipos de unidades de produção, segundo fatores socioeconômicos, tecnológicos e produtivos.

Em cerca de 70% das unidades produtivas analisadas, os produtores declararam a existência de remanescentes de vegetação natural, embora tais áreas se mostrassem

aquém do previsto pela legislação brasileira para Reserva Legal. Em apenas um dos oito tipos analisados (Tipo 6, unidades produtoras de eucalipto, com 14 ocorrências) todos os componentes do tipo declararam manter tais áreas, e em percentual acima do indicado por lei. No Tipo 5 (unidades produtoras de café, com 26 ocorrências), em 62% dos casos se declarou manter áreas de vegetação natural, e, entre os que declararam, o percentual de área ocupado era de 27% da área da unidade de produção. Nos seis tipos restantes, segundo as declarações dos produtores, as áreas com vegetação natural total foram sempre inferiores a 20% da área total. Não se deve esquecer, entretanto, que as áreas de proteção permanente, também protegidas por lei, não fazem parte dos 20% destinados à reserva legal. Se fossem incorporadas estimativas das áreas que deveriam ser mantidas como APPs aos cálculos aqui apresentados, a situação seria ainda pior.

Com o intuito de se identificar os remanescentes em APPs e fora de APPs, foram mapeadas as unidades de produção, representadas por círculos com áreas equivalentes às das UPAs. A partir desse mapeamento pode-se observar que, para o conjunto das unidades, em média, 6,8% da área das unidades correspondem a APPs, das quais cerca de 43% estão cobertas com vegetação natural. Também se pode verificar que perto de 7,5% das áreas das unidades de produção representam áreas de vegetação natural fora das APPS, passíveis, em princípio, de serem averbadas como reserva legal. Observa-se, porém, importante variação nessas estimativas entre os diversos tipos estudados.

O teste de hipótese mostrou que não há diferença significativa entre os valores observados no geoprocessamento, através da técnica aqui empregada, e os valores declarados pelos produtores ao LUPA, no que se refere à área total de remanescentes de vegetação natural nas UPAs.

Outra informação relevante são os dados de capacidade de uso das terras da microbacia, que apontam para o fato de que os usos que se dão atualmente na área não estão, de modo geral, em desacordo com a aptidão dos solos, tanto no âmbito da microbacia como no interior dos diferentes tipos.

No Capítulo 3 se aprofundará neste tema, tratando-se com maior detalhe do impacto da reserva legal nos tipos de unidades de produção considerados mais relevantes para a análise: as unidades produtoras de citros, pela importância econômica da cultura para a região, e as pequenas unidades de produção tradicionais, pouco tecnificadas, por sua grande expressão em relação ao número total de UPAs. Os resultados emanados a partir da análise desses tipos permitirão orientar o debate sobre a questão da distribuição dos custos do implementação da reserva legal.

CAPÍTULO 3: MODELAGEM RECURSIVA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO TÍPICOS

3.1 INTRODUÇÃO

Conhecida a variabilidade das unidades de produção agropecuária da Microbacia do Rio Oriçanga - tanto no que concerne às atividades e recursos produtivos, quanto à situação dos remanescentes de vegetação natural e à capacidade de uso das suas terras -, selecionaram-se, para a modelagem recursiva, os dois tipos que se consideraram de maior interesse para se testar as hipóteses deste trabalho.

A escolha recaiu sobre a pequena unidade de produção pouco tecnificada (Tipo 1) e a unidade produtora de citros (Tipo 4). A eleição desses dois tipos de unidades de produção baseou-se no fato de que eles representam, no primeiro caso, um grande contingente de produtores, e, no segundo, uma das atividades de maior relevância econômica na área de estudos. A análise desses dois tipos deve permitir estabelecer comparações úteis sobre o impacto econômico diferenciado da legislação de reserva legal na microbacia.

A reserva legal é analisada tanto como área sem uso econômico na propriedade, quanto uma possível atividade econômica a ser desenvolvida pelos produtores, segundo manejo sustentável permitido por lei. A análise comparativa dos impactos econômicos da reserva legal sobre os dois tipos de unidade produtiva se faz com base no método de programação recursiva.

Este capítulo se divide em seis seções, além desta introdução. Na segunda seção se discute o método de programação recursiva e sua aplicação na agricultura. Na terceira, o levantamento de dados, tanto no que se refere aos dados secundários quanto à coleta dos dados primários junto aos produtores. Descrevem-se, na quarta seção, os indicadores de desempenho econômico das atividades e os procedimentos para a estimativa do valor da árvore em pé de espécies nativas. Na quinta seção se apresenta a formulação dos modelos

empíricos e na sexta, apresentam-se e discutem-se os resultados, segundo diferentes cenários. Por fim, tecem-se as conclusões relativas ao capítulo.

3.2 MÉTODO DE PROGRAMAÇÃO RECURSIVA NA AGRICULTURA

3.2.1 Aspectos Gerais

A aplicação de modelos matemáticos na agricultura para apoio no planejamento de empresas rurais tem sido bastante relatada. Entre eles, a programação linear (PL) estabelece um critério de otimização para atingir determinado objetivo – maximização ou minimização de uma função linear – com limites impostos por um conjunto de restrições.

A programação linear é considerada por diversos autores como um instrumento eficiente na análise econômica e na administração rural, podendo traduzir a realidade técnico-econômica da propriedade (PERES, 1981; CONTINI, 1984; DOSSA, 1994; AMBRÓSIO, 1997; FASIABEN *et al*. 2003).

Reconhecem-se, entretanto, as limitações da PL tradicional, estas ligadas à sua neutralidade em relação ao risco, às dificuldades na obtenção de bons coeficientes técnicos, à não linearidade dos processos produtivos, entre as mais importantes (PERES, 1976; SANTOS, 1990; DOSSA, 1994).

Adicionalmente, a PL, quando usada na determinação do nível ótimo de atividades agropecuárias sem incorporação do risco, tende a produzir soluções com elevados graus de especialização na direção do produto de maior rendimento.

Outro problema ligado à maximização das receitas está na característica estática de muitos dos modelos de programação e o tratamento simplificado, e mesmo ausente, do impacto de políticas voltadas para a agricultura.

Day (1963) considera que um modelo de produção agropecuária, para ser adequado, deveria considerar:

a) A interdependência entre os produtos que utilizam insumos em comum;

b) Possibilidades de ajustes no tempo;

c) Mudanças tecnológicas;

d) Projeções de políticas;

e) Alterações históricas nas áreas e produtividades das culturas;

f) Incerteza;

g) Demanda, oferta e relações de preços;

h) Oferta agregada de fatores de produção;

i) Taxas de investimento em fatores fixos no curto prazo;

j) Especialização regional e competição.

O autor procura demonstrar que a interdependência entre diferentes tipos de restrições, os ajustes no tempo, as variações nos preços e a incerteza podem ser "acomodados" de maneira relativamente simples, e para tanto propôs o sistema de programação recursiva, apoiando-se em modelo dinâmico anteriormente elaborado por Henderson (citado por DAY, 1963) para uso da terra.

A diferença fundamental que distingue o modelo de programação recursiva (MPR) daquele que utiliza PL tradicional é a incorporação da variável tempo através das equações recursivas. Através deste artifício, as soluções de períodos anteriores são consideradas no cumprimento do objetivo, o que cuida do problema da tendência à especialização que ocorre na PL. Ou seja, a alocação dos recursos se faz com limites inferiores e superiores para as atividades produtivas. Trata-se de um critério de otimização sequencial no qual as decisões de períodos anteriores influenciam no período corrente e assim por diante, dentro de um horizonte temporal estabelecido. Enfim, o MPR é uma extensão da programação linear, mas com aspecto dinâmico, e permite ajustamentos período a período, podendo-se inclusive reverter expectativas, o que se aproxima melhor ao processo de tomada de decisão.

Na unidade de produção agropecuária atuam fatores internos e externos à empresa. Tais condicionantes devem ser levadas em consideração quando se formula um modelo de

decisão. As condições internas dizem respeito à disponibilidade de recursos, onde, mudanças nas disponibilidades alteram a proporção entre os fatores de produção e assim, a tecnologia. Em relação às condições externas, estão presentes a competição por recursos, a presença institucional na forma de políticas agrícolas e serviços, além dos dispositivos legais (GEMENTE, 1978).

A rentabilidade das diferentes atividades agrícolas frente a outras formas de investimento, a possibilidade do arrendamento das terras e de assalariamento fora da propriedade, o maior controle no cumprimento da legislação ambiental, são apenas alguns dos fatores que fazem parte do pano de fundo sobre o qual os produtores têm que tomar suas decisões.

Para dar conta de incorporar os processos de mudanças pelos quais passa a agricultura na área de estudos, os modelos devem simular alterações na organização da unidade de produção, permitindo a reconsideração de decisões estratégicas. Ou seja, devem possuir elementos dinâmicos, de modo a permitir a interligação temporal das decisões. Os modelos de programação recursiva se prestam a essa finalidade, segundo vários autores, como se discute a seguir.

Sabe-se que o MPR permite, por exemplo, reproduzir o padrão de evolução da produção agrícola de uma região durante um período determinado, além de propiciar estudos adicionais de simulação ou projeções com base em sua estrutura. Gemente (1978) empregou tal tipo de modelo para reproduzir o padrão de crescimento da produção agrícola na Divisão Regional Agrícola de Campinas, no período de 1970/72 a 1976/77.

Com outras finalidades, Roessing (1978) e Pinazza (1978) empregaram modelos de programação recursiva, como sugerido por Day (1963). O primeiro autor estimou os coeficientes das elasticidades-preço das demandas por fertilizantes, para grupos de propriedades de diferentes estratos de área, na Divisão Regional Agrícola de Campinas. O segundo, derivou curvas de demanda por crédito, cujos resultados permitiram identificar fatores que afetam tal demanda e sugerir formas de aprimorar as políticas creditícias.

Oliveira, Curi & Curi (2001) analisaram o processo de otimização para alocação de áreas entre um conjunto de culturas em um perímetro irrigado localizado em Sousa, Estado da Paraíba. O problema consistiu na análise de diferentes culturas e sistemas de irrigação e equipamentos, sob diversos cenários climáticos, visando à maximização do lucro e à manutenção da sustentabilidade hídrica do sistema. A análise foi efetuada com base em programação linear, em que as limitações físicas e operacionais de interesse foram consideradas no programa CISDERGO (*Cropping and Irrigation System Design with Reservoir and Groundwater Optimal Operation*), desenvolvido no ambiente computacional MATLAB por Curi *et al*. (1998). Esse programa de otimização é baseado em técnicas de programação linear, que é utilizada de forma recursiva para levar em consideração a natureza não linear do problema. Os autores consideram que o programa levou a resultados consistentes, de interesse social e acadêmico, e que se trata de uma boa ferramenta para o planejamento agrícola de perímetros irrigados.

Pinheiro (2001) aplicou modelagem matemática com uso da técnica recursiva na simulação do mercado da terra de regadio na região Oeste de Portugal. Com a construção deste modelo, a autora pretendeu criar um instrumento que possibilitasse um estudo, o mais detalhado possível, do ajuste estrutural das explorações agrícolas da região, tendo em conta as importantes mudanças econômicas, técnicas e institucionais ocorridas na União Européia na década de 1990, e de forma a detectar a influência dessas alterações no âmbito do mercado regional de arrendamento de terras. A autora concluiu que o modelo dinâmico desenvolvido - e testado - foi um excelente instrumento para avaliar: i) os possíveis resultados da alteração de determinadas medidas ou opções de política agrícola (afetando preços, subsídios, estruturas, etc.); ii) os resultados da evolução de variáveis exógenas (alterando fundamentalmente a conveniência relativa da atividade agrícola em relação à não agrícola), no âmbito da exploração.

Rodrigues (2002) construiu um modelo de programação linear com a técnica recursiva para o planejamento estratégico de propriedades leiteiras. O modelo foi desenvolvido para descrever o sistema produtivo de uma propriedade leiteira e inter-

relacionar os vários componentes do sistema. Ele permite, por exemplo, avaliar os impactos causados no planejamento da produção de uma propriedade, pela utilização de métodos alternativos de ensilagem, de novas tecnologias, de variações econômicas (por exemplo, preços do leite e concentrados), da utilização de novas variedades de pastagens, etc. O modelo recursivo leva em consideração a variação no tempo e representa os diversos estágios de lactação e do crescimento vegetativo ao longo do ano. Além de ser uma ferramenta de apoio à tomada de decisão de agricultores e consultores técnicos, segundo o autor, estudos empregando este tipo de modelo permitem identificar as áreas onde melhorias técnicas podem ser mais facilmente incorporadas pelos produtores. Uma priorização ou um incentivo maior para o desenvolvimento de projetos nessas áreas permitiriam avanços consideráveis na produção.

Uma das análises do mais alto interesse para a definição de políticas públicas consiste em conhecer as consequências da implementação da legislação ambiental pelos produtores de diversas características, com diferenciada situação de recursos. Neste estudo, avalia-se a pertinência dos MPR para atender a este objetivo.

Maiores detalhes acerca da formulação dos modelos recursivos são apresentados a seguir.

3.2.2 Modelo Básico

Formalmente, o MPR pode ser expresso por (DAY, 1963):

Maximizar:

$$\pi(t) = \sum_{j=1}^{n} z_j(t) x_j(t) \qquad (3.1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) \tag{3.2}$$

e

$$x_j(t) \geq 0 \tag{3.3}$$

com

$$x_j(t) = f_i\left[x_j^*(t-1), b_i(t-1), c_i(t)\right] \tag{3.4}$$

onde $t = 0, 1, ..., \theta$; $j = 1, ..., n$; $i = 1, ..., m$.

A equação (3.1) representa a margem bruta da unidade de produção a cada ano. O vetor $x(t) = [x_j\ (t)]$ de dimensão n, descreve as atividades praticadas pelas unidades de produção, como as de produção, consumo, compra, investimento, financeiras, arrendamentos de terras, etc. Os coeficientes $z_j(t)$ formam um vetor de dimensão n que, para as atividades de produção representam as margens brutas; ou os custos, em atividades que não apresentem receitas (como as pastagens, por exemplo), ou ainda, gastos com salários, juros, etc.

Amortizações, débitos e outras ordens de compromissos anteriores são funções das soluções $x_j^*(t-k)$ de períodos anteriores e são consideradas como obrigações.

O conjunto de inequações como em (3.2) serve para restringir o nível das atividades por um conjunto de limitações dadas pelo vetor $b(t) = [b_i(t)]$, de dimensão m, que estabelece as disponibilidades de recursos tanto da unidade de produção (terra, mão-de-obra, capital físico, etc), como no âmbito regional (limites de crédito, mão-de-obra assalariada, etc). Também estão incluídas as restrições financeiras e as restrições de comportamento, como os limites de flexibilidade da produção. Aqui também se inclui a série de restrições relacionadas à questão ambiental, como as obrigações legais de recomposição e manutenção de áreas de Reserva Legal e de Áreas de Proteção Permanente.

A matriz de coeficientes $a_{ij}(t)$, de dimensão *m* x *n* representa a estrutura técnica e institucional da unidade de produção.

A desigualdade (3.3) indica que as atividades não podem ser negativas, sendo que no máximo, não figurarão na solução ótima.

Enfim, a relação (3.4) assegura que as restrições dependem das soluções passadas $x_j^*(t-1)$, dos níveis das disponibilidades prévias $b_i(t-1)$, e de um vetor $c(t)=[c_i(t)]$ que fornece informações exógenas ao modelo. Trata-se da equação geral do mecanismo recursivo.

3.2.3 Restrições de Comportamento

Entre as restrições à produção estão aquelas ligadas ao comportamento do produtor, tratadas por Day (1963) como "coeficientes de flexibilidade". Estes desempenham o papel, no modelo, de explicitar o comportamento dos produtores frente a questões como risco e ajustamento no tempo, bem como limites impostos à adoção de tecnologias (GEMENTE, 1978).

Os coeficientes de flexibilidade garantem que as áreas destinadas às culturas ou que o tamanho dos rebanhos se encontrem dentro de limites inferiores e superiores, calculados a partir da solução do ano anterior.

De forma geral, podem ser expressos como:

$$x_j(t) \leq \overline{b_i(t)} \qquad (3.5)$$

e

$$x_j(t) \geq \underline{b_i(t)} \qquad (3.6)$$

onde a *j*-ésima atividade produtiva pode variar entre limites superiores $\left(\overline{b_i}\right)$ e inferiores $\left(\underline{b_i}\right)$ no ano *t*.

Ou, expresso de outra forma:

$$x_j(t) \geq (1-\beta)x_j^*(t-1) \qquad (3.7)$$

em que a *i*-ésima restrição estabelece o limite mínimo da *j*-ésima atividade no ano *t*, com β sendo o coeficiente inferior, e:

$$x_j(t) \leq (1+\alpha)x_j^*(t-1) \qquad (3.8)$$

em que a *i*-ésima restrição estabelece o limite máximo da *j*-ésima atividade no ano *t*, com α sendo o coeficiente superior.

Gemente (1978) descreve três métodos para estimar os coeficientes de flexibilidade: i) método das taxas médias; ii) estimativa dos mínimos quadrados; e iii) método dos pontos selecionados.

Nesta tese se empregou a estimativa dos mínimos quadrados, onde, através das equações:

$$x_j(t) = \gamma_1 x_j(t-1) \qquad (3.9)$$

onde $x_j(t) \geq x_j(t-1)$

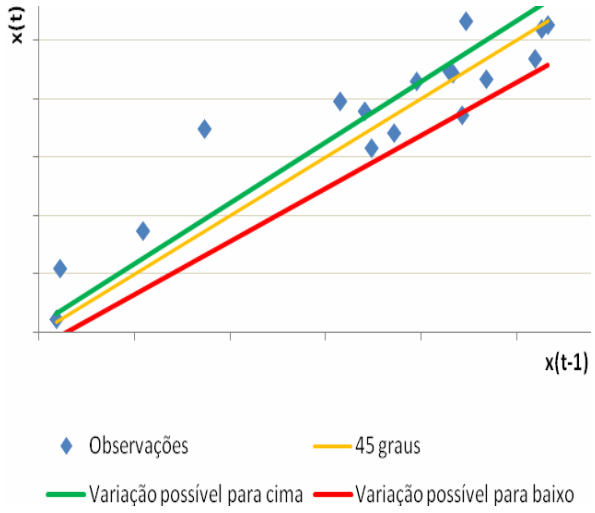
e

$$x_j(t) = \gamma_2 x_j(t-1) \qquad (3.10)$$

onde $x_j(t) \leq x_j(t-1)$,

reuniram-se os pontos acima e abaixo de uma reta de 45º no plano "área em *t*" *versus* "área em *t*-1". A estimativa γ_1 fornece indiretamente α (porcentagem de variação para cima), sendo $\alpha = \gamma_1 - 1$, e de γ_2 se obtém β (porcentagem de variação para baixo), sendo $\beta = 1 - \gamma_2$. Ou seja, os coeficientes angulares das retas "acima" e "abaixo" serviram para calcular, respectivamente, os limites superior e inferior dos coeficientes de flexibilidade. O gráfico 2 serve como ilustração.

GRÁFICO 2 – ILUSTRAÇÃO DA VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA ATRAVÉS DO MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS



FONTE: Elaboração própria.

3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

3.3.1 Bases de Dados

Os modelos recursivos foram construídos para o período compreendido entre os anos agrícolas 2002/2003 e 2008/09.

A modelagem das unidades de produção típicas baseou-se em informações provenientes de painéis técnicos realizados com informantes regionais qualificados, cuja técnica e informações coletadas serão descritas no item subsequente. Considerou-se, nos painéis, o ano agrícola compreendido entre julho de 2007 e junho de 2008. Os indicadores técnicos obtidos nos painéis foram confirmados junto a especialistas.

O modelo de restauração e aproveitamento da reserva legal apresentado nesta tese foi aquele elaborado pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF/LCB/ESALQ/USP) e descrito por Preiskorn *et al*. (2009). Os coeficientes técnicos referentes aos custos de implantação e manutenção da reserva legal foram obtidos junto à

equipe do LERF e adaptados à infraestrutura (notadamente máquinas e implementos agrícolas) e mão-de-obra disponíveis nas unidades típicas aqui analisadas. Os dados referentes à produção de madeira foram baseados nos levantamentos efetuados por Castanho (2009).

Para o cálculo dos coeficientes de flexibilidade empregados na análise recursiva, utilizaram-se séries históricas das áreas plantadas com as diferentes culturas e pastagens e do número de cabeças dos rebanhos, obtidas da Produção Agrícola Municipal (PAM) e Produção Pecuária Municipal (PPM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes ao período de 1990 a 2008. Para obter as estimativas para a Microbacia do Rio Oriçanga, os dados municipais foram ponderados proporcionalmente à área de cada município contida na microbacia.

Os dados referentes a preços de produtos (exceto madeira e lenha), insumos, serviços (salários, empreitas) e arrendamentos, para a montagem da análise recursiva, basearam-se nas séries históricas de preços pagos e de preços recebidos pelos produtores no Estado de São Paulo, do Instituto de Economia Agrícola (IEA), para o período de julho de 1998 a junho de 2008. Os preços relativos à madeira de espécies nativas tiveram como fonte o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e se referem à média ponderada de uma cesta de madeira serrada de diferentes espécies nativas comercializadas na Grande São Paulo, com dados mensais de agosto de 2002 a dezembro de 2007. Tais dados relativos a preços da madeira nativa foram transformados ao equivalente a madeira em pé na unidade (ver item 3.4.3.), forma que se supõe mais factível à comercialização pelos produtores da região. Já os preços de lenha em pé provieram do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ/USP) e correspondem à média de pinus e eucalipto para lenha em pé na região de Campinas, para o período de agosto de 2002 a junho de 2009. As séries de preços de madeira nativa e de lenha para o período 2002-2007 foram extraídas da revista Florestar Estatístico (2003, 2004, 2005, 2006 e 2008). Os valores da lenha em pé de janeiro de 2008 a junho de 2009 provieram de séries adquiridas

diretamente do CEPEA. Os valores nominais de todos os preços foram atualizados para janeiro de 2008 pelo IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Nos casos onde não se dispunha de séries que cobrissem todo o período de análise (2002/03 a 2008/09), a exemplo do valor da madeira, as séries foram completadas a partir da tendência dos preços recebidos pelos produtos e/ou dos preços pagos pelos produtores por insumos e serviços, ajustando-se uma curva exponencial dada pelo modelo $ln(y_t) = \beta_0 + \beta_1 \, . \, t$, onde y corresponde à média anual (de julho a junho) de preços deflacionados e t representa o tempo em anos. Já nos casos onde não se dispunha dos dados para todos os meses do ano agrícola, a exemplo do preço pago por defensivos agrícolas - tomados pelo IEA em janeiro, abril, agosto e outubro -, calculou-se a média dos meses disponíveis.

As séries históricas de precipitação pluvial, empregadas para o cálculo do número de dias úteis de máquinas agrícolas foram extraídas da base de dados do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Instituto Agronômico de Campinas (CIIAGRO-IAC), para estação de Casa Branca e para o período de 1997 a 2008. O cômputo do número de dias passíveis para o serviço de máquinas agrícolas foi feito conforme as recomendações de Mialhe (1974).

3.3.2 A Técnica de Painel como Forma de Levantamento de Dados

As técnicas conhecidas como grupo focal, entrevista focal ou painel são técnicas de avaliação qualitativa frequentemente utilizadas na pesquisa social (THIOLLENT, 1986; PATIÑO *et al*., 1999 *apud* CARDOSO *et al*., 2007). Esses procedimentos basicamente consistem de reuniões com membros de uma dada amostra da população, que representam a fonte de informação do estudo.

O painel técnico trata de reunir informações detalhadas sobre um tópico particular a partir de um grupo de participantes selecionados. Considera-se que tais dados revelam mais informações do que os obtidos a partir de outros tipos de levantamentos, tais como

as pesquisas individuais. Isto porque os participantes sentem-se livres para revelar a natureza e as origens de suas opiniões sobre um determinado assunto, permitindo que pesquisadores entendam as questões de uma forma mais ampla (BARBOUR & KITZINGER, 1999 e TEMPLETON, 1994 *apud* PIZZOL, 2004).

Os painéis agropecuários consistem, portanto, em reuniões entre um grupo de pessoas conhecedoras da produção agropecuária local: agricultores selecionados por serem representativos dos sistemas de produção em análise, profissionais da assistência técnica e extensão rural governamental e privada, técnicos de cooperativas, da secretaria de agricultura municipal, dos sindicatos rurais, fornecedores de insumos e outros informantes considerados de importância.

Foram realizados dez painéis na área de estudos com o objetivo de cobrir a diversidade socioeconômica, produtiva, tecnológica e ambiental da região, expressa nos diferentes tipos de sistemas de produção encontrados na área de estudos. O número médio de participantes de cada painel, entre agricultores e técnicos, foi de oito pessoas.

De cada painel participaram no mínimo dois pesquisadores conhecedores dos temas a serem tratados. Um foi responsável pela condução da reunião, tratando de manter a discussão produtiva, garantindo que a pauta previamente estabelecida fosse seguida e que os participantes expusessem suas ideias, de modo a evitar a dispersão da questão em foco, como recomenda Pizzol (2004). O outro pesquisador cuidou do registro de todas as informações construídas pelo grupo. Fez-se uso de planilhas eletrônicas e de projetor, para registrar as decisões consensuais do grupo. Desta forma, facilitam-se os acordos e o registro das características das unidades típicas da região estudada, com ênfase nos benefícios e custos da produção agropecuária.

Cada painel técnico começou pelo processo de validação da tipologia, procedendo-se, em seguida, à coleta das informações das unidades de produção típicas, levando-se em conta suas restrições e potencialidades de diferentes naturezas. Numa primeira abordagem, mais geral, conheceram-se as formas de exploração e as tecnologias utilizadas nos principais sistemas de cultivo e criação das unidades típicas. A EMBRAPA, que

utiliza a técnica dos painéis na caracterização dos sistemas e custos de produção de uma série de produtos, recomenda que a atenção da pesquisa se concentre nos sistemas modais (CARDOSO *et al*., 2007; STOCK *et al*., 2008).

Após a caracterização geral de cada unidade típica (que cobriu informações como valor e uso da terra; mão-de-obra disponível; inventário de benfeitorias, máquinas e equipamentos, com os respectivos prazos de substituição; fontes de recursos financeiros; destino da produção, entre outras informações), determinaram-se os coeficientes técnicos de produção dos cultivos e criações nela presentes, segundo a tecnologia predominante. Os coeficientes técnicos descrevem todas as práticas culturais segundo as épocas de realização, a utilização de insumos, a utilização de máquinas e equipamentos, a mão-de-obra empregada, as épocas e os preços de aquisição de insumos e de venda de produtos, etc. É a base para o cálculo dos custos e benefícios de cada atividade agrícola.

