



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

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

Maria do Carmo Ramos Fasiaben¹

Ademar Ribeiro Romeiro²

Fernando Curi Peres³

Alexandre Gori Maia^{4,5}

Resumo: Este trabalho avalia o impacto econômico da reserva legal sobre a margem bruta de diferentes tipos de unidade de produção agropecuária (UPA) da Microbacia do Rio Orizanga – São Paulo. A partir de uma tipologia das UPAs elaborada para a região, escolheram-se dois tipos para detalhamento do estudo: os pequenos produtores de baixa tecnologia e os citricultores. A modelagem de suas estruturas produtivas foi realizada por meio do método de programação recursiva, abarcando o período de 2002/03 a 2008/09. Os sistemas atuais dos dois tipos de UPAs foram confrontados com dois cenários de compensação do déficit de reserva legal, através da realocação de áreas produtivas no interior da própria unidade: I) procedendo-se à recuperação da vegetação natural nestas áreas por meio do plantio de espécies nativas, com vistas ao manejo sustentável para exploração de madeira; II) deixando que aí se desse o crescimento da vegetação espontânea, sem nenhum tipo de manejo ou exploração. Os resultados evidenciam a importância de políticas que permitam

¹ Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária (EMBRAPA/CNPTIA). E-mail: mariaramos@cnptia.embrapa.br

² Professor do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE/ UNICAMP). E-mail: ademar@eco.unicamp.br

³ Professor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). E-mail: fcperes@esalq.usp.br

⁴ Professor do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE/ UNICAMP). E-mail: gori@eco.unicamp.br

⁵ Os autores agradecem ao Professor Ricardo Ribeiro Rodrigues (LERF/ESALQ/USP) e a Guilherme Gurian Castanho, pela cessão dos dados de produção que permitiram estimar os resultados econômicos do manejo da