Ou seja, todos os passos dos custos de produção foram detalhados: as máquinas e equipamentos empregados, sua potência e consumo de combustível por unidade de tempo; os coeficientes técnicos dos equipamentos, em especial o número de horas necessários por hectare para a realização de determinado trato cultural; os insumos utilizados, com seu princípio ativo, quantidade e preço pago; dentre outros. Também foram incluídos os custos de arrendamento da terra e os custos financeiros, estes com o objetivo de determinar o custo do agricultor com a tomada de financiamento para custeio, conforme Osaki, Alves & Souza (2006).

O painel se prestou, ademais, para se ter um levantamento da infraestrutura regional de bens e serviços.

3.3.3 Indicadores Agropecuários Levantados nos Painéis Técnicos

O fluxo de caixa de cada atividade produtiva que compõe o modelo das unidades típicas nesta tese contempla os seguintes itens: custos com operações agrícolas e tratos dos rebanhos (máquinas, implementos e mão-de-obra contratada – incluídos salários e

encargos sociais), serviços, arrendamentos pagos, insumos agrícolas e pecuários, frete, beneficiamento, classificação, estocagem, assistência técnica, seguros, impostos, entre os mais importantes. Ou seja, os resultados de cada atividade contemplam os desembolsos realizados com ela.

O fluxo de caixa foi construído com periodicidade mensal para cada uma das atividades produtivas que compõem o sistema de produção típico. O financiamento de capital de giro aparece no modelo como atividade à parte, de modo a dar ao modelo a opção de tomá-lo ou não.

Para se chegar ao fluxo de caixa, requer-se que as informações listadas a seguir sejam levantadas nos painéis (baseado em OSAKI, ALVES & SOUZA, 2006).

3.3.3.1 Produtividade por Atividade Agropecuária

Tomou-se a produtividade média (quantidade produzida por unidade de área ou animal) dos últimos três anos, para se evitar anos atípicos. Os dados de produtividade foram levantados segundo o nível tecnológico da atividade em questão, para cada sistema típico.

3.3.3.2 Operações Agrícolas e Coeficientes Técnicos

Consideram-se como operações agrícolas os eventos que compõem o processo produtivo. Identificaram-se, para cada operação agrícola, as máquinas, equipamentos e mão-de-obra utilizados, assim como os materiais e insumos consumidos.

Como coeficientes técnicos consideram-se: o tempo necessário para executar cada atividade, numa dada extensão de área e numa dada tecnologia, e a especificação das quantidades dos insumos empregadas por unidade de área ou animal.

3.3.3.3 Custo da Hora-Máquina

O custo da hora de operação de um trator foi calculado levando-se em conta o gasto com combustível e manutenção (ou conservação) da máquina empregada, acrescido do custo de manutenção dos respectivos implementos utilizados em cada operação.

O custo de conservação é dado por:

$$Cons = \left(\frac{ViM * TxmM}{VuM} \right)$$

onde: *ViM* = Valor inicial de máquinas e equipamentos;

VuM = Vida útil de máquinas e equipamentos, segundo recomendação dos fabricantes;

TxmM = Taxa de manutenção de máquinas e equipamentos, segundo recomendação dos fabricantes.

O custo com combustível é dado por:

$$Comb = CV * 0{,}12 * \Pr D$$

onde: *CV* = Potência em Cavalos-Vapor da máquina;

PrD = Preço do óleo diesel posto na propriedade.

O valor 0,12 representa o consumo médio de óleo diesel em litros por CV (OSAKI, ALVES & SOUZA, 2006).

O valor da hora-máquina é então calculado por:

$HM = Cons + Comb$; onde *HM* = Hora-Máquina.

3.3.3.4 Mão-de-Obra Empregada

Anotaram-se os dados sobre a mão-de-obra utilizada para todas as operações demandadas por cultura ou criação. Considerou-se separadamente o trabalho familiar, o

do funcionário permanente e o do trabalhador temporário, com os correspondentes encargos sociais pertinentes.

3.3.3.5 Custo de Insumos

Todos os insumos foram considerados com seus preços de mercado na safra 2007/2008, para pagamento à vista, considerando-se o seu custo posto na unidade de produção.

3.3.3.6 Custos de Financiamento de Capital de Giro

Levantaram-se dados acerca da forma de financiamento das lavouras e criações, caracterizando-se a proporção empregada de recursos próprios, de financiamentos bancários e de "adiantamentos" tomados nas lojas de insumos, com os correspondentes prazos de pagamentos e taxas de juros cobradas.

3.3.3.7 Renovação de Máquinas

Tomaram-se informações pertinentes a renovações de máquinas pelos produtores em cada tipo analisado, de modo a se ter o período e as condições nas quais os produtores renovam as máquinas agrícolas.

3.4 INDICADORES DO DESEMPENHO ECONÔMICO DAS ATIVIDADES

3.4.1 Margem Bruta

O cálculo do custo de produção empregado nesta tese é baseado na metodologia do custo operacional, proposta pelo IEA (MATSUNAGA *et al*., 1976) e que vem sendo

empregada pelo CEPEA/ESALQ/USP (OSAKI, ALVES & SOUZA, 2006; ALVES, FELIPE & BARROS, 2005), com adaptações.

Segundo Matsunaga *et al*. (1976), no custo operacional incluem-se as despesas efetivamente desembolsadas pelo agricultor, mais uma taxa de depreciação de máquinas e benfeitorias e o custo estimado da mão-de-obra familiar. A remuneração devida a todos os outros fatores de produção não incluídos fica a cargo do "resíduo": a diferença entre o custo operacional e o valor de venda.

Matsunaga *et al*. (1976) explicitam que o custo operacional de produção compõe-se de todos os itens de custos considerados variáveis (ou despesas diretas) representados pelos dispêndios em dinheiro, mão-de-obra, sementes, fertilizantes, defensivos, combustível, reparos, alimentação, vacinas, medicamentos, juros bancários. Acrescentando-se a estes itens os impostos e taxas, tem-se o que os autores denominam de custo operacional efetivo. Ao se adicionar, enfim, a parcela dos custos fixos (ou indiretos) representados pela depreciação dos bens duráveis empregados no processo produtivo e pelo valor da mão-de-obra familiar, chega-se ao custo operacional total. Os itens comuns à empresa agrícola devem ser rateados proporcionalmente entre as diferentes atividades, propondo os autores o rateio em função da renda bruta das mesmas.

Nesta tese, trabalha-se no modelo com a maximização da margem bruta da unidade produtiva, considerando o conjunto de atividades realizadas nas unidades típicas de produção, segundo o padrão tecnológico adotados pelos produtores. Considera-se que a margem bruta de uma atividade corresponde ao valor bruto da produção da atividade, subtraído dos desembolsos efetuados com ela. Assim, restam-se do produto bruto os custos com insumos (inclusive combustíveis), manutenção de máquinas e benfeitorias, seguro de máquinas, juros pagos por financiamentos, custos com arrendamentos de terras, mão-de-obra contratada, assistência técnica, impostos, e outros possíveis dispêndios. Deste modo, a margem bruta que se obtém, ao final, para a unidade de produção, deve remunerar os fatores fixos: terra, trabalho familiar, capital e gestão do empresário familiar.

Como artifício da modelagem - que é tratada detalhadamente em item específico-, e para tratar da questão do rateio de itens comuns na unidade de produção, as contratações de mão-de-obra permanente e temporária, assim como os juros pelo financiamento do custeio de cada cultura/criação, são considerados como atividades em si e tratados separadamente das culturas e criações, podendo o modelo alocá-los no sistema de produção de acordo com a exigência das atividades produtivas selecionadas.

A não inclusão, no modelo, do valor da mão-de-obra contratada permanente diretamente no fluxo de caixa de cada atividade se deve ao fato de que ela está sendo contabilizada na disponibilidade de mão-de-obra da unidade de produção. Trata-se de um artifício para evitar dupla contagem. O mesmo raciocínio se presta aos serviços contratados por empreita: para evitar dupla contagem seu valor está incluído no fluxo de caixa, mas a quantidade de dias-homem que ela representa fica de fora das exigências da cultura, não competindo pela mão-de-obra disponível na unidade produtiva, representada pelos trabalhadores familiares e pelos trabalhadores contratados de forma permanente.

Vale destacar, enfim, que o modelo prevê a troca de máquinas no período declarado pelos produtores, pagando o juro bancário pertinente pelo financiamento.

3.4.2 Valor Presente Líquido (VPL) e Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA)

Um dos instrumentos considerado como dos mais consistentes para análise de investimentos é o Valor Presente Líquido (VPL). Ele estima o valor de hoje de um fluxo de caixa, usando para isso uma taxa básica de atratividade do capital (DOSSA, 2000).

O VPL é calculado pela expressão:

$$\mathbf{V}PL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \ldots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

onde: *VPL* = Valor presente líquido; *FC* = Fluxo de caixa anual; *i* = Taxa de desconto, considerada aqui como 6% ao ano; e *n* = período considerado (em anos).

Para se comparar projetos com fluxos de caixa de vidas úteis diferentes frequentemente se utiliza o Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA). É considerado um critério extremamente útil para comparar investimentos com períodos, ou horizontes, desiguais (MOORHEAD & DANGERFIELD, 1998). Entre outras denominações, é também chamado de Valor Anual Equivalente (VAE), ou, Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE).

Trata-se da expressão anual (uniforme) do valor presente líquido no horizonte de planejamento computado, a uma determinada taxa de desconto (FLORIANO, 2008). Ou seja, através do VPLA pode-se demonstrar quanto de ganho líquido um projeto de investimento poderá propiciar período a período.

O VPLA é calculado pela expressão:

$$VPLA = VPL\left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right)$$

onde: *VPLA* = Valor presente líquido anualizado; *VPL* = Valor presente líquido; *i* = Taxa de desconto, aqui de 6% ao ano; e *n* = período considerado (em anos).

Neste trabalho empregou-se o VPLA para se comparar atividades com diferentes horizontes de produção.

3.4.3 Estimativa do Valor da Árvore em Pé de Espécies Nativas

Apesar da importância do mercado da madeira para o país, diversos autores atestam sobre a carência de estatísticas para o setor. Castanho Filho (2008b) ressalta a falta de estatísticas confiáveis principalmente sobre produção, consumo e preços, inclusive para as florestas plantadas. Sobral *et al*. (2002) enfatizam que as informações

sobre o mercado de madeira amazônica são extremamente escassas: não há informações quantitativas sobre consumo de madeira amazônica e os estudos qualitativos são raros. Os estudos de mercado disponíveis na literatura, segundo estes autores, são meramente especulativos e baseados em dados de produção madeireira inconsistentes.

Nesta tese, a carência de informações se faz sentir especialmente em relação a dados de preços de madeira de espécies florestais nativas. Não há séries históricas de preços de madeira nativa em pé para o Estado de São Paulo, que possam ser utilizadas na modelagem dos sistemas de produção para quantificar mais criteriosamente os benefícios econômicos da reserva legal implantada segundo modelo do LERF.

Perez & Bacha (2007) já advertiam para a escassez de dados acerca da comercialização da madeira de espécies nativas no Brasil, tais como a causalidade e estacionalidade de preços e a margem de comercialização, importantes para caracterizar a comercialização e a formação dos preços da madeira serrada brasileira. Machado (2000) também destacou a ausência de dados de madeira em pé de nativas em São Paulo, esclarecendo a necessidade de se fazer uso de estimativas, baseadas na maioria dos casos em espécies nativas da Amazônia e na experiência de profissionais atuantes na área de exploração da madeira.

Nesta tese, o valor da madeira em pé na unidade de produção foi calculado "descontando-se" do valor da madeira serrada comercializada na Grande São Paulo (série do IPT) as estimativas de desdobro das toras (considerando-se 50% de aproveitamento) e dos custos relacionados a corte, processamento, transporte, impostos e margens de lucro estimadas dos agentes envolvidos.

A partir de dados obtidos em entrevistas junto a serrarias próximas à região estudada, adotaram-se os seguintes parâmetros, relativos ao ano de 2008: i) imposto pago pelo produtor de 2,3% sobre o produto comercializado; ii) custo de R$ 40,00/m^3 de tora para corte e carregamento na área sob manejo da reserva legal (limite de exploração de 25% do total de indivíduos); iii) custo de transporte da tora equivalente a R$ 0,30/m^3/km, da unidade até a serraria (máximo de 50 km); iv) taxa de desdobro de 50%; v) valor de R$

188,00 cobrado pela serraria para cada 1m^3 de madeira serrada, incluídos aqui custos de produção, impostos e margem de lucro; vi) custo de R$ 0,41/m^3/km para o transporte da madeira serrada de Mogi Guaçu até a Grande São Paulo; vii) margem de 30% sobre a revenda da madeira serrada.

Além desses valores, considerou-se um diferencial de preços de acordo com a qualidade da madeira explorada segundo o manejo sustentável proposto pelo LERF. O valor da madeira média considerou-se como o equivalente a 40% daquele da madeira final (de primeira qualidade). Esta proporção está apoiada em dados de levantamento do preço da madeira serrada realizado pelo Imazon em 1997-98 em 75 polos madeireiros da Amazônia Legal, dados que estão apresentados no relatório "Acertando o Alvo ..." (SMERALDI & VERÍSSIMO, 1999, p.22). Foram comparados os preços de comercialização, na Amazônia, das espécies coincidentes ao modelo do LERF.

Já o valor da lenha de espécies nativas foi considerado como o equivalente a 70% do valor da média da lenha de pinus e eucalipto, baseado no relato de profissionais atuantes em serrarias da região.

3.5 FORMULAÇÃO DOS MODELOS EMPÍRICOS DE PROGRAMAÇÃO RECURSIVA DAS UNIDADES TÍPICAS DE PRODUÇÃO DA MICROBACIA DO ORIÇANGA

3.5.1 Descrição Geral

Desenvolveu-se, inicialmente, um modelo através de programação linear para cada tipo de unidade de produção agropecuária analisada, com o objetivo de maximizar a margem bruta, considerando as atividades conforme uso atual e nível tecnológico levantados nos painéis técnicos.

Além das atividades de produção agropecuária, a função objetivo considera: as rendas provenientes dos arrendamentos de terras; as taxas de juros devidas, segundo os

diferentes tipos e fontes de financiamento; os juros obtidos com as transferências de capital; os custos da contratação de mão-de-obra temporária e permanente; entre outros.

Consideraram-se como restrições, para cada unidade típica: i) as disponibilidades de terra, mão-de-obra familiar e máquinas agrícolas, considerando-se nestes casos os períodos efetivamente passíveis de uso, dadas as condições de pluviosidade e os dias de descanso (domingos, feriados e meios dias de sábado); ii) as condições para uso de crédito agrícola, como os limites estabelecidos pelos agentes financeiros; iii) a obrigatoriedade de pagamento dos encargos sobre os financiamentos tomados; iv) as exigências técnicas das culturas e rebanhos, como por exemplo rotação de culturas, balanço de forrageiras, etc; v) as exigências legais de manutenção de áreas de preservação permanente e reserva legal florestal; vi) a existência de áreas de baixa aptidão agrícola nas unidades; entre as mais importantes.

Esse modelo inicial constitui uma imagem do sistema de produção atual (ano agrícola 2007/2008) dos dois tipos de unidades de produção analisados: a pequena unidade de baixa tecnologia e a unidade produtora de citros.

O modelo de programação recursiva adiciona, às mencionadas restrições, outras relacionadas aos coeficientes de flexibilidade. Ou seja, admite-se que o produtor não modifica radicalmente seu sistema de produção de um ano para outro, devido a limitações técnicas e ao seu comportamento frente ao risco.

Utilizou-se o software LINGO 10.0, da LINDO Systems Inc. para resolver os problemas de programação linear.

3.5.2 Atividades Consideradas no Modelo

Como já se mencionou anteriormente, a função objetivo é composta pelas margens brutas advindas de cada atividade de produção agropecuária, por transferências de capital a uma taxa de juros de 0,5% ao mês (elementos com sinais positivos) e por despesas referentes a custos com a produção de forrageiras e silagem que servem de alimento aos

rebanhos (que representam consumos intermediários), juros pagos por financiamentos, gastos com contratação de mão-de-obra permanente e temporária (elementos com sinais negativos).

As atividades consideradas na definição do modelo de programação recursiva estão descritas a seguir.

3.5.2.1 Atividades Comuns aos Dois Tipos de Unidades de Produção

Estão presentes nos dois tipos de unidades analisados as seguintes atividades:

APP = Margem bruta obtida nas APPs presentes em cada tipo de unidade produtiva, que equivale a zero, já que as APPs não podem ser exploradas;

RESLEG = Margem bruta anualizada (valor presente líquido anualizado) proveniente de um hectare de reserva legal, sob manejo proposto pelo LERF, mantido na unidade produtiva típica (equivale a zero, se a reserva legal não for manejada). Através de mapeamento foram estimadas as áreas que devem ser realocadas para reserva legal, e que deveriam ser restauradas, para atender à legislação;

CREDRESLEG = Juros pagos por financiamento para a implementação da reserva legal;

BAIXAAPT = Margem bruta obtida em áreas de baixa aptidão agrícola nas unidades típicas de produção (por condições de encharcamento, alta declividade, pedregosidade e baixa fertilidade dos solos), áreas estas estimadas por mapeamento. No caso destas áreas, considerou-se que a margem bruta equivale a zero;

SOLOVA = Margem bruta obtida em solos da Classe Va de capacidade de uso, que equivale a zero, já que estes solos foram considerados inaptos para cultivos, devendo ser destinados a APP;

CREMAQ = Juros anuais pagos pela unidade de produção por crédito tomado na compra de máquinas, respeitados os prazos indicados em cada tipo para substituição das mesmas;

TC12 a TC1112 = Juros pagos por transferências de capital de um mês a outro, correspondendo à taxa de 6% ao ano;

COMDO1 a COMDO12 = Valor pago por uma diária para mão-de-obra temporária.

3.5.2.2 Atividades Específicas para o Tipo 1 – Pequenas Unidades de Produção Pouco Tecnificadas

MILHO = Margem bruta de um hectare de milho de baixa tecnologia;

BRACHI = Custo de produção de um hectare do pasto braquiarão;

ELEFAN = Custo de produção de um hectare de capim elefante;

SILAG = Custo de produção de um hectare de silagem;

UNIVACA = Diferença entre o retorno obtido com a venda de animais e os custos de manejo de uma "unidade matriz"[26], ou "unidade vaca" de leite (custos com alimentação - exceto custos com pastagens plantadas e silagem que são consideradas atividades à parte, ou consumo intermediário -, custos com manejo sanitário e reprodutivo e gastos com reparos de benfeitorias e máquinas empregados com o rebanho);

VENDLEI = Valor obtido com a venda de 1.000 litros de leite;

CRELEI = Juros anuais pagos pela unidade de produção do Tipo 1 por crédito bancário tomado para atividade leiteira (PRONAF - taxa subsidiada histórica de 3% ao ano);

CREMIL = Juros anuais pagos pela unidade de produção do Tipo 1 por crédito bancário tomado para milho (PRONAF - taxa subsidiada histórica de 3% ao ano);

LOJMIL = Juros anuais pagos pela unidade de produção do Tipo 1 por adiantamento tomado em loja de insumos destinado a milho (taxa de 2% ao mês, segundo depoimentos dos produtores nos painéis técnicos, realizados em agosto de 2008).

[26] Verificar, no item 3.6.2.2. a composição da medida "unidade matriz" ou "unidade vaca".

3.5.2.3 Atividades Específicas para o Tipo 4 – Unidade Produtora de Citros

LARAN = Margem bruta anualizada (valor presente líquido anualizado) de um hectare de laranja;

MILHO = Margem bruta de um hectare de milho de alta tecnologia;

CRELAR = Juros anuais pagos pela unidade de produção do Tipo 4 por crédito tomado para laranja (taxa histórica de 6% ao ano);

CREMIL = Juros anuais pagos pela unidade de produção do Tipo 4 por crédito bancário tomado para milho (taxa histórica de 6% ao ano);

LOJLAR = Juros anuais pagos pela unidade de produção por adiantamento tomado em loja de insumos destinado a laranja (taxa de 2% ao mês, obtida nos painéis com os produtores, em agosto de 2008);

LOJMIL = Juros anuais pagos pela unidade de produção do Tipo 4 por adiantamento tomado em loja de insumos destinado a milho (taxa de 2% ao mês);

FUNPERM = Custo médio da contratação de um funcionário permanente (salários mais encargos sociais);

3.5.3 Restrições Consideradas no Modelo

As seguintes restrições foram consideradas no modelo:

3.5.3.1 Restrições Comuns aos Dois Tipos Analisados

SOLO 1 a 12 = Ocupação mensal do solo (de julho a junho), restrita à área total da unidade de produção típica;

CAIXA 1 a 12 = Fluxo de caixa da unidade de produção, com periodicidade mensal (de julho a junho);

MDO 1 a 12 = Mão-de-obra ocupada com as diferentes atividades, considerando-se como limite a soma da mão-de-obra familiar e mão-de-obra contratada permanente. Permite-se a contratação de mão-de-obra temporária. Não inclui a mão-de-obra paga por empreita, que entra como débito no fluxo de caixa;

MAQ 1 a 12 = Número de dias, por mês, em que é possível a utilização de máquinas e equipamentos pelas diferentes atividades, limitado à disponibilidade de frota própria. Esse valor é calculado conforme recomendação de MIALHE (1974), e desconta dias chuvosos, domingos, feriados e meios-dias de sábado. Não inclui o trabalho de máquinas pago por empreita, que entra como débito diretamente no fluxo de caixa;

RESTRICAOCREDMAQ = Refere-se ao cumprimento das obrigações assumidas com crédito para a compra de máquinas;

CREDRESLEG= Considera a possibilidade de uso de crédito bancário para implantação de reserva legal conforme modelo do LERF;

AREAAPP = Corresponde à área de APP que deve ser mantida, por lei, na unidade de produção, conforme estimativa feita por mapeamento;

RLEXISTE = Refere-se à área de reserva legal já existente na unidade de produção, obtida por mapeamento;

RESTRICAORL = Delimita a área de reserva legal que falta para cumprir com a exigência legal;

AREABAIXAAPTIDAO = Corresponde à área de baixa aptidão existente na unidade de produção, conforme estimativa feita por mapeamento;

3.5.3.2 Restrições Específicas para o Tipo 1 – Pequenas Unidades de Produção Pouco Tecnificadas

DISPFORRAGEMVERAO = Diz respeito à produção por hectare das forragens disponíveis no período de verão (braquiarão e capim elefante, para bovinos de leite);

DISPFORRAGEMINVERNO = Diz respeito à produção por hectare das forragens disponíveis para o período de inverno (braquiarão, capim elefante e silagem de milho, para bovinos de leite);

BRACHIARIAVERAOLEITE = Corresponde ao consumo de braquiarão necessário para suprir as necessidades de uma unidade matriz leiteira no verão – período restritivo para esta forrageira por estar nela baseada a alimentação do rebanho no verão;

SILAGEMINVERNOLEITE = Corresponde ao consumo de silagem de milho necessário para suprir as necessidades de uma unidade matriz leiteira no inverno;

ELEFANTEINVERNOLEITE = Corresponde ao consumo de capim elefante necessário para suprir as necessidades de uma unidade matriz leiteira no inverno;

VENDALEITE = Estabelece a produção de leite por unidade matriz como limite para a venda de leite;

CREDITOLEITEFORRAGEM = Indica que o crédito tomado deve ser usado para o fim indicado (pastagens e leite, no caso);

RESTRICAOCREDITOMILHO = Indica que o crédito tomado deve ser usado para o fim indicado (milho, no caso);

RESTRICAOLOJAMILHO = Indica que o adiantamento em loja tomado deve ser usado para o fim indicado (milho, no caso);

LIMITEGLOBALCREDITOPRONAF = Refere-se ao limite de crédito de custeio que pode ser tomado por unidade familiar com juros subsidiados pelo PRONAF (3% ao ano);

REDUCAOVACAS = Corresponde ao número de unidades matriz que deve ser mantido como limite inferior para a produção leiteira na unidade de produção típica, conforme estabelece o coeficiente de flexibilidade;

AUMENTOVACAS = Corresponde ao número de unidades matriz que deve ser mantido como limite superior para a produção leiteira na unidade de produção típica, conforme estabelece o coeficiente de flexibilidade;

REDUCAOMILHO = Corresponde à área que deve ser mantida como limite inferior para milho na unidade de produção típica, conforme estabelece o coeficiente de flexibilidade;

AUMENTOMILHO = Corresponde à área que deve ser mantida como limite superior para milho na unidade de produção típica, conforme estabelece o coeficiente de flexibilidade.

3.5.3.3 Restrições Específicas para o Tipo 4 – Unidade Produtora de Citros

FUNCPERM = Obriga a cumprir com o compromisso de pagamento de salários e encargos devidos à contratação de funcionários permanentes;

RESTRICAOCREDLARANJA = Indica que o crédito tomado deve ser usado para o fim indicado (laranja, no caso);

RESTRICAOCREDMILHO = Indica que o crédito tomado deve ser usado para o fim indicado (milho, no caso);

RESTRICAOLOJALARANJA = Indica que o adiantamento em loja tomado deve ser usado para o fim indicado (laranja, no caso);

RESTRICAOLOJAMILHO = Indica que o adiantamento em loja tomado deve ser usado para o fim indicado (milho, no caso);

LIMITECREDLARANJA = Diz respeito ao limite de crédito bancário oficial que pode ser tomado para laranja, à taxa de juros considerada (6% ao ano);

LIMITECREDMILHO = Diz respeito ao limite de crédito bancário oficial que pode ser tomado para milho, à taxa de juros considerada (6% ao ano);

REDUCAOLARANJA = Corresponde à área que deve ser mantida como limite inferior para laranja na unidade de produção típica, conforme estabelecem os coeficientes de flexibilidade;

AUMENTOLARANJA = Corresponde à área que deve ser mantida como limite superior para laranja na unidade de produção típica, conforme estabelecem os coeficientes de flexibilidade;

REDUCAOMILHO = Corresponde à área que deve ser mantida como limite inferior para milho na unidade de produção típica, conforme estabelecem os coeficientes de flexibilidade;

AUMENTOMILHO = Corresponde à área que deve ser mantida como limite superior para milho na unidade de produção típica, conforme estabelecem os coeficientes de flexibilidade.

3.5.4 Cálculo dos Coeficientes de Flexibilidade

Como já se explicitou anteriormente, os coeficientes de flexibilidade estabelecem os limites superior e inferior para variação das áreas e do número de animais das diferentes atividades. Eles são calculados com base nas variações anuais das áreas plantadas e tamanho dos rebanhos, das diferentes culturas e criações. Trata-se de um mecanismo de inserção de dinamismo e de consideração de risco na análise.

Estimaram-se as áreas plantadas com cada cultura e o número de vacas ordenhadas na microbacia a partir das séries históricas de produção agrícola e produção pecuária municipais do IBGE (PAM-PPM/IBGE), com exceção da laranja. Admitiu-se que o aporte na área plantada com cada cultura e no número de vacas ordenhadas de cada município para a microbacia eram proporcionais à área física que o município ocupa na mesma. Assim, as áreas plantadas com cada cultura e o número de vacas ordenhadas na

Microbacia do Rio Oriçanga correspondem ao somatório dos dados municipais, ponderados pelo percentual de área que cada município ocupa na microbacia. No caso da cultura da laranja empregou-se a série do IEA que representa o número de pés (em produção, somados aos pés novos) para o Estado de São Paulo. Na opinião de especialistas, para laranja, estes eram os dados que apresentavam maior consistência com os objetivos do trabalho. Todas as séries históricas cobriram o período de 1990 a 2008.

Inicialmente, procedeu-se, para cada cultura e rebanho, a estimar por regressão linear a partir do método dos mínimos quadrados ordinários, as retas representativas das áreas plantadas com cada cultura (ou número de pés no caso da laranja; ou número de vacas ordenhadas, no caso da produção leiteira), no plano *t* versus *t*-1, localizadas acima e abaixo da reta das áreas plantadas (ou número de pés, ou número de vacas ordenhadas) em *t*-1. Os coeficientes angulares das retas "acima" e "abaixo" serviram para calcular, respectivamente, os limites superior e inferior dos coeficientes de flexibilidade (γ_1 e γ_2 das equações (3.9) e (3.10), apresentadas anteriormente). Na próxima seção, que trata dos resultados obtidos, os coeficientes de flexibilidade serão apresentados, em números e graficamente.

3.6 RESULTADOS

3.6.1 Unidade de Produção Típica do Tipo 4 – Unidade Produtora de Citros

3.6.1.1 Características Gerais da Unidade de Produção do Tipo 4

No painel técnico com os citricultores da Microbacia do Rio Oriçanga foram referendadas as características da unidade de produção típica construída através da tipologia.

Os coeficientes técnicos de produção foram construídos para uma unidade produtiva de 80 ha, dos quais cerca de 65 ha são ocupados com a citricultura e perto de 5

ha são plantados com milho a cada ano. Uma área próxima a 10 ha é mantida com vegetação natural, conforme informações extraídas do painel. A unidade desenhada é gerenciada pela família e conta com a mão-de-obra familiar de dois adultos em tempo integral, contratando-se outras duas pessoas de forma permanente. Os serviços de colheita e plantio da laranja se fazem na forma de empreita. A unidade de produção conta com dois tratores e os equipamentos necessários à condução das lavouras.

Para efeito da modelagem, admitiu-se que na unidade se cultivam as variedades de laranja Valência e Pera Rio, sendo 80% da produção destinados à indústria e 20% à mesa. O milho é produzido, embora em plantio convencional, com o que se considera alta tecnologia na área de estudos, no que se refere ao uso de insumos.

O melhor enquadramento da vegetação natural das unidades de produção foi obtido através do mapeamento. Para o Tipo 4, estimou-se que 5,16% da sua área (4,128 ha) correspondem a APPs (matas ciliares), das quais 58,94% estão ocupadas com vegetação natural e o restante tem uso antrópico. Neste tipo de unidade, 0,5% da área (0,392 ha) estão na Classe Va de capacidade de uso, devido a condições de encharcamento - cabendo aí também a alocação de APPs. Detectaram-se, ademais, áreas com vegetação fora das APPs que, em princípio, poderiam ser enquadradas como reserva legal, e que giram em torno de 7,05% da área da unidade produtiva (5,640 ha). Adicionalmente, perto de 0,8% das áreas (0,656 ha) foram enquadradas na Classe VI de capacidade de uso, ou seja, sem aptidão para culturas anuais e perenes, e aptas para reflorestamento. Deste modo, e considerando que as áreas de capacidade de uso Classe VI sejam destinadas à reserva legal, deveriam ainda ser realocados 9,704 ha de áreas usadas na produção para o cumprimento da reserva legal nas unidades de produção do Tipo 4, de modo a alcançar os 20% da área total, e admitindo que o cumprimento se faça na própria unidade produtiva.

No que diz respeito à utilização da maquinaria, o número de dias possíveis para uso da mecanização agrícola foi estimado em 200,84 ao ano, valor obtido, conforme descrito anteriormente, através da metodologia proposta por Mialhe (1974).

A contratação dos dois trabalhadores permanentes se fez, em 2007/08, a uma remuneração mensal média (salário mais encargos sociais) de R$ 731,61 por pessoa. Já a contratação de diaristas se fez ao valor da diária de R$ 29,50, havendo aqui também sido computados os encargos.

Os juros do crédito rural foram considerados com uma média histórica de 6% ao ano, inclusive para a implantação da reserva legal. Possibilitaram-se os adiantamentos em lojas comerciais, conforme se levantou nos painéis, com prazos de reembolsos médios de dois meses e taxas médias de juros de 2% ao mês, aplicadas à época do levantamento. Admitiu-se que uma vez tomado o financiamento, ele deveria ser destinado à cultura fim. Previu-se, ainda, que a troca de cada trator se fizesse no prazo de quinze anos, para o que se poderia fazer financiamento a taxas de juros históricas de 6% ao ano. Todos estes dados foram captados nos painéis técnicos com os produtores.

Admitiu-se, ainda, no fluxo de caixa da unidade de produção, a transferência de capital a uma taxa de 0,5% ao mês.

3.6.1.2 Breve Descrição das Atividades Praticadas pelo Tipo 4

a) Citricultura

Considerou-se para o cálculo da margem bruta da cultura da laranja, principal atividade do Tipo 4, a combinação das variedades Pera Rio (40% da área) e Valência (60% da área), das quais 80% são destinados à indústria e 20% para mesa. Consideraram-se as seguintes produtividades médias: i) sem produção no ano de implantação, no ano 1 e no ano 2; ii) 0,5 caixa (40,8 Kg) por planta no terceiro ano; iii) 1 cx/planta no quarto ano; iv) 2,7 cx/ planta dos anos 5 a 11; e v) 2,3 cx/ planta dos anos 12 a 18. Estes valores equivalem a uma produtividade média de 2,03 caixas por planta ao longo de todo o ciclo produtivo.

A partir dos dados tomados para 2007/08, estimou-se que o VPL da margem bruta para a cultura da laranja na unidade de produção típica, calculado a partir dos dados dos

painéis, alcançou o montante de R$ 16.915,21/ha e o VPLA chegou a R$ 1.562,23/ha. Deve-se recordar que foram considerados apenas os desembolsos no cálculo desses indicadores.

Os desembolsos da atividade citricultura podem ser vistos no ANEXO 2.

b) Cultura do Milho

Na grande maioria das unidades produtivas da área estudada não se emprega o plantio direto no cultivo do milho, razão pela qual se descreveu a cultura sob plantio convencional.

Através dessa técnica, mas com alta utilização de insumos, atinge-se, no Tipo 4 uma produtividade de 125 sacos de milho por hectare, o que gerou, em 2007/08, uma margem bruta (descontados os desembolsos) de R$ 837,74/ha. A estrutura de custos (desembolsos) dos sistemas de produção de milho dos dois tipos analisados é apresentada no ANEXO 3.

c) Manejo da Reserva Legal

As unidades de produção do Tipo 4, como talvez a totalidade da região, não realizam qualquer tipo de manejo da vegetação natural em áreas de reserva legal.

Como se descreveu anteriormente, cabe, na unidade típica produtora de citros, que se destine uma área de 16 ha para reserva legal, dos quais 9,7 ha devem ser realocados a partir de áreas hoje cultivadas, ao se suprir o déficit de reserva legal na própria unidade de produção.

Nessa área, a partir do manejo proposto pelo LERF estima-se a produção de madeira apresentada na Tabela 11.

A descrição do modelo de restauração da reserva legal do LERF e a metodologia de cálculo do volume de madeira a ser explorado são apresentados no ANEXO 1.

Com o manejo da reserva legal, estimou-se um VPL de R$ 7.074,53/ha, considerado o período de 80 anos e o VPLA foi calculado em R$ 428,52/ha.

TABELA 11 – QUANTIDADE DE INDIVÍDUOS E VOLUME EXPLORADO DE MADEIRA NA RESERVA LEGAL SEGUNDO MODELO PROPOSTO PELO LERF, POR TEMPO DA EXPLORAÇÃO E GRUPO DE MADEIRA

Anos	Quantidade explorada (Indivíduos/ha)	Cálculo DAP (m^3/ha)	Grupo de Madeira	Qualidade da Madeira
10 a 15	830	39,43	Madeira Inicial	Lenha
20 a 25	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
30 a 35	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
35 a 40	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
40 a 45	207,5	88,71	Madeira Final	Alta + Lenha
50 a 55	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
55 a 60	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
60 a 65	207,5	88,71	Madeira Final	Alta + Lenha
70 a 75	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
75 a 80	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
80 a 85	207,5	88,71	Madeira Final	Alta + Lenha
TOTAL	**4357,5**	**953,34**		

FONTE: Elaborado pela autora com base no modelo do LERF descrito por PREISKORN (2009) e em dados de CASTANHO (2009). DAP = Diâmetro à altura do peito (1,3 m).

Os resultados econômicos da exploração da reserva legal são apresentados no ANEXO 4.

3.6.1.3 Coeficientes de Flexibilidade

Foram estimadas, para a Microbacia do Rio Oriçanga, as áreas com diferentes usos do solo, para o período de 1990 a 2008, com exceção da laranja, cujos dados de base se referem ao Estado de São Paulo[27]. Na Tabela 12 apresentam-se os resultados para laranja e milho, atividades características do Tipo 4, além de floresta natural.

[27] No caso da laranja, empregaram-se dados relativos ao número de pés (que se mostraram mais pertinentes aos objetivos deste estudo que os dados de área) para o Estado de São Paulo, já que estes se apresentavam em série mais longa que os municipais. Para o milho, estimou-se a variação na área plantada para a Microbacia do Rio Oriçanga, pois se contava com dados municipais em séries extensas.

TABELA 12 – VARIAÇÃO DO NÚMERO DE PÉS DE LARANJA, DA ÁREA PLANTADA COM MILHO E DA ÁREA COM FLORESTA NATURAL, TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA – SP (DE 1990 A 2008 PARA LARANJA E MILHO, E DE 2001 A 2006 PARA FLORESTA NATURAL)

Período	Usos		
	Laranja[1] (nº de pés)	**Milho[2] (ha)**	**Floresta Natural[3] (ha)**
1990	180.723.658	.429	-
1991	197.118.960	4.266	-
1992	204.762.369	3.202	-
1993	214.018.805	2.224	-
1994	223.616.323	2.903	-
1995	233.798.953	3.155	-
1996	228.348.661	2.431	-
1997	224.692.236	2.629	-
1998	224.512.614	2.585	-
1999	228.312.560	3.919	-
2000	215.227.031	5.200	-
2001	205.811.063	5.246	3.178.090
2002	211.631.592	4.560	3.231.436
2003	212.560.034	5.179	3.259.184
2004	215.424.155	5.023	3.204.260
2005	215.030.451	4.946	3.118.431
2006	211.084.838	4.643	3.200.552
2007	217.485.693	4.225	-
2008	231.494.148	4.391	-

FONTE: [1] Banco de Dados do IEA (IEA, 2010), referente ao Estado de São Paulo; [2] PAM/SIDRA (IBGE, 2010b), estimativa da autora para a Microbacia do Rio Oriçanga; [3] IEA/Cati para o Estado de São Paulo (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 2008, p. 79).

Estas informações foram usadas no cálculo dos coeficientes de flexibilidade das atividades laranja e milho.

Os valores encontrados para os coeficientes de flexibilidade são apresentados na Tabela 13. Eles representam os limites de variação permitidos ao modelo, para cima e para baixo, para as culturas da laranja e do milho, a cada ano agrícola, na Microbacia do Rio Oriçanga. Esses percentuais devem ser aplicados a cada ano agrícola, tendo por base os resultados do período anterior.

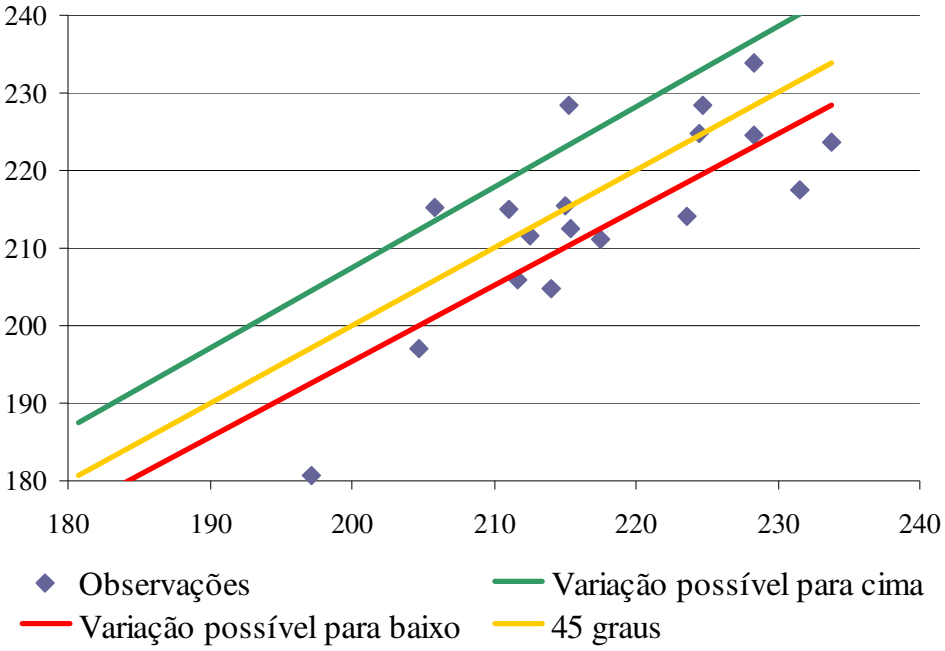
TABELA 13 – VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA PARA AS CULTURAS DA LARANJA E DO MILHO, A CADA ANO AGRÍCOLA, PARA A MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO

Cultura	**Variação Percentual (%)**	
	Para Baixo	**Para Cima**
Laranja[(1)]	2,32%	3,71%
Milho[(2)]	10,98%	17,69%

FONTE: Elaborado pela autora com base em [(1)] Banco de Dados do IEA (IEA, 2010) e [(2)]PAM/SIDRA, IBGE (2010b).

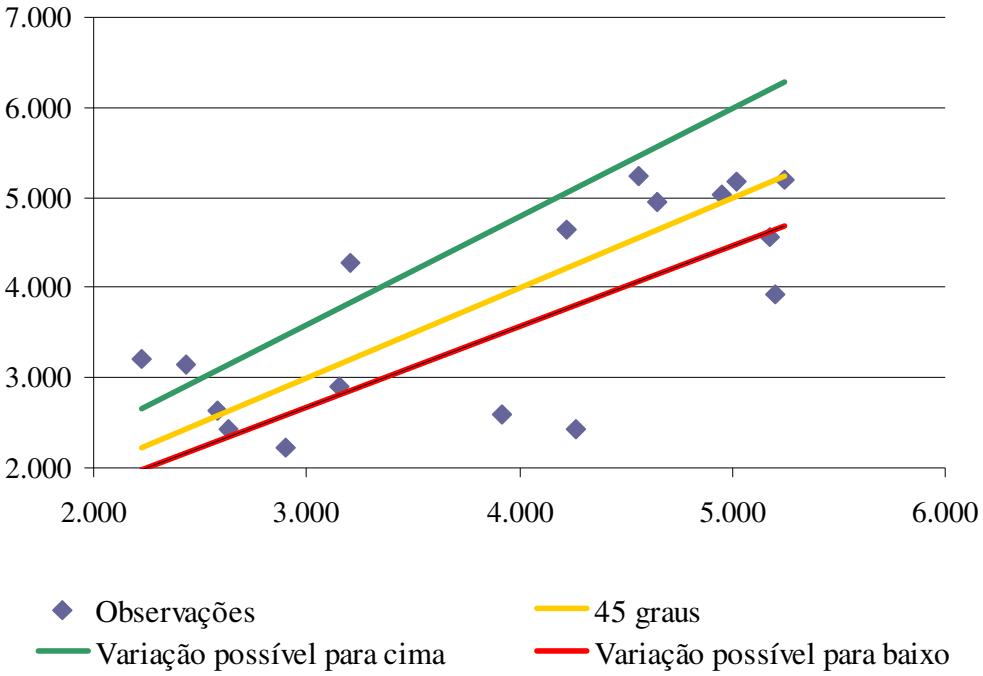
Os gráficos 3 e 4 ilustram as possibilidades de variação para baixo e para cima para as culturas da laranja e do milho, respectivamente.

GRÁFICO 3 – VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA NO NÚMERO DE PÉS DA LARANJA, PARA O ESTADO DE SÃO PAULO (EM MILHÕES DE PÉS)



FONTE: Elaborado pela autora com base no Banco de Dados do IEA (IEA, 2010).

GRÁFICO 4 – VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA NA ÁREA PLANTADA DE MILHO, PARA A MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (EM HECTARES)



FONTE: Elaborado pela autora com base em PAM/SIDRA, IBGE (2010b).

No caso da reserva legal, dada a impossibilidade legal de corte raso, obriga-se o modelo a manter exatamente o valor fixado por lei. O mesmo raciocínio vale para as APPs, já que elas devem ser mantidas intactas segundo a legislação.

3.6.1.4 Variação na Rentabilidade das Atividades Agrícolas

Na análise recursiva, consideraram-se sete anos agrícolas: de 2002/03 a 2008/09. Este limite se deveu à disponibilidade de dados que pudessem ser utilizados para a estimativa do valor da madeira em pé na unidade de produção, já que a série de preços da madeira do IPT[28] se restringia ao período entre 2003 e 2007. Os preços da madeira nos períodos faltantes foram calculados pela tendência.

[28] Referentes ao preço da madeira serrada na Grande São Paulo.

Observou-se importante variabilidade nos preços dos produtos no período analisado, destacando-se os menores preços da laranja em 1999/2000, 2000/2001, 2004/05 e 2008/09 e do milho em 2004/05, 2005/06 e 2008/09. Esses números podem ser observados na Tabela 14.

TABELA 14 – PREÇOS RECEBIDOS PELOS PRODUTORES DE LARANJA E MILHO (MÉDIA DO ESTADO DE SÃO PAULO) E PREÇO DA MADEIRA SERRADA NA GRANDE SÃO PAULO - MÉDIAS DO PERÍODO DE JULHO A JUNHO (VALORES REAIS DE JANEIRO DE 2008 DEFLACIONADOS PELO IGP-DI)

Período	**Laranja para Indústria (R$/Cx. 40,8Kg) (1)**	**Laranja para Mesa (R$/Cx. 40,8Kg) (1)**	**Milho (R$/60KG) (1)**	**Madeira Serrada (R$/m^3) (2)**
2002/03	13,65	17,27	28,99	
2003/04	11,34	14,50	22,14	1.088,92
2004/05	8,27	11,28	19,19	1.159,36
2005/06	9,12	13,60	17,27	1.323,86
2006/07	11,02	15,07	19,85	1.377,79
2007/08	10,32	14,07	24,86	1.448,68
2008/09	7,77	10,80	19,48	
Média	**9,49**	**12,97**	**21,80**	**1.279,72**

FONTE: (1) Banco de Dados do IEA (IEA, 2010) e (2) IPT (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008).

O cálculo do valor da madeira em pé seguiu os passos descritos no item 3.4.3. desta tese. Os valores a que se chegaram para o m^3 da madeira em pé na unidade produtiva, e para a lenha em pé, são apresentados na Tabela 15.

TABELA 15 – VALORES ESTIMADOS PARA TORA E LENHA EM PÉ DAS ESPÉCIES PROPOSTAS PARA MANEJO SUSTENTÁVEL, NAS UNIDADES PRODUTIVAS DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (EM R$/M³) (VALORES DE JANEIRO DE 2008 DEFLACIONADOS PELO IGP-DI)

Período	Madeira Final Em Pé	Madeira Média Em Pé	Lenha Em Pé
2002/03	179,61	71,85	30,95
2003/04	196,35	78,54	36,09
2004/05	209,65	83,86	40,08
2005/06	257,47	102,99	47,40
2006/07	262,89	105,16	50,65
2007/08	273,75	109,50	48,43
2008/09	299,26	119,71	45,61
Média	**239,86**	**95,94**	**42,74**

FONTE: Estimado pela autora.
NOTA: Valores da madeira em pé estimados a partir da série do IPT do preço da madeira nativa serrada na Grande São Paulo (conforme descrito no item 3.4.3.desta tese); Valores da lenha em pé estimados a partir da série de preços do Cepea (conforme descrito naquele mesmo item).

Pelas estimativas, observa-se um crescimento da ordem de 9,0% ao ano no valor da madeira em pé, e de 7,3% no da lenha em pé no período de 2002/03 a 2008/09. Comparativamente, no mesmo período, o preço da laranja teve tendência de queda de 5,2% ao ano e o do milho, de queda de 3,3% ao ano. Ampliando-se o período analisado dos preços de 1998/1999 a 2008/09, observa-se, no caso do milho, uma tendência de redução do preço de 1,1% ao ano, e na laranja, uma tendência de aumento de 2,4% ao ano.

Bacha (2009) destaca que os anos 2000 têm presenciado escassez de madeira, o que é evidenciado pela falta de madeira para certas indústrias, como o caso da indústria moveleira de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e pela evolução dos preços. O autor cita aumentos nos preços de 342% para árvores de pinus e 240% para eucalipto, entre setembro de 2002 e julho de 2008, na região de Bauru - SP, enquanto a inflação no período teria sido de 72,4% (IGP-DI).

Em relação às madeiras nativas, a sua crescente escassez também leva à valorização. Nesse sentido, a proposta de manejo da reserva legal com espécies de madeira de lei, além do lado ambiental, pode representar uma poupança e uma fonte de

renda para os agricultores, frente aos preços que possam vir a ser alcançados pela madeira de espécies nativas.

Destaca-se, ademais, no período analisado, a elevação mais acentuada dos gastos com fertilizantes e corretivos a partir de 2007/2008. Na Tabela 16 podem-se visualizar os gastos médios, em Reais por hectare e por ano, relativos às cestas dos fertilizantes e corretivos empregados nas culturas da laranja, do milho e na reserva legal (manejo proposto pelo LERF), em valores atualizados para janeiro de 2008. Essas cestas foram calculadas em função dos tipos de fertilizantes e corretivos empregados e suas respectivas quantidades, para as diferentes atividades agrícolas do Tipo 4. Na Tabela 16 também podem ser comparados os aumentos percentuais, a cada ano, dos valores das cestas de fertilizantes e corretivos, assim como a tendência de variação anual desses valores no período de 2002/03 a 2008/09.

TABELA 16 – GASTOS ANUAIS POR HECTARE COM AS CESTAS DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS: VALORES MÉDIOS E TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO ANUAL DOS VALORES, PARA LARANJA, MILHO E RESERVA LEGAL SOB MANEJO LERF (R$/HA/ANO – VALORES DE JANEIRO DE 2008 DEFLACIONADOS PELO IGP-DI)

Período	**Usos do Solo**					
	Laranja		**Milho**		**Reserva Legal**	
	Valor (R$/ha)	**Δ%**	**Valor (R$/ha)**	**Δ%**	**Valor (R$/ha)**	**Δ%**
2002/03	1.069,49		938,40		198,59	
2003/04	1.145,88	7,1	998,95	6,5	206,78	4,1
2004/05	1.166,68	1,8	1055,03	5,6	203,59	-1,5
2005/06	984,77	-15,6	944,11	-10,5	172,99	-15,0
2006/07	940,72	-4,5	872,25	-7,6	173,3	0,2
2007/08	1.172,92	24,7	1093,43	25,4	246,2	42,1
2008/09	1.386,21	18,2	1328,03	21,5	282,19	14,6
Média/Tendência/Variação	**1.123,81**	**2,2%**	**1.032,89**	**3,8%**	**211,95**	**4,5%**

FONTE: Dados da pesquisa, baseados nas séries de preços de insumos listadas no Banco de Dados do IEA (IEA, 2010).

Dados os comportamentos dos preços de insumos e produtos, foi grande a variabilidade das margens brutas alcançadas pelas unidades de produção do Tipo 4 no período analisado, tanto no que se refere às margens das atividades individuais, como as das unidades produtivas.

A Tabela 17 mostra a variação das margens brutas, calculadas para as diferentes atividades praticadas por este tipo de unidade de produção, no decorrer do período.

TABELA 17 – VARIAÇÃO NAS MARGENS BRUTAS DAS ATIVIDADES DO TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (EM R$/HA)

Período	Laranja	Milho Alta Tecnologia	Reserva Legal Manejada
2002/03	3.269,14	1.568,53	183,20
2003/04	1.960,20	640,30	232,01
2004/05	-291,51	216,68	280,23
2005/06	802,53	94,79	417,77
2006/07	1.897,46	472,43	433,93
2007/08	1.562,23	837,74	428,52
2008/09	-233,16	-99,22	463,27
Média	**1.280,98**	**533,04**	**348,42**

FONTE: Dados da pesquisa, utilizando-se de séries de preços listadas no Banco de Dados do IEA (IEA, 2010) para insumos e para os produtos laranja e milho, e do IPT para madeira (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008).

A grande variabilidade nas margens brutas da laranja e do milho foram responsáveis pela variação das margens brutas das unidades de produção, como se verá mais adiante.

3.6.1.5 Cenários para o Tipo 4

As informações referentes à estrutura das unidades de produção, uso de recursos financeiros, de máquinas e de mão-de-obra, além dos coeficientes técnicos referentes às práticas culturais empregadas em cada uma das atividades e dos intervalos de variação de área para cada cultura, determinados pelos coeficientes de flexibilidade, foram incorporados na formulação do modelo matemático da unidade típica (ver ANEXO 6).

Para cumprir com as exigências legais, e tendo por base o mapeamento da vegetação natural efetuado, obrigou-se o modelo a: i) manter 4,128 ha como matas ciliares (APP); ii) destinar 0,392 ha de área inundável (Classe Va) também a APP; iii) preservar os 5,640 ha relativos à vegetação natural fora de APP, já existentes; iv) considerar a existência de 0,656 ha como áreas de baixa aptidão (Classes VI e VII); e v) alocar para reserva legal 9,704 ha, que hoje são destinados à produção, prevendo que nesta área se possa ou não seguir o manejo proposto pelo LERF.

Partindo do sistema de produção atualmente praticado na unidade produtiva típica, analisaram-se três situações:

1) Simulando-se o sistema atual praticado na unidade, onde se cultiva laranja e milho, sem completar a área de reserva legal prevista na legislação (Situação 1);
2) Respeitando-se as atividades do sistema atual da unidade de produção típica, mas alocando-se terra para suprir o déficit de reserva legal no interior da unidade produtiva, que seguiria o sistema de plantio de espécies nativas, manejo e exploração de madeira propostos pelo LERF (Situação 2);
3) Respeitando-se as atividades do sistema atual da unidade de produção e alocando-se a área prevista para suprir o déficit de reserva legal na própria unidade, onde se permite a regeneração natural da vegetação e não se procede à exploração da madeira (Situação 3).

Deste modo, o modelo alocou, através da análise recursiva, as seguintes áreas para as atividades do Tipo 4 (Tabela 18), de acordo com as três situações previstas: 1) manejo atual, sem os 9,704 ha de reserva legal exigidos adicionalmente; 2) alocando-se os 9,704 ha de reserva legal faltantes, manejados; e, 3) alocando-se os 9,704 ha de reserva legal faltantes, porém sem manejo.

TABELA 18 – ÁREAS ALOCADAS PELO MODELO PARA AS TRÊS SITUAÇÕES ESTUDADAS PARA O TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, DE 2002/03 A 2008/09

Período	Situação 1[(1)]			Situação 2			Situação 3		
	Laranja	Milho	Reserva Legal	Laranja	Milho	Reserva Legal	Laranja	Milho	Reserva Legal
2002/03	65,079	4,105	0,000	56,155	3,325	9,704	56,155	3,325	9,704
2003/04	64,405	4,039	0,000	55,374	4,039	9,704	55,374	4,039	9,704
2004/05	62,942	3,639	0,000	54,116	3,639	9,704	54,116	3,639	9,704
2005/06	65,367	3,279	0,000	56,201	3,279	9,704	56,201	3,279	9,704
2006/07	65,121	3,984	0,000	55,496	3,984	9,704	55,496	3,984	9,704
2007/08	64,344	4,840	0,000	54,640	4,840	9,704	54,640	4,840	9,704
2008/09	64,876	4,308	0,000	55,172	4,308	9,704	55,172	4,308	9,704

FONTE: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem.
NOTA: [(1)] Situação 1 simula o sistema atual da unidade de produção típica.

Mantendo-se fixo o valor a ser destinado à reserva legal, o modelo não pode alocar terras para esse uso, mesmo quando as condições de preço para as outras culturas sejam muito desfavoráveis, assim como não pode empregar as áreas destinadas à reserva legal com culturas de maior rentabilidade. O mecanismo recursivo garante que as áreas destinadas às atividades se mantenham, a cada ano, dentro de certos patamares, mesmo quando as relações de troca não lhe sejam favoráveis, o que condiz com o comportamento do produtor. Os resultados econômicos obtidos com os modelos recursivos são apresentados a seguir.

A simulação das três situações conduziu à seguinte variação das margens brutas das unidades de produção do Tipo 4 no período de 2002/2003 a 2008/09, apresentadas em valores na Tabela 19 e em termos percentuais, na Tabela 20.

TABELA 19 – MARGENS BRUTAS DA UNIDADE DE PRODUÇÃO TÍPICA DO TIPO 4, EM TRÊS SITUAÇÕES SIMULADAS, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO

Período	Situação 1[(1)] (R$/ano)	Situação 2 (R$/ano)	Situação 3 (R$/ano)
2002/03	227.406,60	195.505,90	193.740,20
2003/04	133.674,20	115.236,50	112.991,30
2004/05	-19.221,92	-15.974,80	-18.693,91
2005/06	54.022,11	48.125,31	44.049,65
2006/07	129.171,20	111.862,00	107.625,30
2007/08	107.454,50	93.111,72	88.934,54
2008/09	-16.308,21	-12.391,97	-16.905,88
Média	**88.028,35**	**76.496,38**	**73.105,89**

FONTE: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem.
NOTA: [(1)] Situação 1 simula o sistema atual da unidade de produção típica.

TABELA 20 – VARIAÇÃO PERCENTUAL DA MARGEM BRUTA EM RELAÇÃO À SITUAÇÃO 1 (SISTEMA ATUAL DA UNIDADE DE PRODUÇÃO TÍPICA) PARA O TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO

Período	Situação 1[(1)]	Situação 2	Situação 3
2002/03	100	-14,03	-14,80
2003/04	100	-13,79	-15,47
2004/05	100	16,89	2,75
2005/06	100	-10,92	-18,46
2006/07	100	-13,40	-16,68
2007/08	100	-13,35	-17,24
2008/09	100	24,01	-3,66
Média	**100**	**-13,10**	**-16,95**

FONTE: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem.
NOTA: [(1)] Situação 1 simula o sistema atual da unidade de produção típica.

A análise das duas tabelas anteriores mostra que, na unidade típica de produção do Tipo 4, a alocação de áreas hoje cultivadas para o cumprimento da reserva legal na própria unidade, segundo as estimativas realizadas, representaria uma redução na sua margem bruta no equivalente a 13,10%, desde que tais áreas fossem manejadas para exploração da madeira. No caso da reserva legal ser mantida sem nenhum tipo de manejo ou exploração, essa redução seria da ordem de 16,95%.

Cabe destacar, entretanto, que naqueles anos onde a relação de troca[29] se mostrou mais desfavorável para a laranja - carro chefe desta unidade de produção típica -, o produto do manejo da reserva legal serviu como um "amortizador" das perdas. Este foi o caso do ano de 2005, quando, segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), no caso da laranja, eram necessárias 65,2 caixas de 40,8 kg para adquirir uma tonelada de fertilizante, tendo essa relação caído para 47,2 caixas em 2006 (DCI, 2010).

Os resultados alcançados com o sistema típico de produção do Tipo 4 indica que, aqui, seria vantajoso compensar a reserva legal fora da propriedade, em locais onde o custo de oportunidade do uso da terra fosse mais baixo.

Entretanto, como se pode constatar pelo mapeamento, na Microbacia do Rio Oriçanga não haveria terras de baixa aptidão agrícola suficientes para que aí se dessem as compensações, como prioriza a lei[30].

3.6.1.6 Confronto dos resultados dos modelos com dados disponíveis

Para verificar se os modelos chegaram a resultados compatíveis com os dados disponíveis sobre as diferentes atividades agropecuárias, as tendências de crescimento anual das áreas cultivadas com laranja e milho obtidas a partir dos resultados dos modelos foram comparadas com as tendências apresentadas pelas séries históricas dos dados secundários.

---

[29] Entre os índices de preços agrícolas do Estado de São Paulo, calculados pelo IEA, o Índice de Paridade (IP) - ou relação de trocas no setor agrícola - compara as mudanças relativas entre os preços recebidos pelos agricultores (IPR) e os preços pagos pela agricultura (IPP), medindo o poder aquisitivo do agricultor. Representa a relação entre o IPR e o IPP, ambos tendo como referência a mesma base (agosto de 1994). O IP, calculado pelo IEA, corrobora que o ano de 2005 foi o que representou as mais baixas relações de troca do período de janeiro de 2004 a setembro de 2009, período em que este índice está sendo apresentado pelo Instituto (IEA, 2010).

[30] No caso da compensação da reserva legal fora da propriedade, esta deve se dar por outra área equivalente em importância ecológica e extensão, desde que pertença ao mesmo ecossistema e esteja localizada na mesma microbacia. Na impossibilidade de se compensar na mesma microbacia, a lei permite a compensação fora desta, mas dentro da mesma bacia hidrográfica (nos termos do Plano de Bacia Hidrográfica) e no mesmo ecossistema, observado o critério da maior proximidade possível entre a propriedade desprovida de reserva legal e a área escolhida para compensação.

Para o Tipo 4, essa comparação pode ser vista na Tabela 21. Pode-se observar que o milho e a laranja apresentaram tendência de crescimento, tanto no que mostram as séries históricas quanto no que se refere aos resultados dos modelos. Observou-se, entretanto, um incremento menos expressivo no caso do modelo, tanto para laranja quanto para milho.

TABELA 21 – COMPARAÇÃO DAS TENDÊNCIAS DE CRESCIMENTO ANUAL OBSERVADAS NOS DADOS SECUNDÁRIOS E OBTIDAS A PARTIR DOS RESULTADOS DO MODELO PARA O TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (NÚMERO DE PÉS DE LARANJA E ÁREA PLANTADA DE MILHO)

Descrição	Laranja	Milho
Observado - Dados Secundários	0,39[(1)]	3,80[(2)]
Resultados Modelos - Tipo 4	0,08	2,15

FONTE: [(1)] Calculada pela autora com base no Banco de Dados do IEA (IEA, 2010), referente ao número de pés no Estado de São Paulo, no período de 1990 a 2008; [(2)] PAM/SIDRA, IBGE (2010b) referente à área plantada, estimada pela autora, para a Microbacia do Rio Oriçanga, período 1990 a 2008.

3.6.2 Unidade de Produção Típica do Tipo 1 – Pequenas Unidades de Produção Pouco Tecnificadas

3.6.2.1 Características Gerais da Unidade de Produção do Tipo 1

A reunião com os produtores do Tipo 1 serviu para evidenciar que eles enfrentam o entrave da baixa produtividade nas suas atividades agropecuárias, apesar das unidades produtivas estarem localizadas predominantemente em solos de boa aptidão agrícola. Os jovens são atraídos sistematicamente para o trabalho fora da propriedade porque existe oferta de empregos na região. Nos painéis, constatou-se que as unidades deste tipo vêm enfrentando um processo de envelhecimento dos agricultores, obsolescência tecnológica e dos instrumentos de trabalho, e descapitalização.

A unidade de produção modal levantada no painel apresenta uma área de 24,2 ha de terras próprias, dos quais 14,52 ha são destinados a pastagens, 6,05 ha a milho para silagem e 2,42 para milho em grão. A área de mata registrada pelos produtores no painel

foi de 1,21 ha. O rebanho conta com 30 vacas mestiças, metade delas em lactação. O sistema de ordenha é manual e a unidade pode contar com uma infraestrutura de instalações sobredimensionada, uma vez que vem reduzindo seu rebanho paulatinamente. A unidade de produção conta com um trator.

O mapeamento da vegetação natural das unidades de produção do Tipo 1 mostrou que 6,7% da sua área correspondem a APPs de margens de rios e nascentes (1,62 ha), dos quais apenas 39,4% estão vegetadas. Outros 6,4% estão cobertos com vegetação natural fora de APPs, que foram considerados como área passível de averbação como reserva legal (1,55 ha). Por outro lado, 3,13% das terras foram classificadas como de baixa aptidão para lavouras e pastagens (capacidade de uso classes VI e VII), o que equivale a 0,76 ha, e outros 3,04% (0,74 ha) como de Classe Va (solos sujeitos a encharcamento), e que deveriam estar contemplados como APP. Deste modo, para completar os 25% previstos por lei como total a ser mantido com vegetação natural na pequena propriedade (somadas APP e reserva legal), 1,38 ha deveriam ser deslocados da produção para serem destinados a suprir o déficit de reserva legal.

A gestão da unidade de produção é feita pelo proprietário, e a mão-de-obra empregada é estritamente familiar, do produtor e de sua esposa, esta em tempo parcial. O casal tem dois filhos, que possuem empregos urbanos, e a maior parte da renda da família provém de seus salários. Contrata-se o serviço de máquinas em operações como plantio e colheita do milho, e também mão-de-obra temporária, como na confecção da silagem.

O número de dias que permite o uso de máquinas agrícola ao ano foi estimado em 200,84.

A média histórica dos juros do crédito rural considerada foi de 3% ao ano, inclusive para a reserva legal, admitindo-se que, na unidade de produção, utilize-se o crédito subsidiado pelo Programa Nacional de Desenvolvimento da Agricultura Familiar – PRONAF. Também se possibilitaram os adiantamentos em lojas comerciais com taxas médias de juros de 2% ao mês. Admitiu-se que o financiamento somente possa ser

empregado na cultura fim. Previu-se, ainda, que a troca de cada trator se fizesse no prazo de vinte e cinco anos, com financiamento a taxas de juros de 6% ao ano.

Admitiu-se, ainda, no fluxo de caixa da unidade, a transferência de capital a uma taxa de 0,5% ao mês.

3.6.2.2 Breve Descrição das Atividades Praticadas pelo Tipo 1

a) Bovinocultura de Leite

O sistema de produção de leite considerado típico da região de estudo tem a seguinte estrutura de rebanho: um reprodutor, quinze vacas em lactação, quinze vacas secas, quatro fêmeas de dois a três anos, sete fêmeas de um a dois anos, sete fêmeas de até um ano e sete machos de até um ano. Estes animais dispõem, para sua alimentação, de 13,31 ha de capim braquiarão (*Brachiaria brizantha* cv. Marundu), 1,21 de capim elefante e de 6,05 ha destinados à silagem de milho. A produtividade média diária do rebanho é de seis litros de leite por vaca.

Os coeficientes técnicos para a pecuária de leite foram construídos a partir da "unidade matriz" ou "unidade vaca". Aqui, a produção se baseia nas matrizes, que fazem parte de um rebanho cuja estrutura é ditada pelas características tecnológicas da exploração. A composição da medida "unidade vaca" da unidade de produção representativa do Tipo 1 é apresentada na Tabela 22.

TABELA 22 – COMPOSIÇÃO DO REBANHO LEITEIRO, NÚMERO DE ANIMAIS DAS DIFERENTES CATEGORIAS PARA CADA VACA E QUANTIDADE DE UNIDADES ANIMAL POR VACA, TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO

Rebanho	Nº animais/Vaca	UA/Vaca
30 Vacas	1,00	1,00
1 Reprodutor	0,03	0,04
4 Fêmeas de 2 a 3 anos	0,13	0,10
7 Fêmeas de 1 a 2 anos	0,23	0,12
7 Fêmeas de até 1 ano	0,23	0,06
7 machos de até 1 ano	0,23	0,06
Total	**1,87**	**1,38**

FONTE: Pesquisa de Campo – Painéis Técnicos.

A leitura que se deve fazer da Tabela 22 é a seguinte: para cada unidade animal de vaca adulta na unidade de produção, existem 0,04 UA de reprodutor; 0,10 UA de fêmeas de 2 a 3 anos; 0,12 UA de fêmeas de 1 a 2 anos; 0,06 UA de fêmeas de até 1 ano e 0,06 UA de machos de até 1 ano. Depreende-se, então, que uma "unidade vaca" corresponde a 1,38 unidades animal.

As atividades "pastagem de braquiarão", "capim elefante", "silagem", "unidade vaca" e "venda de leite" foram tratadas separadamente na modelagem, e unidas entre si pela condicionante do balanço alimentar exigido e pela produção de cada unidade vaca.

No padrão de tecnologia baixa, característico da produção leiteira nas pequenas unidades de produção (Tipo 1) da Microbacia do Rio Oriçanga, a margem bruta da atividade leiteira em 2007/08 foi de R$ 496,00/ha, descontados apenas os desembolsos monetários. Maiores informações acerca dos custos de produção da atividade leiteira podem ser vistos no ANEXO 5.

b) Cultura do Milho

O Tipo 1 apresenta um sistema com o menor nível tecnológico encontrado para milho entre os tipos de unidades de produção analisados na microbacia. Boa parte das operações mecanizadas são realizadas por empreita (preparo do solo, plantio e colheita).

A produtividade descrita foi da ordem de 61,98 sc/ha, o que fez com que a margem bruta da atividade alcançasse R$ 103,99/ha em 2007/08 (ANEXO 3).

c) Manejo da Reserva Legal

Conforme se explicitou anteriormente, estima-se que as unidades do Tipo 1 devam realocar da atividade produtiva uma área de 1,38 ha, para suprir o déficit de reserva legal.

Com o manejo proposto pelo LERF para a reserva legal, estima-se a produção de madeira já apresentada na Tabela 11.

Os cálculos econômicos, entretanto, diferem daqueles descritos para o Tipo 4 devido à variação nos custos, que refletem a disponibilidade de recursos das unidades de produção típicas. Nas unidades do Tipo 1 o custo de implantação da reserva legal se mostrou um pouco superior ao das unidades do Tipo 4, dada a necessidade de contratação do serviço de máquinas para algumas operações.

Com o manejo da reserva legal, estimou-se, para o Tipo 1, um VPL de R$ 6.881,72/ha, considerado o período de 80 anos e o VPLA foi calculado em R$ 416,84/ha.

Os resultados econômicos da exploração da reserva legal são apresentados no ANEXO 4.

3.6.2.3 Coeficientes de Flexibilidade

Os coeficientes de flexibilidade para a produção leiteira na Microbacia do Rio Oriçanga foram calculados a partir da variação do número de vacas ordenhadas, no período de 1990 a 2007, tendo como fonte a Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) do IBGE. Na Tabela 23 apresentam-se tais dados.

TABELA 23 – VARIAÇÃO DO NÚMERO DE VACAS ORDENHADAS NA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, DE 1990 A 2007 (CABEÇAS)

Ano	Vacas Ordenhadas
1990	3.293
1991	3.106
1992	3.259
1993	3.616
1994	3.568
1995	3.743
1996	3.999
1997	4.033
1998	4.066
1999	3.637
2000	3.550
2001	3.378
2002	2.977
2003	3.142
2004	2.266
2005	1.943
2006	1.508
2007	1.490
2008	1.295

FONTE: Elaborado pela autora com base em PPM/SIDRA, IBGE (2010c).

Os valores encontrados para os coeficientes de flexibilidade do leite e milho são apresentados na Tabela 24. Eles vão impor os limites de variação que se permitem ao modelo, a cada ano agrícola, no que se refere à produção leiteira da unidade típica. Esses percentuais, como já se descreveu anteriormente, devem ser aplicados a cada ano agrícola, tendo por base os resultados do período anterior.

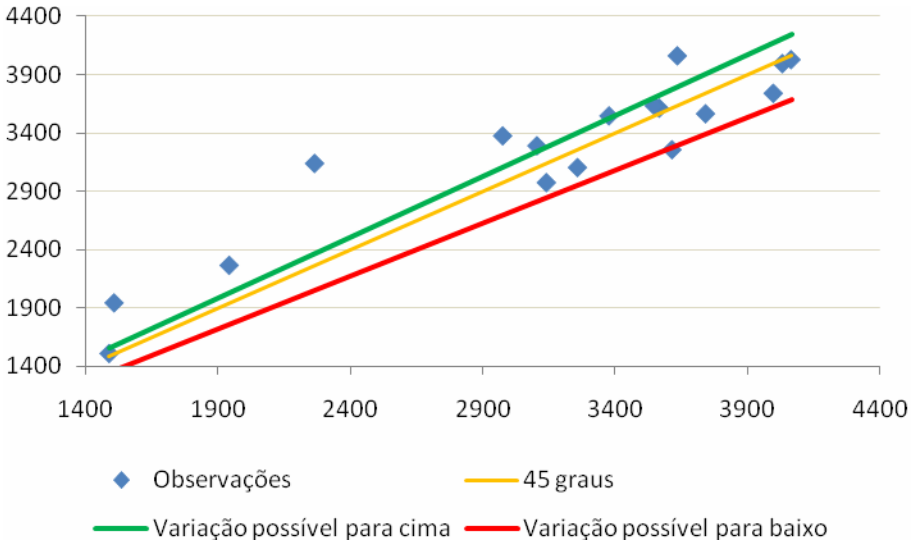
TABELA 24 – VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA NO NÚMERO DE VACAS ORDENHADAS E NA ÁREA PLANTADA COM MILHO, A CADA ANO AGRÍCOLA, NA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO

Atividade	Variação Percentual (%)	
	Para Baixo	Para Cima
Leite[(1)]	9,29%	4,52%
Milho[(2)]	10,98%	17,69%

FONTE: Elaborado pela autora com base em [(1)]PPM/SIDRA, (IBGE, 2010c) e [(2)]Banco de Dados do IEA (IEA, 2010).

O gráfico 5 mostra as possibilidades de variação para baixo e para cima para o número de vacas ordenhadas na Microbacia do Rio Oriçanga.

GRÁFICO 5 – VARIAÇÃO PERMITIDA PARA BAIXO E PARA CIMA NO NÚMERO DE VACAS ORDENHADAS, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO



FONTE: Elaborado pela autora com base em PPM/SIDRA, IBGE (2010c).

Assim como já se explicitou anteriormente, no caso da reserva legal, obriga-se o modelo a manter o valor fixado por lei. As áreas de APP devem obrigatoriamente ser mantidas intactas, seguindo a legislação.

3.6.2.4 Variação na Rentabilidade das Atividades Agropecuárias

A variação nos preços dos produtos do Tipo 1 é apresentada na Tabela 25.

TABELA 25 – PREÇOS RECEBIDOS PELOS PRODUTORES PELO LEITE E MILHO (MÉDIA DO ESTADO DE SÃO PAULO) E PREÇO DA MADEIRA SERRADA NA GRANDE SÃO PAULO - MÉDIAS DO PERÍODO DE JULHO A JUNHO (VALORES REAIS DE JANEIRO DE 2008 DEFLACIONADOS PELO IGP-DI)

Período	**Leite (R$/litro)** [(1)]	**Milho (R$/60KG)** [(1)]	**Madeira Serrada (R$/m^3)** [(2)]
2002/03	0,55	28,99	
2003/04	0,56	22,14	1.088,92
2004/05	0,58	19,19	1.159,36
2005/06	0,50	17,27	1.323,86
2006/07	0,53	19,85	1.377,79
2007/08	0,66	24,86	1.448,68
2008/09	0,59	19,48	
Média	**0,57**	**21,68**	**1.279,72**

FONTE: [(1)] Banco de Dados do IEA (IEA, 2010) e [(2)] IPT (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008).

Os valores do metro cúbico da madeira e da lenha em pé na unidade de produção foram anteriormente apresentados, na Tabela 15.

A Tabela 26 mostra a variação das margens brutas, calculadas para as diferentes atividades praticadas por este tipo de unidade de produção, no decorrer do período 2002/03 a 2008/09.

TABELA 26 – VARIAÇÃO NAS MARGENS BRUTAS DAS ATIVIDADES DO TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (EM R$/HA)

Período	Leite	Milho Baixa Tecnologia	Reserva Legal Manejada
2002/03	457,75	520,94	172,479
2003/04	427,16	20,8	221,22
2004/05	398,26	-171,01	268,77
2005/06	250,33	-218,71	406,11
2006/07	274,06	-58,48	421,91
2007/08	496,00	103,99	416,84
2008/09	387,68	-429,17	452,86
Média	**384,46**	**-33,09**	**337,17**

FONTE: Dados da pesquisa de campo, utilizando-se de séries de preços listadas no Banco de Dados do IEA (IEA, 2010) para insumos e para os produtos leite e milho, e do IPT para madeira (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008).

Deve-se destacar, da Tabela 26, o fato do milho de baixa tecnologia ter a margem bruta frequentemente negativa, apresentando-se com média de – R$33,09/ha no período analisado.

3.6.2.5 Cenários para o Tipo 1

Com base no mapeamento da vegetação natural efetuado, obrigou-se o modelo a: i) manter 1,621 ha como matas ciliares (APP); ii) destinar outros 0,736 ha de área inundável (Classe Va) a APP; iii) preservar os 1,549 ha relativos à vegetação natural fora de APP, já existentes; iv) considerar 0,759 ha como área de baixa aptidão para culturas e pastagens; v) alocar para reserva legal 1,385 ha, que hoje destinados à produção, seguindo-se ou não, aí, o manejo proposto pelo LERF.

Partindo do sistema de produção atualmente praticado na unidade típica, desenharam-se as três situações já descritas anteriormente:

1) Simulação do sistema atualmente conduzido na unidade, com a produção de leite e milho, sem que se complete a área de reserva legal prevista na legislação (Situação 1);

2) Manutenção das atividades do sistema atual da unidade produtiva (leite e milho), com alocação de parte da área hoje explorada para suprir o déficit de reserva legal, seguindo o manejo e exploração propostos pelo LERF (Situação 2);

3) Manutenção das atividades do sistema atual da unidade de produção, com realocação da área necessária para suprir o déficit de reserva legal, porém mantida sem nenhum tipo de manejo ou exploração econômica (Situação 3).

A Tabela 27 apresenta as alocações de áreas para cada atividade, determinadas pelo modelo.

TABELA 27 – ÁREAS E NÚMERO DE UNIDADES-VACA ALOCADAS PELO MODELO PARA AS TRÊS SITUAÇÕES ESTUDADAS PARA O TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO: 2002/03 A 2008/09

Período	Situação 1[(1)]			Situação 2			Situação 3		
	No. de Vacas	Milho	Reserva Legal	No. de Vacas	Milho	Reserva Legal	No. de Vacas	Milho	Reserva Legal
2002/03	27,07	1,52	0,00	24,99	1,52	1,39	24,99	1,52	1,39
2003/04	27,44	1,27	0,00	25,36	1,27	1,39	25,36	1,27	1,39
2004/05	27,21	1,42	0,00	25,13	1,42	1,39	25,13	1,42	1,39
2005/06	26,96	1,60	0,00	24,88	1,60	1,39	24,88	1,60	1,39
2006/07	26,67	1,79	0,00	24,59	1,79	1,39	24,59	1,79	1,39
2007/08	26,35	2,00	0,00	24,27	2,00	1,39	24,27	2,00	1,39
2008/09	26,67	1,79	0,00	24,59	1,79	1,39	24,59	1,79	1,39

FONTE: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem.
NOTA: (1) Situação 1 simula o sistema atual da unidade de produção típica.

A simulação das três situações conduziu à seguinte variação das margens brutas das unidades produtivas do Tipo 1 no período de 2002/2003 a 2008/09, apresentadas na Tabela 28 (em valores) e na Tabela 29 (variação percentual em relação ao sistema atual da unidade típica). O modelo matemático da unidade de produção típica do Tipo 1 encontra-se no ANEXO 6.

TABELA 28 – MARGENS BRUTAS DA UNIDADE DE PRODUÇÃO TÍPICA DO TIPO1 DA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO NAS TRÊS SITUAÇÕES SIMULADAS

Período	Situação 1 [1] (R$/ano)	Situação 2 (R$/ano)	Situação 3 (R$/ano)
2002/03	7.170,79	6.824,55	6.561,25
2003/04	5.933,12	5.710,35	5.379,05
2004/05	5.059,04	4.936,68	4.538,66
2005/06	2.076,63	2.365,17	1.774,82
2006/07	2.720,60	2.994,17	2.381,94
2007/08	7.070,71	7.007,34	6.403,43
2008/09	4.135,70	4.292,62	3.639,11
Média	**4.880,94**	**4.875,84**	**4.382,61**

FONTE: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem.
NOTA: [1] Situação 1 simula o sistema atual da unidade de produção típica.

TABELA 29 – VARIAÇÃO PERCENTUAL DA MARGEM BRUTA EM RELAÇÃO À SITUAÇÃO 1 (SISTEMA ATUAL DA UNIDADE DE PRODUÇÃO TÍPICA) PARA O TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO

Período	Situação 1[1]	Situação 2	Situação 3
2002/03	100,00	-4,83	-8,50
2003/04	100,00	-3,75	-9,34
2004/05	100,00	-2,42	-10,29
2005/06	100,00	13,89	-14,53
2006/07	100,00	10,06	-12,45
2007/08	100,00	-0,90	-9,44
2008/09	100,00	3,79	-12,01
Média	**100,00**	**-0,10**	**-10,21**

FONTE: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem.
NOTA: [1] Situação 1 simula o sistema atual da unidade de produção típica.

Segundo as estimativas realizadas, na unidade típica de produção do Tipo 1, o cumprimento da reserva legal, na própria unidade de produção, significaria uma redução de somente 0,1% na sua margem bruta, desde que fosse manejada para exploração da madeira. Ou seja, a implantação e o manejo da reserva legal, na forma prevista pela lei, não reduziram a margem bruta das unidades do Tipo 1 da Microbacia do Rio Oriçanga, visto que estas se baseiam em atividades de baixa produtividade. Adicionalmente, há que se recordar que o leite é atividade altamente demandadora de mão-de-obra, cuja produção

vem se reduzindo drasticamente na região, conforme corroboram os dados do IBGE relativos ao número de vacas ordenhadas nos três municípios que compõem a Microbacia do Rio Oriçanga, e que serviram de base para as estimativas dessa variável na Microbacia (apresentadas na Tabela 23).

No caso da reserva legal ser mantida sem nenhum tipo de manejo ou exploração, a redução na margem bruta da unidade produtiva seria da ordem de 10,21%.

Cabe destacar o ocorrido nos anos de 2005/06, 2006/07 e 2008/09. Nesses anos, quando as relações de troca estiveram desfavoráveis para o leite e o milho, as margens brutas na situação em que se deu o manejo da reserva legal foram maiores que as obtidas no sistema atual do produtor, conforme resultados do modelo.

3.6.2.6 Confronto dos resultados dos modelos com dados disponíveis

As tendências dos resultados a que se chegaram a partir dos modelos, para o sistema em uso atualmente na unidade de produção típica (Situação 1), foram comparadas às tendências das áreas cultivadas com milho e do número de vacas ordenhadas apresentadas pelos dados secundários. Para o Tipo 1, essa comparação pode ser vista na Tabela 30.

TABELA 30 – COMPARAÇÃO DAS TENDÊNCIAS DE CRESCIMENTO OBSERVADAS NOS DADOS SECUNDÁRIOS E OBTIDAS A PARTIR DOS RESULTADOS DO MODELO PARA O TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO (NÚMERO DE VACAS ORDENHADAS E ÁREA PLANTADA DE MILHO)

Descrição	**Vacas Ordenhadas**	**Milho**
Observado – Dados Secundários	-4,07[(1)]	3,80[(2)]
Resultados Modelos - Tipo 1	-0,52	6,00

FONTE: [(1)] PPM/SIDRA, IBGE (2010c), referente ao número de vacas ordenhadas, estimado para a Microbacia do Rio Oriçanga e [(2)] PAM/SIDRA, IBGE (2010b), referente à área plantada, estimada pela autora para a Microbacia do Rio Oriçanga.

Pode-se observar que houve decréscimo no número de vacas ordenhadas na Microbacia do Rio Oriçanga, porém este se mostrou bastante mais acentuado a partir dos

dados do IBGE do que a partir do modelo. Em relação ao milho, ambas estimativas apontaram para o crescimento, porém este foi mais expressivo no caso do modelo.

3.7 CONCLUSÃO

O método de programação recursiva atendeu aos objetivos deste trabalho na medida em que permitiu mensurar o impacto da implementação da reserva legal em unidades de produção típicas da Microbacia do Rio Oriçanga, levando em conta o aspecto dinâmico do processo de decisão na produção agropecuária.

Uma dificuldade importante, entretanto, reside na carência de coeficientes técnicos, em especial aqueles ligados à vegetação nativa, como produção, produtividade, preços pagos ao produtor, entre os mais importantes. Deve-se lançar mão de estimativas para se ter, por exemplo, o valor da madeira em pé na unidade de produção. Neste estudo preferiu-se fazer uso de estimativas consideradas conservadoras pelos especialistas na área da recuperação florestal. Ressalte-se que, em tais estimativas, não foram computados os serviços ecossistêmicos oriundos da restauração florestal e nem o diferencial de preços que poderia ser obtido pela certificação da madeira.

Outro problema inerente à análise diz respeito ao longo prazo para consecução dos objetivos econômicos a partir da exploração sustentável da reserva legal. Num horizonte de 80 anos pouco se pode inferir em relação ao comportamento de indicadores econômicos, como a taxa de juros e o comportamento dos preços, por exemplo.

Os resultados sugerem que o pequeno produtor, aquele que vem desenvolvendo sistemas com baixo nível tecnológico e que faz parte de um grande contingente em nosso país, pode se beneficiar do manejo da reserva legal. Do ponto de vista econômico, o manejo sustentável da reserva legal manteria inalterada a margem bruta da unidade de produção. A vantagem reside no fato de que o produtor obteria a mesma renda numa atividade muito menos intensiva em mão-de-obra do que as que vem praticando. O

problema é que os maiores ingressos, oriundos da exploração da madeira-de-lei, somente surgiriam 40 anos após o plantio.

Em relação à unidade típica produtora de citros da Microbacia do Oriçanga, estimaram-se perdas econômicas da ordem de 13% quando se convertem terras de culturas para completar a área exigida para reserva legal, quando esta é explorada de forma sustentável. No caso em que a área de reserva não é explorada, essa perda chega a 17%.

O que se conclui da análise destes dois tipos - muito distintos - de unidades de produção agropecuária, é que, em ambos os casos, políticas de incentivo são indispensáveis para possibilitar o cumprimento da legislação sobre reserva legal. Esse tema será retomado nas considerações finais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia empregada nesta tese permitiu atender aos objetivos inicialmente previstos. O principal objetivo foi o de mensurar o impacto da Reserva Legal sobre diferentes tipos de unidades de produção, o que se considera essencial como subsídio à formulação de políticas públicas capazes de, simultaneamente, viabilizar o cumprimento da lei (Código Florestal) e promover uma distribuição mais equitativa dos custos da conservação entre os diferentes agentes da sociedade, bem como uma alocação mais eficiente do uso dos recursos.

Este objetivo foi definido à luz da estrutura analítica central da Economia Ecológica no que diz respeito à utilização dos bens e serviços ambientais: i) determinação de uma escala sustentável de uso dos recursos ambientais; ii) definição de uma distribuição justa destes, inclusive para com as gerações futuras; e iii) alocação eficiente. Embora relacionados, o atendimento destes objetivos exigem soluções distintas com base em instrumentos de política independentes.

A Economia Ecológica enfatiza que o mercado não conduz à equidade na distribuição e tampouco à escala sustentável. A sociedade deve proceder a uma justa distribuição inicial dos bens e serviços ambientais, e o mercado deve ser usado para resolver a questão da alocação, e não questões de escala e de distribuição.

No caso brasileiro a escala e a distribuição estão definidas pela legislação – 20% da área de todas as propriedades fora da Amazônia devem ser destinadas à Reserva Legal, adicionalmente às APPs, com algumas ressalvas para a pequena propriedade. Sobre a escala, assume-se que o estabelecido seja ecologicamente consistente.

A principal forma como a lei enfrenta a questão da distribuição é admitindo que, no caso das pequenas propriedades, as APPs possam ser computadas no cálculo da reserva legal sempre que a soma de ambas ultrapasse os 25% de sua área. As disposições

que concernem à distribuição somente foram introduzidas no Código Florestal em 2001, com a Medida Provisória n° 2.166-67.

Os resultados do trabalho confirmaram que a legislação sobre reserva legal afeta distintamente os vários tipos de unidades de produção mas, diferentemente do que se esperava, na área estudada não foram os pequenos proprietários que se mostraram os mais afetados, o que levou à rejeição da hipótese inicial do trabalho.

Para avaliar o impacto da reserva legal em unidades típicas da Microbacia do Oriçanga, os sistemas atuais de produção da unidade típica produtora de citros (Tipo 4) e da pequena unidade produtiva de baixa tecnologia (Tipo 1), foram confrontados a situações onde: i) o déficit de reserva legal das unidades de produção foi suprido na própria unidade, através da recuperação da vegetação natural, com vistas ao manejo sustentável para exploração de madeira; ii) o déficit de reserva legal foi suprido dentro da unidade, deixando que na área se desse a regeneração da vegetação de modo espontâneo, sem nenhum tipo de manejo ou exploração.

Considerando o período de 2002/03 a 2008/09, na Microbacia do Oriçanga, estimou-se uma redução média de 13% na margem bruta da unidade de produção do Tipo 4 (unidade típica produtora de citros), no cenário de restauração e manejo sustentável do déficit de reserva legal, e de 17%, na situação onde essa área se manteve sem nenhum tipo de recuperação ou manejo. Já para a pequena unidade de baixa tecnologia (Tipo 1), a margem bruta não sofreu alteração no primeiro cenário, e mostrou uma redução de 10% no segundo, para o mesmo período.

Deste modo, tendo por base o sistema atual de produção, para a pequena unidade de baixa tecnologia da Microbacia do Oriçanga a restauração da reserva legal na na própria unidade não traria nenhum prejuízo financeiro, se ela fosse manejada de acordo com o modelo de recuperação proposto pelo LERF/ESALQ/USP. As unidades do Tipo 1 vêm enfrentando um processo de envelhecimento dos agricultores com a saída dos jovens para o trabalho na cidade, o que leva à busca de alternativas de baixo uso de mão-de-obra. Assim, o manejo florestal poderia ser pensado como uma alternativa, embora haja na

região a opção do arrendamento das terras, prática comum no caso das culturas da cana-de-açúcar, do eucalipto e do tomate, todas com importante participação econômica na região. Na situação atual da unidade do Tipo 1, a implantação do modelo do LERF poderia ser uma opção, desde que equacionadas as questões dos custos de implantação e do longo prazo para que se tenham os retornos mais significativos do manejo da reserva legal.

Já para a unidade típica produtora de citros (Tipo 4) da Microbacia do Oriçanga, depreende-se que a melhor opção seria a compensação fora da propriedade, e prioritariamente fora dessa microbacia, uma vez que aí predominam terras de elevada aptidão agrícola, com elevado custo de oportunidade.

Os resultados obtidos no presente trabalho evidenciam a importância de se realizarem estudos regionalizados do impacto da legislação ambiental sobre as unidades de produção agropecuárias, considerando a variedade de situações que compõe a agropecuária paulista. Tais estudos podem ajudar a orientar políticas públicas complementares ao mecanismo legal de comando e controle, com o intuito de promover um equacionamento mais justo da dívida da sociedade para com o meio ambiente definindo, inclusive, de que modo e em que proporção cada segmento contribuiria para fazer frente aos custos da preservação dos ecossistemas.

Mostram-se fundamentais políticas de apoio aos produtores rurais para permitir o cumprimento da reserva legal. Há que se fazer frente, inicialmente, a um dos seus maiores empecilhos: os altos custos de implantação da recuperação florestal, aliado ao longo prazo para obtenção dos retornos econômicos.

São imprescindíveis linhas de créditos especiais que possibilitem a implantação de modelos de recuperação das reservas legais, com taxas de juros subsidiadas e prazos de carência compatíveis. Nos casos de compensações da reserva legal fora da propriedade, é relevante se contar com linhas de crédito especiais para o financiamento de mecanismos como aquisições de terras, arrendamentos ou aquisições de cotas de reserva legal.

O Estado, ao exigir a preservação de florestas em propriedades privadas, pretende estender os serviços ecossistêmicos a toda sociedade. Como essa preservação representa um ônus aos proprietários de terras, há que se pensar em mecanismos para recompensá-los, na busca de justiça distributiva. O pagamento por serviços ecossistêmicos representa o reconhecimento de que não é justo que os produtores arquem com todos os custos, além de ser uma forma de garantir a provisão daqueles serviços. Para o pequeno produtor de baixa renda essa complementação dos ingressos pode ser fundamental para a própria sobrevivência da unidade de produção, dado o longo período de maturação das espécies florestais. Valores como os encontrados no presente trabalho podem servir de orientação a esse tipo de pagamento.

Uma vez tratado o tema da distribuição, devem ser estudados os desenhos de políticas institucionais que permitam uma alocação economicamente mais eficiente do uso dos recursos, mas que levem em conta as restrições ecológicas referentes à conservação da biodiversidade. Estes desenhos devem, em princípio, possibilitar que este processo possa ser conduzido através de estímulos de mercado.

Com o intuito de equacionar o *trade-off* de alocação entre conservação ambiental e desenvolvimento econômico por meio de mecanismos de mercado, vem ganhando destaque a idéia de criação de um mercado para reservas de vegetação nativa. Este mercado pode ser caracterizado de dois modos, segundo Igliori (2007): i) um sistema com uma única zona para as transações, onde todas as propriedades podem, em princípio, comprar ou vender cotas de reserva legal, de acordo com seus objetivos privados; ii) um sistema com duas zonas, onde são definidas zonas para compra e outras para a venda. Este último seria mais apropriado quando o objetivo consiste em preservar determinadas áreas consideradas prioritárias ou então quando se pretende conservar grandes áreas contínuas. Já o sistema de uma zona vale quando as propriedades são relativamente similares em suas características ambientais ou quando as configurações espaciais das reservas de vegetação nativa não são cruciais para a preservação de espécies ou para a conservação de propriedades importantes dos ecossistemas. Para o funcionamento de tais

mercados, reforça Igliori (2007), é necessária a criação de um mecanismo de incentivos econômicos.

A questão da melhor localização das reservas legais poderia se resumir na busca de um ponto de equilíbrio entre o mínimo custo de oportunidade de uso das terras, sem perdas ecológicas relevantes. No caso da microbacia do Oriçanga, seguindo-se as características de mercados de reserva legal descritas anteriormente, poderia se pensar numa solução onde se desse a especialização dos pequenos proprietários como ofertantes de reserva legal. Esta não seria, entretanto, a melhor alocação das terras para a economia regional e estadual, dada a qualidade deste recurso na microbacia.

Tratando do Estado de São Paulo, o Programa Biota elaborou uma série de mapas que visam permitir a definição de estratégias para a conservação da biodiversidade remanescente e para a restauração dos corredores ecológicos interligando os fragmentos naturais na paisagem (Ver Rodrigues *et al*., 2008). Do ponto de vista biológico e da paisagem, foram identificadas e mapeadas as áreas prioritárias para: i) criação de unidades de conservação de proteção integral; ii) implantação de reserva legal ou de Reserva Particular do Patrimônio Natural; e iii) estabelecimento de corredores ecológicos interligando fragmentos de vegetação nativa. A ampliação do estudo do Programa Biota, através da análise dos custos e benefícios que implicaria a decisão de se respeitar tal mapeamento, ajudaria a subsidiar uma proposta para estabelecimento do mencionado mercado de reserva legal.

Complementarmente ao presente estudo, é de interesse a exploração de outros cenários, tais como aqueles que avaliem a compensação fora da microbacia do Oriçanga pelas unidades do T ipo 4, seja através da compra de novas áreas para implantação da reserva legal, ou da aquisição de cotas num mercado de vegetação nativa. Outro cenário de interesse se constitui na admissão da pequena unidade de baixa tecnologia (Tipo 1) como ofertante de reserva legal no mercado, obtendo por isto renda adicional.

É preciso ter claro, entretanto, que os valores que medem o impacto da reserva legal sobre a renda dos produtores rurais representam apenas uma das faces de um

complexo poliedro, uma vez que são inúmeros os serviços prestados pelas florestas à humanidade, difíceis de serem valorados.

Por último, cabe reconhecer a limitação da suposição implícita sobre a continuidade do comportamento atual de indicadores econômicos no longo prazo. Num horizonte de 80 anos – previsto no modelo de manejo sustentável da reserva legal - pouco se pode inferir em relação ao comportamento de indicadores como a taxa de juros e os preços, por exemplo. Outra limitação diz respeito à escassez de dados históricos, especialmente os relacionados à produção, produtividade e preços de madeiras nativas, que deveriam ser contabilizadas como madeira em pé nas unidades de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOFORADO, I. G. A Trajetória dos fundamentos das políticas ambientais – de Comando e Controle à abordagem Neo Institucionalista. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 4., 2001. Belém. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br>. Acesso em: 18 jan. 2010.

ALMEIDA, L. T. **Política ambiental**: uma análise econômica. Editora Unesp – Papirus, Campinas, 1998. 192 p.

ALVES, L. R. A.; FELIPE, F. I.; BARROS, G. S. C. **Custo de produção de mandioca no Estado de São Paulo:** mandioca industrial (maio/04) e de mesa (junho/04). São Paulo: Cepea, 2003.
Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/analise_custo_2003_04.pdf >. Acesso em: 06 jul. 2009.

AMBRÓSIO, L. A.; FASIABEN, M. C. R.; MORAES, J. F. L. Dinâmica dos usos e coberturas da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica dos rios Mogi Guaçu e Pardo, no período entre 1988 e 2002. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2008, Rio Branco. Amazônia, mudanças globais e agronegócio: o desenvolvimento em questão. **Anais...** Brasília: SOBER, 2008.

AMBRÓSIO, L. A. **Planejamento do uso sustentável da terra em microbacias hidrográficas**: uma abordagem de programação por metas. Piracicaba, 1997. 145 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

ANDRADE, J. P. **A implantação do pagamento por serviços ecossistemicos no Território Portal da Amazônia**. 2007. 110 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, Campinas, São Paulo, n. 14, p. 1-31, ago./dez. 2008.

ANDRADE, J. P. *et al*. Regime internacional de enfrentamento das mudanças climáticas: a visão da economia ecológica. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 3., 2006, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.anppas.org.br>. Acesso em: 18 jan. 2010.

ASSIS, R. L. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 10, n. 1. jan./mar. 2006.

BACHA, C. J. C. Atividades de reflorestamento no Brasil, principais mercados estabelecidos e evolução dos preços da madeira. In: SEMINÁRIO PERSPECTIVAS ECONÔMICAS E TÉCNICAS DA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA EM ADEQUAÇÃO AMBIENTAL, 2., 2009, Piracicaba, São Paulo. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/florestal>. Acesso em: 18 jan. 2010.

BARDE, J. P.; SMITH, S. Do economic instruments help environment? **The OECD Observer**. n. 204. Feb./Mar. 1997.

BAÚ, E. Cadeia produtiva da madeira. In: SEMINÁRIOS ITINERANTES – COMUNICAÇÃO E AGRONEGÓCIO, 2008, Cascavel, Módulo 2: florestas. Disponível em: < http://www.secoagro.com.br>. Acesso em: 05 out. 2009.

BRASIL. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal brasileiro. Diário Oficial de 21 mar. 1935. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

BRASIL. Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial de 16 set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial de 05 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

BRASIL. Lei Federal n° 7.803, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Diário Oficial da União de 20 jul. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

BRASIL. Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. Diário Oficial da União de 24 ago. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

BRASIL. Decreto no 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Diário Oficial da União de 23 jul. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

BRASIL. Decreto no 7.029, de 10 de dezembro de 2009. Institui o Programa Federal de Apoio à Regularização Ambiental de Imóveis Rurais, denominado "Programa Mais Ambiente", e dá outras providências. Diário Oficial da União de 11 dez. 2009. 2009a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

BRASIL. Instrução Normativa nº 3 do Ministério do Meio Ambiente – MMA, de 08 de setembro de 2009. Dispõe sobre o plantio e condução de espécies florestais, nativas ou exóticas. 2009b. Disponível em: <http://www.jurisite.com.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

BRASIL. Instrução Normativa nº 4 do Ministério do Meio Ambiente – MMA, de 08 de setembro de 2009. Dispõe sobre os procedimentos técnicos para a utilização da vegetação da reserva legal. 2009c. Disponível em: <http://www.jurisite.com.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

BRASIL. Instrução Normativa nº 5 do Ministério do Meio Ambiente – MMA, de 08 de setembro de 2009d. Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal instituídas pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Disponível em: <http://www.jurisite.com.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

BUAINAIN, M.; BATALHA, M. O. (Coord.). **Cadeia produtiva de madeira**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / IICA, 2007. 82 p. (MAPA. Série Agronegócios, 6).

CAMPANHOLA, C.; GRAZIANO DA SILVA, J. (Ed.). **O novo rural brasileiro:** políticas públicas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. Cap. 4, p. 61-91.

CARDOSO, C. E. L. *et al*. Rentabilidade dos sistemas de produção de mandioca em uso pelos agricultores familiares do extremo sul da Bahia. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, p. 1 – 4, 2007.

CARMO, M. S. do; COMITRE, V. **Estudos sócio-econômicos**: tipologia dos agricultores e adequação das políticas públicas na conservação dos remanescentes de cerrado de domínio privado no Estado de São Paulo. São Paulo: (BIOTA/FAPESP-Projeto 98/05251-0), ago. 2002. Relatório de Pesquisa.

CARVALHO, Y.M. *et al*. Unidades ambientais homogêneas para o Estado de São Paulo. **Agricultura em São Paulo**. São Paulo, v. 45, n. 1, p. 69-102. 1998.

CASTANHO, G. G. **Avaliação de dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 e 20 anos, no sudeste do Brasil**. Piracicaba, 2009. 111 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

CASTANHO FILHO, E. P. O uso permitido da reserva legal. **Análises e Indicadores do Agronegócio**. v. 3, n. 5, maio, 2008a.

CASTANHO FILHO, E. P. Consumo aparente, cotação e valor da produção de madeira de florestas plantadas no Estado de São Paulo: uma visão das últimas décadas. **Análises e Indicadores do Agronegócio.** v. 3, n. 4, abr. 2008b.

CASTANHO FILHO, E. P. Oportunidades em mudanças na reserva legal. **Textos para Discussão** - IEA n. 13. 2009.

CASTANHO FILHO, E. P.; COELHO, P. J.; ÂNGELO, J. A.; FEIJÓ, L. F. C. A. Valor da produção florestal do Estado de São Paulo em 2008. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 89-93. jun. 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. A análise de Bacias Hidrográficas. In: **Geomorfologia**, São Paulo: Edgard Blucher, 1980. p. 102-127.

CLINCH, J. P., GOOCH, M. An inquiry into the use of economic instruments of environmental policy. Environmental Studies Research Series, Working Papers, Out. 2001.

CONTINI, E.; ARAÚJO, J. D.; GARRIDO, W. E. Instrumental econômico para a decisão na propriedade agrícola. In: CONTINI, E.; ARAÚJO, J.D.; OLIVEIRA, A.J. *et al*. **Planejamento da propriedade agrícola**: modelos de decisão. Brasília: EMBRAPA - DDT, 1984. p. 237-259.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Levantamento cadastral das Unidades de Produção Agropecuária (Atualização) – Manual de instruções de campo**. Campinas: CATI, 4. ed. 2007. 37 p.

CRIVISQUI, E. **Presentación de los métodos de clasificación.** Programa Presta, ULB, 1999.

CUADRAS, C. M. **Métodos de análisis multivariante.** Barcelona: EUNIBAR – Editorial Universitária de Barcelona, 1981.

CURI, R. C.; CURI W. F.; LUNA, D. S. Avaliação da sustentabilidade hídrica do sistema Coremas/Mãe d'Água sob diversos cenários de vazões afluentes. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 4, 1998, Campina Grande. Departamento de Engenharia Civil/AERH, 1998. 1 CD-ROM.

DALY, H. E. Allocation, distribution, and scale: towards an economics that is efficient, just, and sustainable. **Ecological Economics**, v. 6, p. 185-193, 1992.

DALY, H. E.; FARLEY, J. **Ecological economics**: principles and applications. Washington: Island Press, 2004.

DAY, R. H. **Recursive programming and production response**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1963.

DEMAJOROVIC, J. **Sociedade de risco e responsabilidade socioambiental**: perspectivas para a educação corporativa. São Paulo: Editora Senac, São Paulo, 2003.

DIÁRIO COMÉRCIO INDÚSTRIA E SERVICOS – DCI. **Esforço pela Produtividade faz o Custo Recuar**. Disponível em: <http://www.partnerconsulting.com.br/news_det.asp?pagina=3&noticia=63>. Acesso em: 20 jan. 2010.

DOSSA, D. **A decisão econômica num sistema agroflorestal**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 24 p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 39).

DOSSA, D. Programação linear na gestão da propriedade rural: um enfoque alternativo. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 2, n. 4, p. 33-60, nov. 1994.

DUFUMIER, M. Importancia de la tipología de unidades de producción agrícolas en el análisis de diagnóstico de realidades agrarias. In: ESCOBAR, G.; BERDEGUÉ, J. (Ed.). **Tipificación de sistemas de producción agrícola**. Santiago: Red Internacional de Metodología de Investigación en Sistemas de Producción, 1990. p. 63-81.

ECKHARDT, R. R ; REMPEL C.; SALDANHA, D. L.; GUERRA T. ; PORTO, M. L. Análise e diagnóstico ambiental do Vale do Taquari - RS - Brasil, utilizando sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento**.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO,13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 5191-5198.

ESCOBAR, G.; BERDEGUÉ, J. Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de finca: la experiencia de RIMISP. In: ESCOBAR, G.; BERDEGUÉ, J. (Ed.). **Tipificación de sistemas de producción agrícola**. Santiago: Red Internacional de Metodología de Investigación en Sistemas de Producción, 1990. p.13-43.

FASIABEN, M. C. R.; BACCHI, M. R. P.; PERES, F. C. Fronteira de eficiência econômica em condições de risco: estudos de caso de sistemas de produção familiar da Região Centro-Sul do Paraná. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 50, p. 93-107, 2003.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. **Florestar Estatístico**: Revista do Setor Florestal Paulista para o Desenvolvimento Sustentável. v. 6, n. 14. jan. 2003. Disponível em: <http://www.floresta.org.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. **Florestar Estatístico**: Revista do Setor Florestal Paulista para o Desenvolvimento Sustentável. v. 7, n. 16. jul. 2004. Disponível em: <http://www.floresta.org.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. **Florestar Estatístico**: Revista do Setor Florestal Paulista para o Desenvolvimento Sustentável. v. 8, n. 17. jul. 2005. Disponível em: <http://www.floresta.org.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. **Florestar Estatístico**: Revista do Setor Florestal Paulista para o Desenvolvimento Sustentável. v. 9, n. 18. nov. 2006. Disponível em: <http://www.floresta.org.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. **Florestar Estatístico**: Revista do Setor Florestal Paulista para o Desenvolvimento Sustentável. v. 11, n. 20. jun. 2008. Disponível em: <http://www.floresta.org.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

FLORIANO, E. P. **Subsídios para o planejamento da produção de Pinus elliottii Engelm. na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul**. Santa Maria, 2008. 178 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais e Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

FRANCISCO, V. L.; PINO, F. A. Estratificação de unidades de produção agrícola para levantamentos por amostragem no Estado de São Paulo. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 47, n.1, p. 79-110, set. 2000.

FUENTES LLANILLO, R. *et al*. Regionalização da agropecuária paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 31., 1993, Ilhéus. **Anais...** Brasília: SOBER, 1993, v. 1, p. 152–160, 1993.

FUENTES LLANILLO, R. *et al*. Regionalização da agricultura do Estado do Paraná, Brasil. **Cienc. Rural**, v. 36, n. 1. jan./fev. 2006.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. **Produto Interno Bruto – PIB Municipal**. 2007. Disponível em: <http://www.seade.gov.br>. Acesso em: 07 fev. 2010.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Tipologia dos municípios paulistas baseada no PIB municipal**. 2009. Disponível em: <http://www.seade.gov.br>. Acesso em: 07 fev. 2010.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Informações dos Municípios Paulistas**. 2010. Disponível em: <http://www.seade.gov.br> Acesso em: 19 jan. 2010.

GEMENTE, A. C. **Aplicação de um modelo de programação recursiva ao estudo do crescimento da produção agrícola na região de Campinas, Estado de São Paulo, 1970/71 a 1976/77**. Piracicaba, 1978. 178 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

GONÇALVES, J. S. Reserva legal: argumentos da Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Análises e Indicadores do Agronegócio**. v. 1, n. 9, set. 2006.

GONÇALVES, J. S.; CASTANHO FILHO, E. P. Obrigatoriedade da reserva legal e impactos na agropecuária paulista. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 9, set. 2006.

HOFFMANN, R. A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 271-290, 1992.

IGLIORI, D. C.; SILVA JUNIOR; D.; LOBO, F. C. Uso de instrumentos econômicos para a proteção de vegetação nativa no estado de Goiás: uma análise exploratória. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 27, n. 1, p. 63-81, 2007.

IBGE. **Censo Agropecuário: 2006**. 2006a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

IBGE. Notas técnicas – Censo Agropecuário 2006: Resultados Preliminares. 2006b. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/notatecnica.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2010.

IBGE. **Cidades @**. 2010a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2010.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. 2010b. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>. Diversos acessos.

IBGE. **Produção Pecuária Municipal**. 2010c. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/default.asp>. Diversos acessos.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA. **Banco de Dados**. 2010. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>. Diversos acessos.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. **Sistema Nacional de Cadastro Rural – SNCR**: manual de orientação para preenchimento da declaração para cadastro de imóveis rurais. 2002. Disponível em: <http://www.incra.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. CBERS-2B, órbita-ponto 155-125, resolução espacial de 2,7 m. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, agosto e março de 2008. Imagem de Satélite.

IRIGARAY, C. T. J. H. Compensação de reserva legal: limites à sua implementação. **Revista Amazônia Legal de Estudos Sócio-Jurídico-Ambientais**. Ano 1, n. 1, p. 55-68, jan./jun. 2007.

JOELS, L. M. **Reserva legal e gestão ambiental da propriedade rural**: um estudo comparatativo da atitude e comportamento de agricultores orgânicos e convencionais do Distrito Federal. 2002. Disponível em: <http://www.planetaorganico.com.br/trabjoels2.htm>. Acesso em: 10 dez. 2009.

KAECHELE, K. T. **A redução compensada do desmatamento no Mato Grosso: uma análise econômico-ecológica**. São Paulo, 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Ciência Ambiental (PROCAM), Univerdade de São Paulo.

KIM, J.; MUELLER, C. W. **Factor Analysis - statistical methods and practical issues.** Iowa: University of Iowa, 1978.

LANT, C.L. *et al*. The tragedy of ecosystem services. **BioScience**. 58, 2008. p. 969-974.

LAURENTI, A.C. **Terceirização na produção agrícola**. Londrina, PR: IAPAR, 2000. 201p. (IAPAR. Boletim Técnico, 63).

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. (Coord). **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aprox., Campinas: SBCS, 1983. 175 p.

LUPA. **Levantamento censitário de unidades de produção agropecuária do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>. Vários acessos.

LUSTOSA, M. C. J., CÁNEPA, E. M., YOUNG, C. E. F. Política Ambiental. In: MAY, P.H., LUSTOSA, M.C.J., VINHA, V. da (Org.). **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

MACHADO, J. A. R. **A viabilidade econômica dos reflorestamentos com essências nativas brasileiras para a produção de toras – o caso do Estado de São Paulo**. Piracicaba, 2000. 186 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MARGULIS, S. A regulamentação ambiental: instrumentos e implementação. Rio de Janeiro, IPEA: **Textos para Discussão**, 437. 1996.

MATSUNAGA, M. *et al*. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139. 1976.

MAYRAND, K.; PAQUIN, M. Pago por servicios ambientales: Estudio y evaluación de esquemas vigentes. Montreal: Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), UNISFÉRA. 2004.

MENDONÇA, I. F. C.; LOMBARDI NETO, F.; VIÉGAS, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 10, n. 4, p. 888-895, 2006.

METZGER, J.P. Bases biológicas para a "reserva legal". **Ciência Hoje**. v. 31. n. 183. jun. 2002.

MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1974. 301 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Diretrizes para Utilização de Recursos Florestais. 2009. Disponível em: <http://www.ipef.br/legislacao/diretrizes.asp>. Acesso em: 30 nov. 2009.

MONTEBELO, L. A.; CASAGRANDE, C. A.; BALLESTER, M. V. R.; VICTORIA,R. L.; CUTOLO, A. P. A. Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...**, São José dos Campos: INPE, 2005. p. 3829-3836.

MOORHEAD, D. J.; DANGERFIELD, C. W. **Intensive forest management 2**. Tifton: The University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences and Warnell School of Forest Resources, 1998.

MOTTA, R. S. da, MENDES, F. E. Instrumentos econômicos na gestão ambiental: aspectos teóricos e de implementação. In: RIBEIRO, A. R., REYDON, B. P., LEORNARDI, M. L. A., 2001. **Economia do meio ambiente**: teoria, políticas e gestão de espaços regionais. Campinas: Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas. 2001.

MOTTA, R. S. da. Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental da América Latina e Caribe: lições e recomendações. Rio de Janeiro, IPEA: **Textos para Discussão** 440. 1996.

NASCIMENTO, M. C. *et al*. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo**. Ciência Florestal**, v. 15, n. 2, 2005. p. 207-220.

NEW SOUTH WALES. Department of Land and Water Conservation**. A proposed model for native vegetation conservation in New South Wales**: a white paper**.** Sydney. 1997.

NOGUEIRA, C. A.; SOUZA, M. A. Função social da propriedade rural. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, v. 2, n. 2, 2006, Toledo, Paraná. Disponível em: <http://intertemas.unitoledo.br/revista/index.php>. Acesso em: 17 jan. 2010.

NOGUEIRA, F. P. Uso agrícola sustentável das terras do município de Vera Cruz, SP: proposta metodológica. Rio Claro, 2000. 84 p. Tese (Doutorado) Instituto de Geo-Ciências e Ciências Exatas - UNESP.

OLIVEIRA, M. B. A.; CURI, R. C.; CURI, W. F. Otimização da receita no perímetro irrigado de Sousa-PB via programação linear. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 227-235, set. 2001.

OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, J. C. Avaliação do cumprimento da reserva legal no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**. v.1, n. 2, p. 177-203. 2003.

OSAKI, M.; ALVES, L. R. A.; SOUZA, M. M. A. **Descrição da metodologia para levantamento e acompanhamento de custo de produção da atividade agropecuária**. Piracicaba: CEPEA, 2006. (Mimeo)

PADILHA JUNIOR, J. B. **O impacto da reserva legal florestal sobre a agropecuária paranaense, em um ambiente de risco**. Curitiba, 2004. 167 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná.

PEDRON, F. A. P. *et al*. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 105-112, jan./fev. 2006.

PERES, A. R. P. **Baixa produtividade do milho como conseqüência da tomada de decisão sob condições de risco na agricultura**. Piracicaba, 1981. 118 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

PERES, F. C. **Derived demand for credit under conditions of risk**. Ohio, 1976. 141 p. Dissertation (Ph.D.) – The Ohio State University.

PEREZ, P. L.; BACHA, C. J. C. Comercialização e comportamento dos preços da madeira serrada nos estados de São Paulo e Pará. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 54, n. 2, p.103-119, out. 2007.

PINAZZA, L. A. **Demanda derivada por crédito na Divisão Regional Agrícola de Campinas**. 1978. 100 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

PINHEIRO, M. I. R. E. Modelo de simulação do mercado da terra: o caso do regadio no oeste. **Prospectiva e Planeamento**, 7, Lisboa, 2001. Disponível em: <http://www.dpp.pt/pages/files/regadio_oeste.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2008.

PINO, F. A. *et al*. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo: SAA/IEA/CATI, 1997. 4 v.

PIZZOL, S. J. S. Combinação de grupos focais e análise discriminante: um método para tipificação de sistemas de produção agropecuária. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 451-468, 2004.

PREISKORN *et al*. Metodologia de restauração para fins de aproveitamento econômico (reserva legal e áreas agrícolas). In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Ed.) **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 158-175. Disponível em: <http://www.pactomataatlantica.org.br/pdf/referencial-teorico.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2009.

PROJETO ECOAGRI. **Diagnóstico Ambiental da Agricultura no Estado de São Paulo Bases para um Desenvolvimento Rural Sustentável**. 2009. Disponível em: <http://ecoagri.cnptia.embrapa.br/>. Diversos acessos.

RIGONATTO, C. A. **Quem paga a conta?** Subsídios e reserva legal: avaliando o custo de oportunidade do uso do solo. Brasília, 2006. 106 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Economia, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Universidade de Brasília.

RIGONATTO, C. A.; NOGUEIRA, J. M. Política ambiental: uma avaliação da eficácia da reserva legal. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SOCIOLOGIA RURAL, 7., 2006, Quito, Ecuador. Disponível em: <http://www.alasru.org/cdalasru2006/14%20GT%20Claudinei%20Antonio%20Rigonatto.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2008.

ROCKSTRÖM, J. *et al*. A safe operating space for humanity. **Nature**. v. 461, p. 472-475. 2009.

RODRIGUES, L. H. A. Um modelo de programação linear para planejamento estratégico de uma propriedade leiteira. In: BARBOSA, P. F.; ASSIS, A. G.; COSTA, M. A. B. **Modelagem e Simulação de Sistemas de Produção Animal**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2002.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. p. 235-247.

RODRIGUES, R. R. *et al*. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica / Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Programa Biota / Fapesp. 2008. 248 p.

RODRIGUES, R. R. *et al*. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, Issue 6, p. 1242-1251, 2009.

ROESSING, A. C. **Demanda derivada por fertilizantes na Divisão Regional Agrícola de Campinas**. Piracicaba, 1978. 118 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

ROMEIRO, A. R. ; GARCIA, J. R. . Preço da água e gestão de bacias hidrográficas. In: COELHO, A. B.; TEIXEIRA, E. C.; BRAGA, M. J. (Org.). **Recursos Naturais e Crescimento Econômico**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2008, p. 489-514.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável. **Documentos**, 21. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003.

ROMEIRO, A. R. Economia ou Economia Política da sustentabilidade? In: MAY, P. H., LUSTOSA, M. C. J., VINHA, V. da (Org.). **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

SÁ, C. P.; SANTOS, J. C.; OLIVEIRA, L. C. Avaliação dos impactos financeiros e ambientais para o manejo florestal madeireiro em áreas de reserva legal de pequenas propriedades na Amazônia Ocidental. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/12/08P409.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2009.

SACHS, I. **Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004. 151 p.

SANTOS, A. C. Utilização da programação linear na determinação da combinação que maximize a renda na empresa rural. **Caderno de Administração Rural**, v. 2, n. 2, p. 109-125, jul./dez. 1990.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 50.889, 16 de junho de 2006. Dispõe sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural e compensação da área de Reserva Legal de imóveis rurais no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 19 jan. 2010.

SÃO PAULO (Estado). Lei Estadual nº 12.927, 23 de abril de 2008. Dispõe sobre a recomposição de reserva legal, no âmbito do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 19 jan. 2010.

SÃO PAULO (Estado). Decreto estadual nº 53.939, de 6 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural, compensação e composição da área de Reserva Legal de imóveis rurais no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 19 jan. 2010.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>. Vários acessos.

SAS**. SAS/STAT - user's guide**. Cary: SAS Institute Inc., 1990.

SCHMID, M. Manutenção de florestas nativas como forma de geração de renda. **Revista da Madeira**. n. 117, nov. 2008. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br>. Acesso em: 28 set. 2009.

SCHNEIDER, S.; WAQUIL, P. D. Caracterização socioeconômica dos municípios gaúchos e desigualdades regionais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 117-142, 2001.

SILVEIRA, E. M. O. *et al*. Uso conflitivo do solo nas áreas de preservação permanente do município de Bocaina de Minas - MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...**, São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1673-1680.

SINDEN, J. A. Who pays to protect native vegetation? Costs to farmers in Moree Plains Shire, New South Wales. **Working Paper Series in Agricultural and Resource Economics**. n. 2. jun. 2003.

SIQUEIRA, C. F. A.; NOGUEIRA, J. M. O novo Código Florestal e a reserva legal: do preservacionismo desumano ao conservacionismo politicamente correto. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 42., Cuiabá, 2004. **Anais**... Cuiabá, 2004. 1 CD-ROM.

SMERALDI, R.; VERÍSSIMO, J. A. O. **Acertando o alvo**: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal. São Paulo: Amigos da Terra - Programa Amazônia; Piracicaba, SP: IMAFLORA; Belém, PA: IMAZON, 1999. 41 p.

SOBRAL, L.; VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; AZEVEDO, T.; SMERALDI, R. **Acertando o Alvo 2**: consumo de madeira amazônica e certificação florestal no Estado de São Paulo. Belém: Imazon, 2002. 72 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Fatos e números do Brasil florestal. 2007. Disponível em: < http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/SBS-2005.pdf>. Acesso em: 29 out. 2009.

STOCK, L. A. *et al*. Metodologia de obtenção de sistemas representativos de produção de leite com a utilização da técnica de painel. In.: ZOCCAL, R. *et al*. (Ed.) **Competitividade da cadeia produtiva do leite no Ceará: produção primária**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2008, v. 1, p. 221-232.

U.S. CONGRESS (Office of Technology Assessment). Environmental Policy Tools: A User's Guide, OTA-ENV-634. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, Set. 1995.

VARELA, C. A. **Instrumentos de Políticas ambientais**: casos de aplicação e seus impactos. São Paulo: EAESP/FGV, 2001. (Relatório de Pesquisa n. 62).

WHATELY, M. **Instituto Sócio-ambiental**. Disponível em: <http://www.socioambiental.org/nsa/>. Acesso em: 02 abr. 2007.

ZARONI, M. M. H.; CARMO, M. S. Tipologia de agricultores familiares: construção de uma escala para os estágios de modernização da agricultura. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 33-61, 2006.

ZHANG, P. *et al*. China's Forest Policy for the 21st Century. **Science Magazine**. v. 288, n. 5474, p. 2135-2136. 2000.

ANEXO 1 – METODOLOGIA DE RESTAURAÇÃO PARA FINS DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO DE ÁREAS DE RESERVA LEGAL

Este anexo reproduz a metodologia de restauração da vegetação nativa, com vistas ao aproveitamento da madeira em áreas de reserva legal, descrita por Preiskorn (2009), proposta e trabalhada pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (LERF/ESALQ/USP). Tal metodologia é descrita detalhadamente a seguir.

O espaçamento de plantio é de 3 x 2 m, com 1.660 indivíduos por hectare. O plantio e a exploração são feitos em linhas, com baixo impacto. Isto significa concentrar a exploração das linhas adjacentes numa mesma entrelinha, preservando assim 50% das entrelinhas que não recebem os impactos da exploração madeireira. Também se considera, na combinação das espécies plantadas, o seu grupo funcional na sucessão ecológica, alternando linhas de espécies de rápido crescimento e boa cobertura (linhas de preenchimento), com linha de espécies dos grupos intermediários e finais da sucessão, ou iniciais que não tenham boa cobertura - definidas como linhas de diversidade. Essas linhas são planejadas com a mais elevada diversidade possível que aumentam as possibilidades de sucesso da restauração.

Na primeira linha são plantados indivíduos das espécies dos estádios intermediários e mais avançados de sucessão (linhas de diversidade), intercaladas com linhas de indivíduos das espécies mais iniciais da sucessão, de rápido crescimento e boa cobertura (linhas de preenchimento), visando o sombreamento rápido e boa cobertura da área (Figura 1). As espécies de preenchimento tendem ter uma sobrevida curta, em média de 15 a 25 anos.

Na segunda linha são plantadas espécies do estádio sucessional mais inicial, para o sombreamento da primeira e da terceira linhas, que são constituídas por espécies de estádios intermediários da sucessão. Na quarta linha são plantadas novamente espécies iniciais da sucessão, para o sombreamento da terceira e da quinta linhas, constituídas de

espécies finais. Nesta última, os indivíduos de espécies finais são plantados intercalados com indivíduos de espécies iniciais da sucessão, que vão garantir o sombreamento lateral dos indivíduos das espécies finais da mesma linha, bem como o espaçamento adequado dos indivíduos finais na linha.

A linha com espécies iniciais da sucessão, foi denominada de linha de Madeira Inicial, enquanto aquela com espécies intermediárias foi denominada de linha de Madeira Média e a com espécies finais de sucessão, de linha de Madeira Final, que é plantada juntamente com a Madeira Complementar (Figura 1).

O programa de manejo prevê que se retire, de cada vez, um número de indivíduos que não ultrapasse 25% do total, respeitando a legislação vigente para reserva legal.

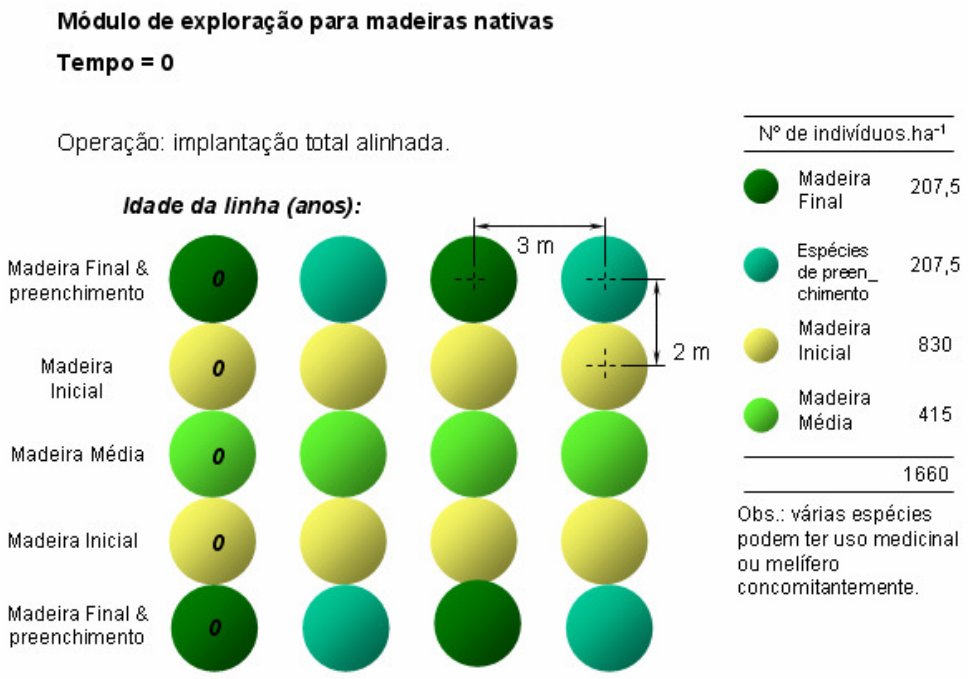


Figura 1 - Implantação da área de reserva legal (tempo zero). Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

Após dez a quinze anos do plantio retiram-se as linhas com espécies iniciais (Madeira Inicial) da segunda e quarta fileiras (Figura 2a). Logo após o corte dessa Madeira Inicial, introduzem-se nessas linhas indivíduos de Madeira Média (Figura 2b). O

plantio dos indivíduos nas respectivas linhas exploradas é feito no espaço entre indivíduos cortados, evitando-se a coincidência com os tocos. As espécies do estádio sucessional final e média (primeira, terceira e quinta fileiras) prosseguem em desenvolvimento.

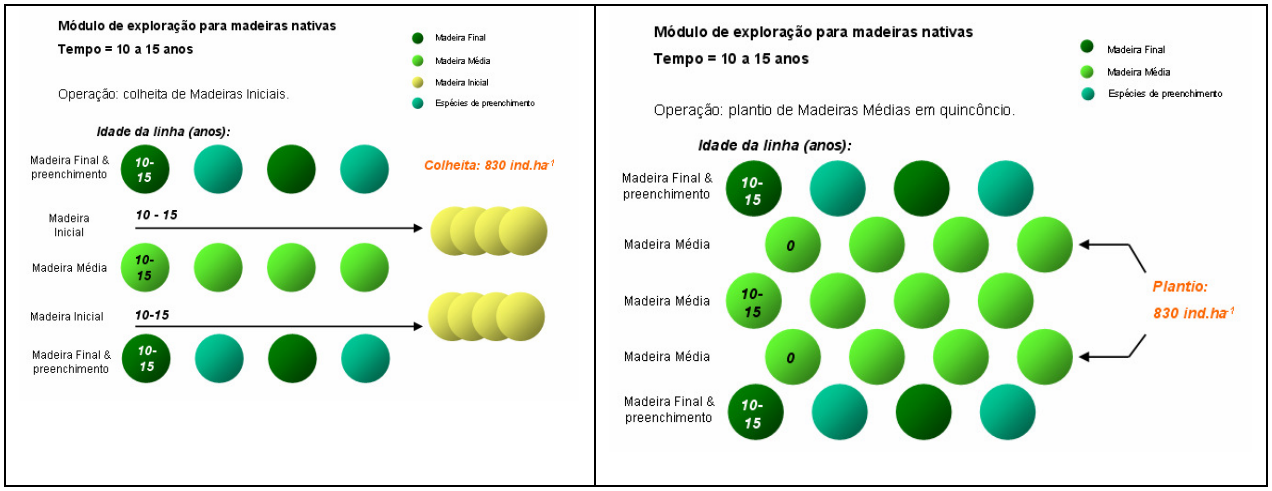


Figura 2a Figura 2b

Figura 2 - Plantio da restauração e reflorestamento da área de reserva legal no tempo 10 – 15 anos. Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

No tempo de 20 a 25 anos após a implantação, são retiradas as linhas de espécies do estágio intermediário de sucessão (terceira fileira), do grupo Madeira Média (Figura 3a). Em seguida, essa linha explorada é reposta por mudas de espécies finais da sucessão intercaladas com mudas de preenchimento (Figura 3b). As espécies dos estádios sucessionais final e médio do segundo plantio (primeira, segunda, quarta e quinta fileira) continuam em desenvolvimento. As espécies iniciais da sucessão da linha de Madeira Final e Preenchimento tendem a morrer nessa idade.

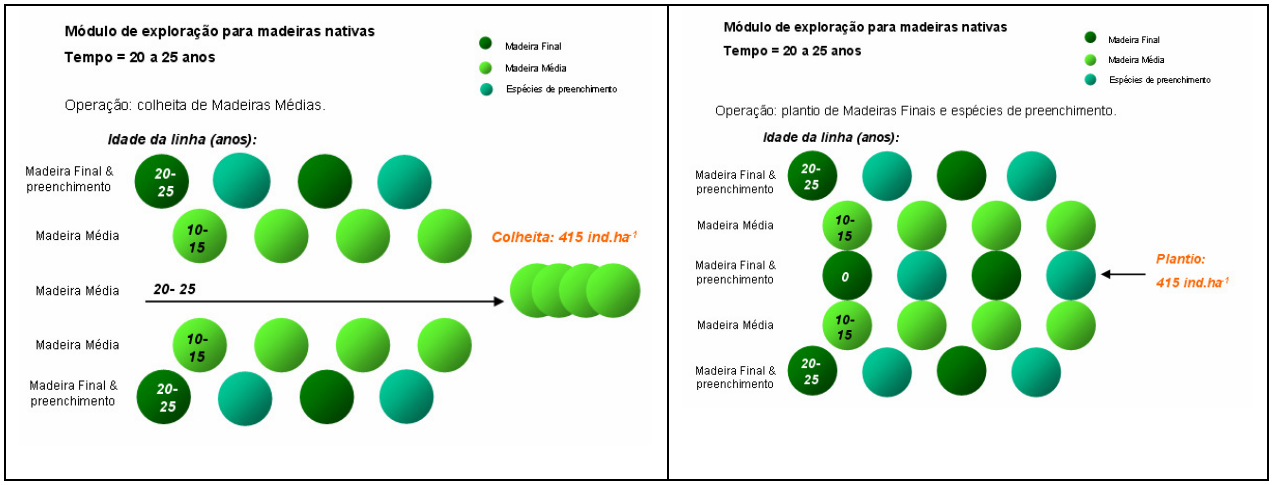


Figura 3a Figura 3b

Figura 3- Plantio da restauração e reflorestamento da área de reserva legal no tempo 20 – 25 anos. Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

Após 30 a 35 anos da implantação será explorada a linha do grupo de Madeira Média (segunda fileira), conforme apresentado na Figura 4a, que foi incorporada no projeto no tempo 10 – 15 anos. Após a exploração, essa linha será reposta com espécies do estádio intermediário da sucessão (Madeira Média) (Figura 4b). As espécies dos estádios sucessionais final e médio (primeira, terceira, quarta e quinta linhas) continuam em desenvolvimento.

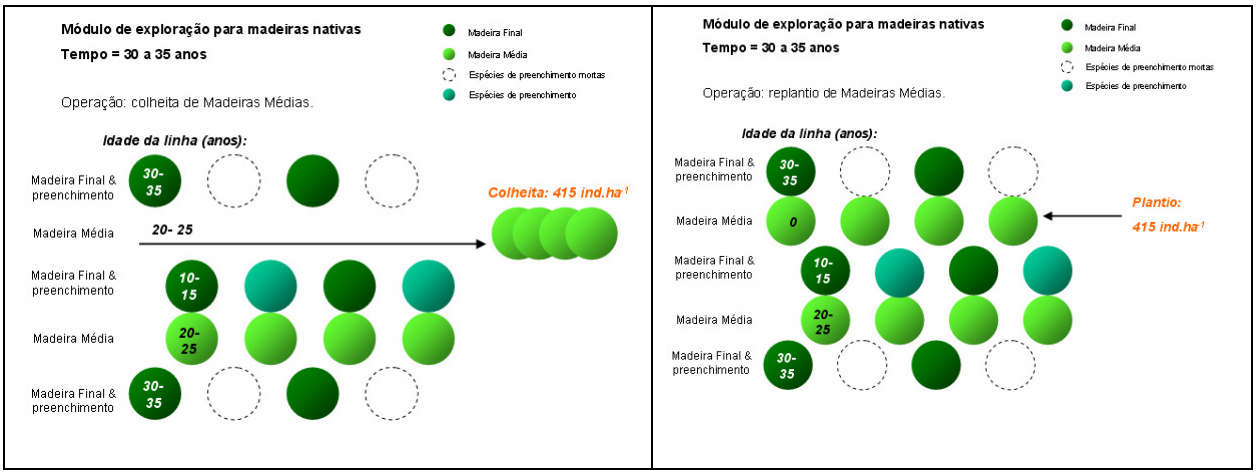


Figura 4a Figura 4b

Figura 4 - Plantio da restauração e reflorestamento da área de reserva legal no tempo 30 – 35 anos. Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

Com 35 a 40 anos pós-plantio retiram-se as linhas com espécies intermediárias de sucessão (Madeira Média) da quarta fileira, que estão com 25 - 30 anos, conforme apresentado na Figura 5a. Novamente, essas linhas exploradas de Madeira Média, são repostas com mudas de espécies intermediárias de sucessão (Madeira Média) (Figura 5b). As espécies dos estádios sucessionais final e médio (primeira, segunda, terceira e quinta fileiras) seguem seu desenvolvimento.

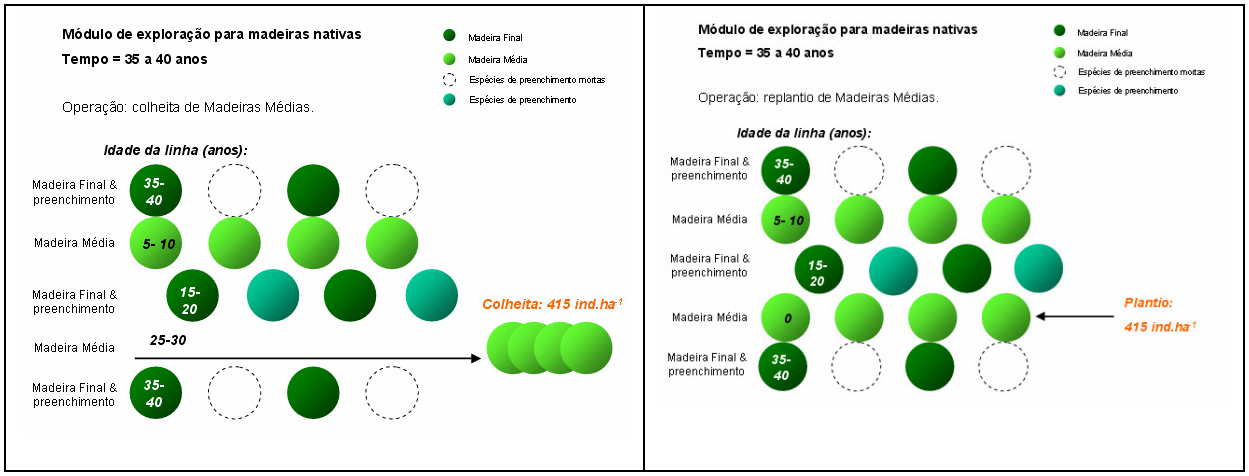


Figura 5a Figura 5b

Figura 5 - Plantio da restauração e reflorestamento da área de reserva legal no tempo 35 – 40 anos. Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

Após 40 a 45 anos da implantação são retiradas as linhas de espécies finais de sucessão (Madeira Final), que foram plantadas no início do projeto (primeira e quinta fileira), conforme apresenta a Figura 6a. Essas linhas, após a exploração, são repostas por linhas de Madeira Final, onde são plantadas mudas de espécies finais da sucessão intercaladas com mudas de de preenchimento (Figura 6b). Faz-se o plantio no espaçamento entre os indivíduos que foram retirados. As espécies dos estádios sucessionais final e médio (segunda, terceira e quarta fileiras) mantêm-se em desenvolvimento.

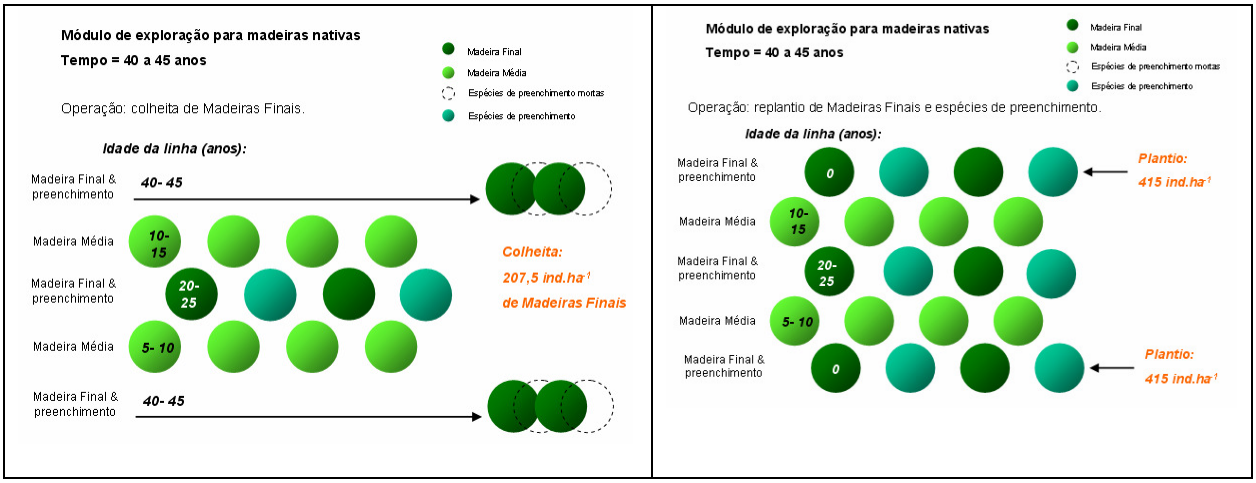


Figura 6a Figura 6b

Figura 6 - Plantio da restauração e reflorestamento da área de Reserva no tempo 40 – 45 anos. Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

Aos 50 a 55 anos do plantio retira-se a segunda feileira, cujos indivíduos se encontram com 20-25 anos (Figura 7a). Essa linha é reposta com mudas de espécies intermediários de sucessão (Madeira Média) (Figura 7b). As espécies dos estádios sucessionais final e médio (primeira, terceira, quarta e quinta fileiras) continuam em desenvolvimento.

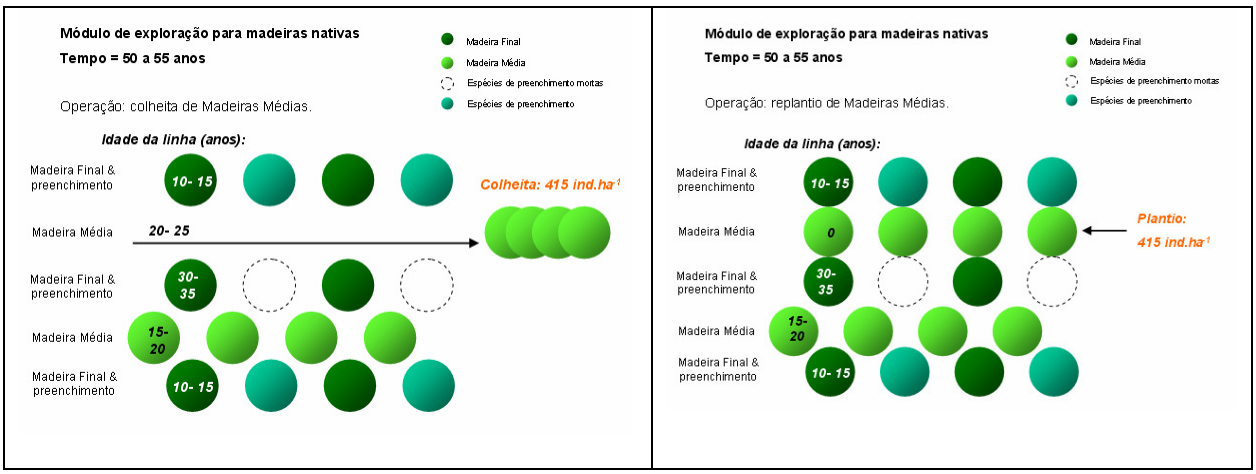


Figura 7a Figura 7b

Figura 7 - Plantio da restauração e reflorestamento da área de reserva legal no tempo 50 – 55 anos. Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

No tempo 55 a 60 anos pós-implantação a quarta fileira é retirada (linha de espécies intermediárias de sucessão - Madeira Média), que está com 20 - 25 anos, conforme se vê na Figura 8a. Essa linha é novamente reposta com mudas de espécies intermediárias de sucessão (Madeira Média) (Figura 8b). As espécies dos estádios sucessionais final e médio (primeira, segunda, terceira e quinta fileiras) mantêm-se em desenvolvimento.

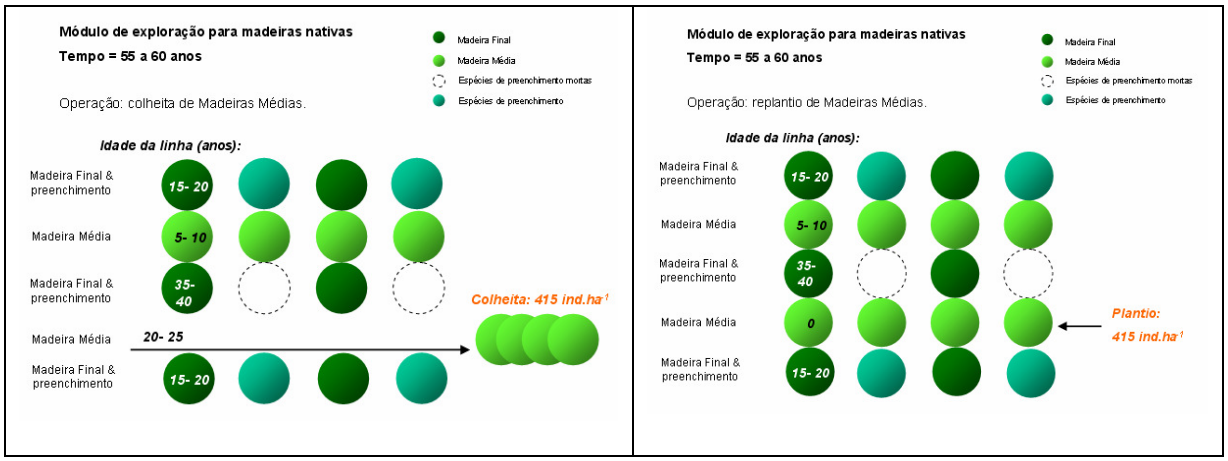


Figura 8a Figura 8b

Figura 8 - Plantio da restauração e reflorestamento da área de reserva legal no tempo 55 – 60 anos. Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

Com 60 a 65 anos após a implantação do projeto retiram-se novamente linhas de espécies finais de sucessão (Madeira Final), as quais pertencem à terceira fileira e se encontram com 40 - 45 anos (Figura 9a), ou seja, foram implantadas no tempo 25 – 25 anos (Figura 9b). Repõem-se as árvores retiradas com mudas de espécies finais, intercaladas com mudas de espécies de preenchimento (Figura 9b), plantadas nos espaços entre os indivíduos explorados. As espécies dos estádios sucessionais final e médio (primeira, segunda, quarta e quinta fileiras) se desenvolvem.

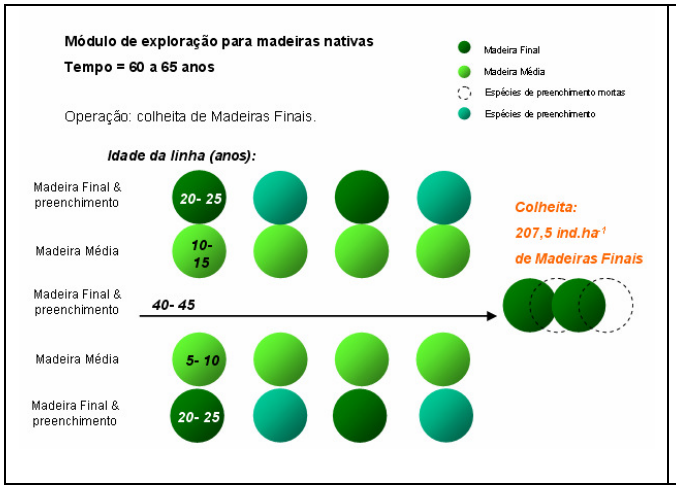


Figura 9a

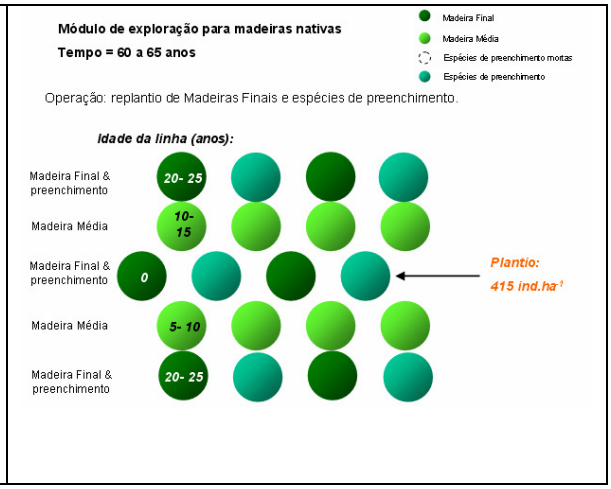


Figura 9b

Figura 9 - Plantio da restauração e reflorestamento da área de reserva legal no tempo 60 – 65 anos. Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

Após 70 a 75 anos da implantação do projeto retira-se a segunda linha - de espécies intermediárias -, que apresentam 20 - 25 anos (Figura 10a). Ela é reposta por mudas de espécies do grupo de Madeira Média (Figura 10b). As espécies dos estádios sucessionais final e médio (primeira, terceira, quarta e quinta fileiras) seguem em desenvolvimento.

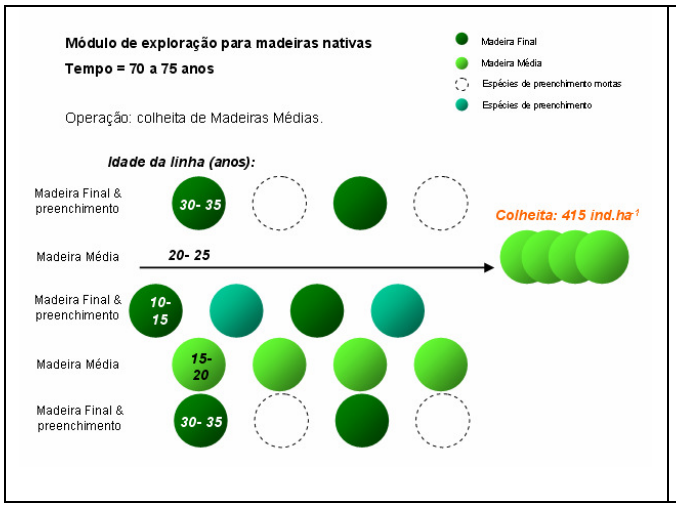


Figura 10a

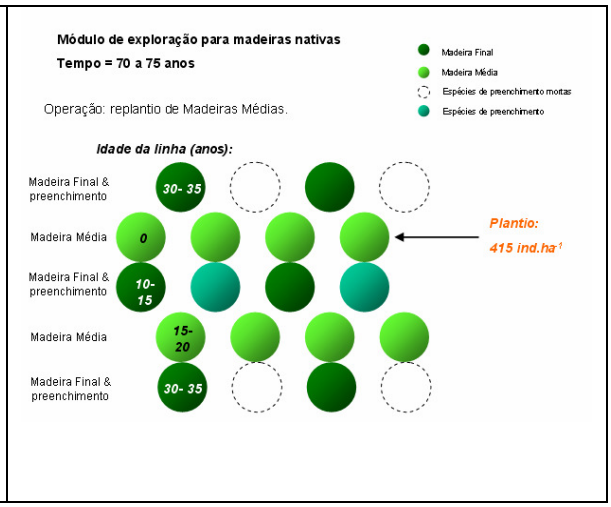


Figura 10b

Figura 10 - Plantio da restauração e reflorestamento da área de reserva legal no tempo 70 – 75 anos. Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

No tempo referente a 75 - 80 anos após a implantação do projeto retira-se a linha quatro, composta de espécies do grupo de Madeira Média, as quais estarão com 20 - 25 anos (Figura 11a). As plantas são repostas por mudas de espécies do estádio intermediário (Madeira Média) (Figura 11b). As espécies dos estádios sucessionais final e médio (primeira, segunda, terceira e quinta fileiras) mantêm seu desenvolvimento.

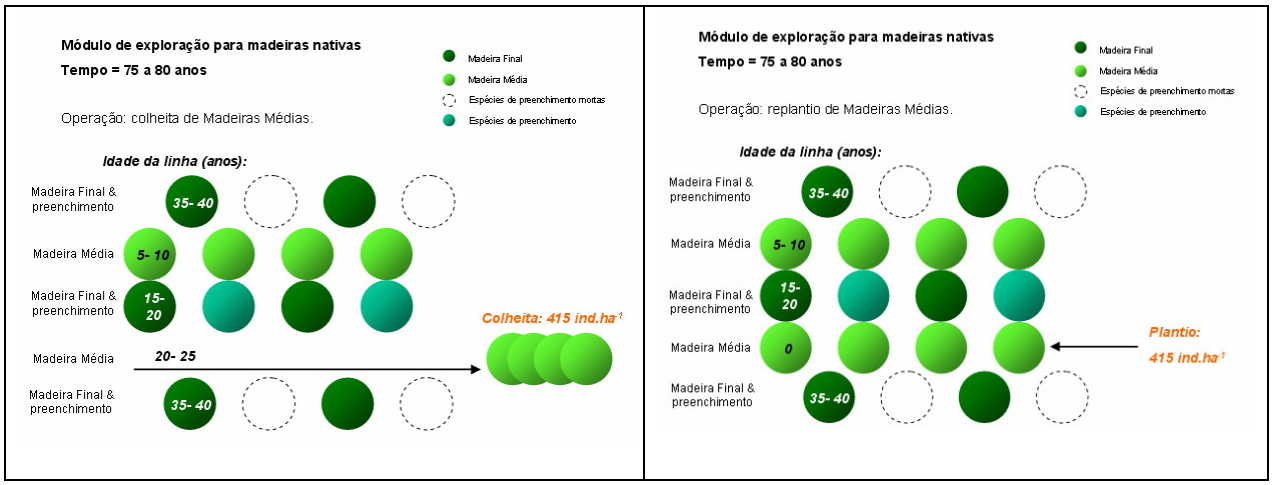


Figura 11a Figura 11b

Figura 11- Plantio da restauração e reflorestamento da área de reserva no tempo 75 – 80 anos. Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

De 80 a 85 anos após a implantação do projeto são exploradas as linhas de espécies finais de sucessão (Madeira Final), que estão com 40 - 45 anos (primeira e quinta fileiras), conforme se apresenta na Figura 12a. Essas linhas, após exploração, são repostas por linhas de Madeira Final, onde são plantadas mudas de espécies do estádio final de sucessão e de espécies de preenchimento (Figura 12b). As espécies dos estádios sucessionais final e médio (segunda, terceira e quarta fileiras) continuam em desenvolvimento.

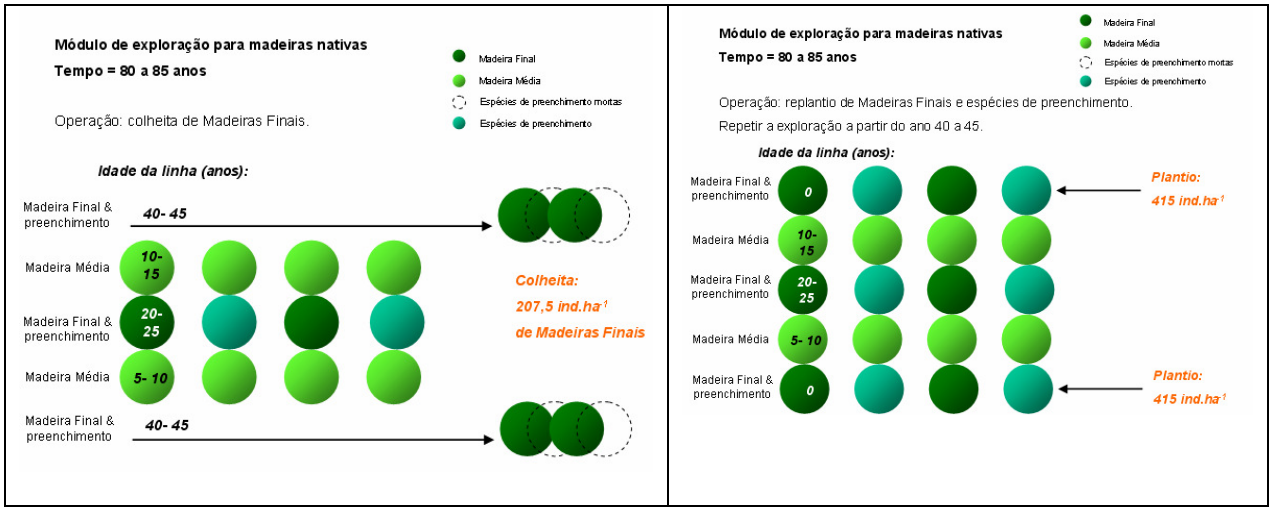


Figura 12a Figura 12b

Figura 12 - Plantio da restauração e reflorestamento da área de reserva legal no tempo 80 – 85 anos. Fonte: PREISKORN *et al*. (2009).

Dessa forma, a exploração das áreas de reserva legal possuem um ciclo indefinido de exploração madeireira ao longo do tempo.

A Tabela 1, apresentada a seguir, resume o Plano de Restauração Florestal para a Reserva Legal descrito anteriormente e apresenta as estimativas de produção de madeira.

Tabela 1- Quantidade de indivíduos e volume explorado de madeira na reserva legal segundo modelo proposto pelo LERF, por tempo da exploração e grupo de madeira.

Tempo (anos)	Quantidade explorada (Indivíduos/ha)	Cálculo DAP (m^3 de madeira/ha)	Grupo de Madeira	Qualidade da Madeira
10 a 15	830	39,43	Madeira Inicial	Lenha
20 a 25	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
30 a 35	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
35 a 40	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
40 a 45	207,5	88,71	Madeira Final	Alta + Lenha
50 a 55	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
55 a 60	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
60 a 65	207,5	88,71	Madeira Final	Alta + Lenha
70 a 75	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
75 a 80	415	92,54	Madeira Média	Média + Lenha
80 a 85	207,5	88,71	Madeira Final	Alta + Lenha
TOTAL	4357,5	953,34		

Fonte: Estimativas da autora, baseadas no modelo do LERF descrito por PREISKORN (2009) e em dados de CASTANHO (2009). DAP = Diâmetro à altura do peito (1,3 m).

Admitiram-se as seguintes taxas de crescimento do DAP: 1,2 cm/ano como média para espécies pioneiras; 1,3 cm/ano para secundárias e 0,9 cm/ano para espécies climácicas. Estes dados estão baseados no trabalho de CASTANHO (2009), que realizou medições de diâmetro e altura de árvores de florestas nativas plantadas em formação, com 18 e 20 anos, no município de Iracemápolis, São Paulo, em 2008. Tomaram-se, para se chegar àquelas taxas, as espécies coincidentes no manejo proposto pelo LERF e as encontradas nas florestas avaliadas por Castanho. Tais valores foram discutidos com engenheiros florestais e foram considerados pertinentes e representativos para a Microbacia do Oriçanga por pesquisadores do LERF. Admitiu-se, ainda, que no momento de corte as árvores apresentassem altura média de fuste de seis metros, e fator de forma igual a 0,7.

Além da produção de madeira apontada na Tabela 1, contabilizou-se a lenha originada durante a sua extração. Admitiu-se, segundo informação pessoal do Prof. Fernando Seixas (ESALQ/USP), que o volume de lenha retirado em cada extração de

madeira corresponde a 30% do volume desta última. Também vale esclarecer que o valor da lenha de espécies nativas foi considerado como o equivalente a 70% do valor da média da lenha de pinus e eucalipto, dado o seu poder de combustão, baseado no relato de profissionais atuantes em serrarias da região.

ANEXO 2 – DESEMBOLSOS E MARGEM BRUTA DA ATIVIDADE CITRICULTURA (TIPO 4), MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, (2007/08)

Descrição:	**IMPLANT.** Valor (R$/ha)	**ANO 2** Valor (R$/ha)	**ANO 3** Valor (R$/ha)	**ANO 4** Valor (R$/ha)	**ANO 5 A 11** Valor (R$/ha)	**ANO 12 A 18** Valor (R$/ha)
I- OPERAÇÕES MECÂNICAS						
1) Preparo do solo e calagem	326,42					
2) Calagem			11,28		4,83	2,82
3) Transporte e distribuição de mudas	35,93	4,79	2,40			
4) Irrigações de mudas	313,44					
5) Adubações de cobertura	121,24	121,24	121,24	121,24	121,24	121,24
7) Aplicação de herbicida	108,48	108,48	108,48	108,48	108,48	108,48
8) Roçagens	136,12	136,12	136,12	136,12	136,12	136,12
9) Pulverizações parte aérea	166,25	280,54	561,08	748,11	748,11	748,11
SUBTOTAL OPERAÇÕES MECÂNICAS	**1207,87**	**651,17**	**940,60**	**1113,95**	**1118,78**	**1116,77**
II- MÃO-DE-OBRA CONTRATADA						
1) Tratorista	51,96	24,64	33,50	38,58	38,79	38,70
2) Ajudante	87,07	81,19	97,75	107,70	76,16	76,08
3) Diaristas	323,31	146,29	36,57	36,57		
SUBTOTAL MÃO-DE-OBRA	**462,35**	**252,12**	**167,83**	**182,86**	**114,95**	**114,78**
III- SERVIÇOS POR EMPREITA						
1) Plantio	231,00					
2) Podas					66,12	33,06
3) Colheita			198,00	396,00	1069,20	910,80
4) Frete			66,00	132,00	356,40	303,60
SUBTOTAL SERVIÇOS	**231,00**		**264,00**	**528,00**	**1491,72**	**1247,46**
IV- INSUMOS						
1) Mudas	1917,16	91,29	45,65			
2) Adubos e corretivos	469,66	502,07	605,30	1012,93	1552,09	1032,00
3) Adubos foliares	11,90	19,83	23,66	60,54	188,74	215,70
4) Herbicidas	105,34	105,34	105,34	105,34	105,34	105,34
5) Inseticidas e acaricidas	34,37	54,98	103,49	358,14	985,60	1110,82
6) Fungicidas	1,20	7,97	36,98	49,23	193,25	211,89
7) Adjuvantes	3,56	3,56	22,20	35,70	155,86	155,86
SUBTOTAL INSUMOS	**2543,19**	**785,05**	**942,61**	**1621,87**	**3180,88**	**2831,61**
V- SEGURO MÁQUINAS						
Seguro trator	20,46	9,70	13,00	15,19	15,27	15,23
VI- ASSISTÊNCIA TÉCNICA						
2% do custo total	92,08	36,08	50,03	73,86	125,30	112,71
VII- IMPOSTOS						
FUNRURAL - 2,3% da produção			42,31	84,62	228,48	194,63
TOTAL	4556,93	1734,12	2420,38	3620,35	6275,37	5633,19
				VPL =	**R$16.915,21/ha**	
				VPLA =	**R$ 1.562,23/ha**	

FONTE: Pesquisa de campo – Painéis técnicos. NOTA: Produtividades: Ano 3 = 0,5 cx de 40,8 Kg/planta; Ano 4 = 1,0 cx de 40,8 Kg/planta; Anos 5 a 11 = 2,7 cx de 40,8 Kg/planta; Anos 12 a 18 = 2,3 cx de 40,8 Kg/planta. Preço médio indústria/mesa: R$ 11,87/cx.

ANEXO 3A – DESEMBOLSOS COM A CULTURA DO MILHO, TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, 2007/08

Descrição	**Valor (R$)**
I- OPERAÇÕES MECÂNICAS	
1) Distribuição de calcário	35,11
2) Subsolagem	24,47
3) Grade aradora	21,27
4) Grade niveladora	11,09
5) Distribuição de adubo cobertura	3,74
6) Aplicações de herbicida	12,70
7) Pulverizacões de inseticida	19,04
8) Transporte interno	41,48
SUBTOTAL OPERAÇÕES MECÂNICAS	**168,90**
II- MÃO-DE-OBRA	
1) Tratorista	17,13
2) Ajudante	15,99
SUBTOTAL MÃO-DE-OBRA	**33,12**
III- SERVIÇOS POR EMPREITA	
1) Plantio	60,00
2) Colheita	162,50
3) Frete	100,00
SUBTOTAL SERVIÇOS	**322,50**
IV- INSUMOS	
1) Sementes	252,00
2) Adubos e corretivos	1.093,43
3) Herbicidas	92,55
4) Inseticidas	67,78
SUBTOTAL INSUMOS	**1.505,76**
V- SEGURO MÁQUINAS	
Seguro trator	3,37
VI- ASSISTÊNCIA TÉCNICA	
2% do custo total	42,10
VII- IMPOSTOS	
FUNRURAL - 2,3% da produção	71,47
VIII-PÓS-COLHEITA	
recebimento, secagem, armazenagem 30 dias	122,30
TOTAL	**2.269,52**

FONTE: Pesquisa de campo – Painéis técnicos.
NOTA: Produtividade: 125 sc de 60 Kg/ha; Valor da saca de 60 Kg: R$ 24,86.

ANEXO 3B – DESEMBOLSOS COM A CULTURA DO MILHO, TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, 2007/08

Descrição:	**Valor (R$)**
I- OPERAÇÕES MECÂNICAS	
1) Aplicações de herbicida	36,16
2) Transporte interno	15,67
SUBTOTAL OPERAÇÕES MECÂNICAS	**51,83**
II- MÃO-DE-OBRA CONTRATADA	
1) Tratorista	0,00
2) Ajudante	0,00
SUBTOTAL MÃO-DE-OBRA	**0,00**
III- SERVIÇOS POR EMPREITA	
1) Preparo do solo	238,2
2) Plantio	82,00
3) Colheita	80,58
4) Frete	49,59
SUBTOTAL SERVIÇOS	**450,37**
IV- INSUMOS	
1) Sementes	109,56
2) Adubos e corretivos	710,47
3) Herbicidas	35,11
SUBTOTAL INSUMOS	**855,14**
V- SEGURO MÁQUINAS	
Seguro trator	0,64
VI- ASSISTÊNCIA TÉCNICA	
	-
VII- IMPOSTOS	
FUNRURAL - 2,3% da produção	35,44
VIII-PÓS-COLHEITA	
recebimento, secagem, armazenagem 30 dias	43,39
TOTAL	**1.436,80**

FONTE: Pesquisa de campo – Painéis técnicos.
NOTA: Produtividade: 62 sc de 60 Kg/ha; Valor da saca de 60 Kg: R$ 24,86

ANEXO 4A – RECEITAS, DESEMBOLSOS, VPL E VPLA DA RESERVA LEGAL COM APROVEITAMENTO DA MADEIRA, TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, 2007/08

	ENTRADAS						**SAÍDAS** [3]				**SALDO**
PERÍODO	**Produto**	**Quantidade Madeira** [1] **(m3)**	**Preço Médio Madeira**[2] **(R$/m3)**	**Quantidade Lenha (m3)**	**Preço Médio Lenha**[2] **(R$/m3)**	**TOTAL** (R$)	**Implantação** (R$)	**Ano 1** (R$)	**Ano 2** (R$)	**Replantio/ Manutenção/ Impostos** (R$)	**ENTRADAS - SAÍDAS** (R$)
ANO 1							2.674,38				-2.674,38
ANO 2								1.147,96			-1.147,96
ANO 3									475,93		-475,93
ANO 10	Lenha			39,43	33,9	1.336,80				1.635,37	-298,57
ANO 20	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.071,79	10.644,76
ANO 30	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.071,79	10.644,76
ANO 35	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.071,79	10.644,76
ANO 40	Madeira Final + Lenha	88,71	280,2	38,02	33,9	26.144,74				2.205,96	23.938,79
ANO 50	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.071,79	10.644,76
ANO 55	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,42				1.071,79	10.644,63
ANO 60	Madeira Final + Lenha	88,71	280,2	38,02	33,9	26.144,74				1.403,64	24.741,10
ANO 70	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.071,79	10.644,76
ANO 75	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.071,79	10.644,76
ANO 80	Madeira Final + Lenha	88,71	280,2	38,02	33,9	26.144,74				2.205,96	23.938,79
										VPL (R$/ha) =	**R$ 7.074,53**
										VPLA (R$/ha)=	**R$ 428,52**

Fontes: [1] Adaptado de PREISKORN *et al.* (2009); [2] Calculado com base em preços da madeira serrada na Grande São Paulo elaborados pelo IPT e preço da lenha em pé na região de Campinas, do Cepea, disponíveis em FLORESTAR ESTATÍSTICO (2003, 2004, 2005, 2006, 2008) e em série de lenha adquirida diretamente do Cepea para 2008 e 2009; [3] Adaptados de dados do LERF, comunicação pessoal do Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues (LERF/ESALQ/USP).

ANEXO 4B – RECEITAS, DESEMBOLSOS, VPL E VPLA DA RESERVA LEGAL COM APROVEITAMENTO DA MADEIRA, TIPO 1, MICROBACIA DO ORIÇANGA MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, 2007/08

	ENTRADAS						**SAÍDAS** [3]				**SALDO**
PERÍODO	**Produto**	**Quantidade Madeira**[1] **(m3)**	**Preço Médio Madeira**[2] **(R$/m3)**	**Quantidade Lenha (m3)**	**Preço Médio Lenha**[2] **(R$/m3)**	**TOTAL** (R$)	**Implantação** (R$)	**Ano 1** (R$)	**Ano 2** (R$)	**Replantio/ Manutenção/ Impostos** (R$)	**ENTRADAS - SAÍDAS** (R$)
ANO 1							2.813,14				-2.813,14
ANO 2								1.119,23			-1.119,23
ANO 3									475,93		-475,93
ANO 10	Lenha			39,43	33,9	1.336,66				1.718,63	-381,97
ANO 20	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.113,42	10.603,13
ANO 30	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.113,42	10.603,13
ANO 35	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.113,42	10.603,13
ANO 40	Madeira Final + Lenha	88,71	280,2	38,02	33,9	26.144,74				2.289,21	23.855,53
ANO 50	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.113,42	10.603,13
ANO 55	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.113,42	10.603,13
ANO 60	Madeira Final + Lenha	88,71	280,2	38,02	33,9	26.144,74				1.445,27	24.699,47
ANO 70	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.113,42	10.603,13
ANO 75	Madeira Média + Lenha	92,54	112,08	39,66	33,9	11.716,55				1.113,42	10.603,13
ANO 80	Madeira Final + Lenha	88,71	280,2	38,02	33,9	26.144,74				2.289,21	23.855,53
										VPL (R$/ha) =	**R$ 6.881,72**
										VPLA (R$/ha) =	**R$ 416,84**

Fontes: [1] Adaptado de PREISKORN *et al.* (2009); [2] Calculado com base em preços da madeira serrada na Grande São Paulo elaborados pelo IPT e preço da lenha em pé na região de Campinas, do Cepea, disponíveis em FLORESTAR ESTATÍSTICO (2003, 2004, 2005, 2006, 2008) e em série de lenha adquirida diretamente do Cepea para 2008 e 2009; [3] Adaptados de dados do LERF, comunicação pessoal do Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues (LERF/ESALQ/USP).

ANEXO 5 – INDICADORES ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO DE LEITE, TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, 2007/08

Especificação	**Total da Atividade Leiteira (em R$)**
1. ENTRADAS:	
Venda de Leite	19.630,14
Venda de Animais	9.622,29
TOTAL	**29.252,43**
2. DESEMBOLSOS:	
Manutenção de pastagens	645,05
Manutenção de capineira	358,17
Silagem	9.316,01
Resíduo de milho e sal	1.416,91
Medicamentos, vacinas	1.139,19
Energia e combustível	2.774,85
Impostos e taxas	451,49
Reparos de benfeitorias e máquinas	2.948,04
TOTAL	**19.049,72**
3. INDICADORES DE RESULTADOS:	
3.1. Margem bruta total (R$/Ano)	10.202,71
(R$/Mês)	850,23
3.2. Margem bruta unitária (R$/Litro)	0,31
3.3. Margem bruta/Área (R$/ha)	496,00
3.4. Margem bruta/vaca em lactação (R$/Cabeça)	680,18
3.5. Margem bruta/total de vacas (R$/Cabeça)	340,09

FONTE: Pesquisa de campo – Painéis técnicos.
NOTA: Podutividade: 6 litros/vaca/dia; Valor leite: R$0,60/litro.

ANEXO 6 – MODELOS DE PROGRAMAÇÃO

1) MODELO DE PROGRAMAÇÃO RECURSIVA DO TIPO 4, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, ANO 2006/07

MAX
0SOLOVA+0.000BAIXAAPT+0.000APP+0.000RLEXISTE+440.344RESLEG-60.000CREDRESLEG+504.751MILHO+2131.275LARAN-60.000CRELAR-60.000CREMIL-161.600LOJLAR-161.600LOJMIL-2903.688CREMAQ+0.0055TC12+0.0055TC23+0.0055TC34+0.0055TC45+0.0055TC56+0.0055TC67+0.0055TC78+0.0055TC89+0.0055TC910+0.0055TC1011+0.0055TC1112-28.019COMDO1-28.019COMDO2-28.019COMDO3-28.019COMDO4-28.019COMDO5-28.019COMDO6-28.019COMDO7-28.019COMDO8-28.019COMDO9-28.019COMDO10-28.019COMDO11-28.019COMDO12-8398.944FUNPERM
SUBJECT TO
SOLO1)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000LARAN<=80.000
SOLO2)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000MILHO+1.000LARAN<=80.000
SOLO3)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000MILHO+1.000LARAN<=80.000
SOLO4)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000MILHO+1.000LARAN<=80.000
SOLO5)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000MILHO+1.000LARAN<=80.000
SOLO6)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000MILHO+1.000LARAN<=80.000
SOLO7)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000MILHO+1.000LARAN<=80.000
SOLO8)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000MILHO+1.000LARAN<=80.000
SOLO9)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000MILHO+1.000LARAN<=80.000
SOLO10)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000MILHO+1.000LARAN<=80.000
SOLO11)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000LARAN<=80.000
SOLO12)1SOLOVA+1.000BAIXAAPT+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000LARAN<=80.000

CAIXA1)0.000RESLEG-1000.000CREDRESLEG+0.000MILHO-42.195LARAN-
1000.000CRELAR-1000.000LOJLAR-1000.000LOJMIL-
5333.333CREMAQ+1.000TC12+28.019COMDO1+699.912FUNPERM<=20000.000
CAIXA2)18.553RESLEG+109.535MILHO-631.828LARAN-
1.0055TC12+1.000TC23+28.019COMDO2+699.912FUNPERM<=0.000
CAIXA3)222.576RESLEG+1183.634MILHO-245.572LARAN-
1000.000CREMIL+1040.400LOJLAR+1040.400LOJMIL-
1.0055TC23+1.000TC34+28.019COMDO3+699.912FUNPERM<=0.000
CAIXA4)9.360RESLEG+60.102MILHO-106.870LARAN-1000.000LOJLAR-
1000.000LOJMIL-
1.0055TC34+1.000TC45+28.019COMDO4+699.912FUNPERM<=0.000
CAIXA5)12.751RESLEG+130.234MILHO-326.938LARAN-
1.0055TC45+1.000TC56+28.019COMDO5+699.912FUNPERM<=0.000
CAIXA6)3.087RESLEG+29.581MILHO-
1309.201LARAN+1040.400LOJLAR+1040.400LOJMIL-
1.0055TC56+1.000TC67+28.019COMDO6+699.912FUNPERM<=0.000
CAIXA7)20.641RESLEG+0.000MILHO-479.439LARAN-1000.000LOJLAR-
1000.000LOJMIL-
1.0055TC67+1.000TC78+28.019COMDO7+699.912FUNPERM<=0.000
CAIXA8)3.150RESLEG+0.000MILHO+312.496LARAN-
1.0055TC78+1.000TC89+28.019COMDO8+699.912FUNPERM<=0.000
CAIXA9)14.453RESLEG+0.000MILHO+493.481LARAN+1040.400LOJLAR+1040.40
0LOJMIL-1.0055TC89+1.000TC910+28.019COMDO9+699.912FUNPERM<=0.000
CAIXA10)-750.555RESLEG-2054.184MILHO+153.650LARAN-1000.000LOJLAR-
1000.000LOJMIL-
1.0055TC910+1.000TC1011+28.019COMDO10+699.912FUNPERM<=0.000
CAIXA11)1.588RESLEG+0.000MILHO-134.950LARAN-
1.0055TC1011+1.000TC1112+28.019COMDO11+699.912FUNPERM<=0.000
CAIXA12)+4.052RESLEG+1060.000CREDRESLEG+36.347MILHO+186.092LARAN
+1060.000CRELAR+1060.000CREMIL+1040.400LOJLAR+1040.400LOJMIL+8237.02
1CREMAQ-1.0055TC1112+28.019COMDO12+699.912FUNPERM<=0.000
MDO1)0.000RESLEG+0.000MILHO+0.749LARAN-1.000COMDO1-
22.883FUNPERM<=45.767
MDO2)0.271RESLEG+0.625MILHO+0.789LARAN-1.000COMDO2-
22.883FUNPERM<=45.767
MDO3)0.894RESLEG+0.504MILHO+1.028LARAN-1.000COMDO3-
22.883FUNPERM<=45.767
MDO4)0.080RESLEG+0.040MILHO+1.369LARAN-1.000COMDO4-
22.883FUNPERM<=45.767
MDO5)0.083RESLEG+0.575MILHO+1.392LARAN-1.000COMDO5-
22.883FUNPERM<=45.767

MDO6)0.083RESLEG+0.067MILHO+0.752LARAN-1.000COMDO6-
22.883FUNPERM<=45.767
MDO7)0.185RESLEG+0.000MILHO+1.363LARAN-1.000COMDO7-
22.883FUNPERM<=45.767
MDO8)0.000RESLEG+0.000MILHO+1.165LARAN-1.000COMDO8-
22.883FUNPERM<=45.767
MDO9)0.167RESLEG+0.000MILHO+1.372LARAN-1.000COMDO9-
22.883FUNPERM<=45.767
MDO10)0.060RESLEG+0.000MILHO+1.002LARAN-1.000COMDO10-
22.883FUNPERM<=45.767
MDO11)0.042RESLEG+0.000MILHO+0.752LARAN-1.000COMDO11-
22.883FUNPERM<=45.767
MDO12)0.060RESLEG+0.000MILHO+1.165LARAN-1.000COMDO12-
22.883FUNPERM<=45.767
MAQ1)0.000RESLEG+0.000MILHO+1.481LARAN<=441.667
MAQ2)2.167RESLEG+3.500MILHO+1.906LARAN<=450.833
MAQ3)3.731RESLEG+1.767MILHO+2.758LARAN<=382.500
MAQ4)0.167RESLEG+0.160MILHO+3.149LARAN<=337.500
MAQ5)0.667RESLEG+1.800MILHO+5.157LARAN<=343.000
MAQ6)0.000RESLEG+0.267MILHO+1.504LARAN<=222.727
MAQ7)1.000RESLEG+0.000MILHO+3.134LARAN<=209.167
MAQ8)0.000RESLEG+0.000MILHO+3.157LARAN<=234.167
MAQ9)0.667RESLEG+0.000MILHO+3.157LARAN<=264.667
MAQ10)0.000RESLEG+0.000MILHO+3.504LARAN<=373.333
MAQ11)0.000RESLEG+0.000MILHO+1.504LARAN<=384.167
MAQ12)0.000RESLEG+0.000MILHO+3.157LARAN<=405.000
CONTRATAFUNCPERMANENTE)1.000FUNPERM=2.000
RESTRICAOCREDOFICIALLARANJA)-1.000LARAN+1.000CRELAR<=0.000
RESTRICAOCREDOFICIALMILHO)-1.000MILHO+1.000CREMIL<=0.000
RESTRICAOCREDOFICIALRL)-1.000RESLEG+1.000CREDRESLEG<=0.000
LIMITECREDCUSTEIOLARANJA)1000.000CRELAR<=300000.000
LIMITECREDCUSTEIOMILHO)1000.000CREMIL<=450000.000
LIMITECREDRL)1000.000CREDRESLEG<=300000.000
RESTRICAOCREOFICIALMAQ)1.000CREMAQ=1.000
RESTRICAOLOJAMILHO)-1MILHO+LOJMIL<=0
RESTRICAOLOJALARANJA)-1LARAN+LOJLAR<=0
AREAAPP)1.000APP>=4.128
RLJAEXISTENTE)1.000RLEXISTE =5.640
RESTRICAORESERVALEGAL) 1.000RESLEG=9.704
AREABAIXAAPTIDAOCLASSES6E7)1.000BAIXAAPT=0.656
RESTSOLOVA)1.000SOLOVA =0.392
REDUCAOLARANJA)1.000LARAN>=52.613

AUMENTOLARANJA)1.000LARAN<=55.910
REDUCAOMILHO)1.000MILHO>=3.984
AUMENTOMILHO)1.000MILHO<=5.372

2) MODELO DE PROGRAMAÇÃO RECURSIVA DO TIPO 1, MICROBACIA DO RIO ORIÇANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, ANO 2006/07

MAX
0.000APP+0.000RLEXISTE+421.913RESLEG-
30.000CREDRESLEG+0.000BAIXAAPT-58.478MILHO-46.235BRACHI-
258.899ELEFAN-1389.727SILAG-20.291UNIVACA+474.356VENDLEI-
30.000CRELEI-30.000CREMIL-82.432LOJMIL-
2675.870CREMAQ+0.005TC12+0.005TC23+0.005TC34+0.005TC45+0.005TC56+0.00
5TC67+0.005TC78+0.005TC89+0.005TC910+0.005TC1011+0.005TC1112-
28.019COMDO1-28.019COMDO2-28.019COMDO3-28.019COMDO4-
28.019COMDO5-28.019COMDO6-28.019COMDO7-28.019COMDO8-
28.019COMDO9-28.019COMDO10-28.019COMDO11-28.019COMDO12

SUBJECT TO
SOLO1)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+1.
000MILHO+1.000BRACHI+1.000ELEFAN<=24.200
SOLO2)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+1.
000MILHO+1.000BRACHI+1.000ELEFAN<=24.200
SOLO3)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+1.
000MILHO+1.000BRACHI+1.000ELEFAN+1.000SILAG<=24.200
SOLO4)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+1.
000MILHO+1.000BRACHI+1.000ELEFAN+1.000SILAG<=24.200
SOLO5)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+1.
000MILHO+1.000BRACHI+1.000ELEFAN+1.000SILAG<=24.200
SOLO6)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+1.
000MILHO+1.000BRACHI+1.000ELEFAN+1.000SILAG<=24.200
SOLO7)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+1.
000MILHO+1.000BRACHI+1.000ELEFAN+1.000SILAG<=24.200
SOLO8)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+1.
000MILHO+1.000BRACHI+1.000ELEFAN+1.000SILAG<=24.200
SOLO9)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+1.
000MILHO+1.000BRACHI+1.000ELEFAN<=24.200
SOLO10)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+
1.000BRACHI+1.000ELEFAN<=24.200

SOLO11)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+
1.000BRACHI+1.000ELEFAN<=24.200
SOLO12)1SOLOVA+1.000APP+1.000RLEXISTE+1.000RESLEG+1.000BAIXAAPT+
1.000BRACHI+1.000ELEFAN<=24.200
CAIXA1)0.000RESLEG-
1000.000CREDRESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+
27.889UNIVACA-39.530VENDLEI-1000.000CRELEI-1000.000CREMIL-
2800.000CREMAQ+1.000TC12+28.019COMDO1<=1000.000
CAIXA2)27.396RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+
27.889UNIVACA-39.530VENDLEI-1.005TC12+1.000TC23+28.019COMDO2<=0.000
CAIXA3)231.398RESLEG+710.807MILHO+25.183BRACHI+0.000ELEFAN+710.807
SILAG+23.225UNIVACA-39.530VENDLEI-1000.000LOJMIL-
1.005TC23+1.000TC34+28.019COMDO3<=0.000
CAIXA4)10.219RESLEG+383.530MILHO+0.000BRACHI+96.805ELEFAN+368.777SI
LAG+23.225UNIVACA-39.530VENDLEI-
1.005TC34+1.000TC45+28.019COMDO4<=0.000
CAIXA5)12.751RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+
23.225UNIVACA-39.530VENDLEI-1.005TC45+1.000TC56+28.019COMDO5<=0.000
CAIXA6)3.087RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+162.094ELEFAN+0.000SILAG
+23.225UNIVACA-39.530VENDLEI-
1.005TC56+1.000TC67+28.019COMDO6<=0.000
CAIXA7)20.328RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+
23.225UNIVACA-39.530VENDLEI+1082.432LOJMIL-
1.005TC67+1.000TC78+28.019COMDO7<=0.000
CAIXA8)3.150RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+310.143SILAG
+23.225UNIVACA-39.530VENDLEI-
1.005TC78+1.000TC89+28.019COMDO8<=0.000
CAIXA9)14.453RESLEG-
1035.860MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+23.225UNIVACA-
39.530VENDLEI-1.005TC89+1.000TC910+28.019COMDO9<=0.000
CAIXA10)-
750.555RESLEG+0.000MILHO+21.051BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+23.225
UNIVACA-39.530VENDLEI-1.005TC910+1.000TC1011+28.019COMDO10<=0.000
CAIXA11)1.588RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG-
249.178UNIVACA-39.530VENDLEI-
1.005TC1011+1.000TC1112+28.019COMDO11<=0.000
CAIXA12)4.270RESLEG+1030.000CREDRESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.0
00ELEFAN+0.000SILAG+27.889UNIVACA-
39.530VENDLEI+1030.000CRELEI+1030.000CREMIL+5475.870CREMAQ-
1.005TC1112+28.019COMDO12<=0.000
MDO1)0.000RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.2
92UNIVACA-1.000COMDO1<=38.188

MDO2)0.271RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.2
92UNIVACA-1.000COMDO2<=38.188
MDO3)0.250RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.2
50UNIVACA-1.000COMDO3<=38.188
MDO4)0.073RESLEG+0.413MILHO+0.000BRACHI+1.157ELEFAN+0.207SILAG+1.2
92UNIVACA-1.000COMDO4<=38.188
MDO5)0.083RESLEG+1.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+1.000SILAG+1.2
50UNIVACA-1.000COMDO5<=38.188
MDO6)0.083RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.2
92UNIVACA-1.000COMDO6<=38.188
MDO7)0.167RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.2
92UNIVACA-1.000COMDO7<=38.188
MDO8)0.000RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.1
67UNIVACA-1.000COMDO8<=38.188
MDO9)0.167RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.2
92UNIVACA-1.000COMDO9<=38.188
MDO10)0.042RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.
250UNIVACA-1.000COMDO10<=38.188
MDO11)0.042RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.
292UNIVACA-1.000COMDO11<=38.188
MDO12)0.042RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.
250UNIVACA-1.000COMDO12<=38.188
MAQ1)0.000RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.0
33UNIVACA<=176.667
MAQ2)0.667RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.0
33UNIVACA<=180.333
MAQ3)1.333RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.0
00UNIVACA<=153.000
MAQ4)0.250RESLEG+1.653MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+1.653SILAG+1.0
33UNIVACA<=135.000
MAQ5)0.667RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.0
00UNIVACA<=98.000
MAQ6)0.000RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.0
33UNIVACA<=89.091
MAQ7)1.000RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.0
33UNIVACA<=83.667
MAQ8)0.000RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+0.9
33UNIVACA<=93.667
MAQ9)0.667RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.0
33UNIVACA<=132.333
MAQ10)0.000RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.
000UNIVACA<=149.333

MAQ11)0.000RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.033UNIVACA<=153.667
MAQ12)0.000RESLEG+0.000MILHO+0.000BRACHI+0.000ELEFAN+0.000SILAG+1.000UNIVACA<=162.000
VENDALEITE)-1095.000UNIVACA+1000.000VENDLEI<=0.000
FORRAGEMVERAO) -5200.000BRACHI-6300.000ELEFAN+0.000SILAG+2484.281UNIVACA<=0.000
FORRAGEMINVERNO) -1300.000BRACHI-11700.000ELEFAN-7500.000SILAG+2484.281UNIVACA<=0.000
SILAGEMRESTRITIVA) -1.000SILAG+0.196UNIVACA<=0.000
BRACHIARIARESTRITIVA)-1.000BRACHI+0.344UNIVACA<=0.000
ELEFANTERESTRITIVO)-1.000ELEFAN+0.025UNIVACA<=0.000
RESTRICAOCREDITOLEITEFORRAGEM)-1.000UNIVACA+1.000CRELEI<=0.000
RESTRICAOCREDITOMILHO)-1.000MILHO+1.000CREMIL<=0.000
LIMITEGLOBALCREDITOPRONAF)1000.000CRELEI+1000.000CREMAN+1000.000CREMIL<=10000.000
LIMITECREDITORESLEG)1000CREDRESLEG<=10000
RESTRICAOCREDITOMAQUINAS)1.000CREMAQ=1.000
RESTRICAOCREDOFICIALRL)-1.000RESLEG+1.000CREDRESLEG<=0.000
AREAAPP)1.000APP=1.621
RLJAEXISTENTE)1.000RLEXISTE=1.549
RESTRICAORESERVALEGAL)1.000RESLEG=1.385
RESTRICAOBAIXAAPTIDAO)1.000BAIXAAPT=0.759
RESTRICAOSOLOVAPARAAPP)1SOLOVA=0.736
REDUCAOVACAS)1.000UNIVACA>=23.902
AUMENTOVACAS)1.000UNIVACA<=27.540
REDUCAOMILHOGRAO)1.000MILHO>=1.786
AUMENTOMILHOGRAO)1.000MILHO<=2.394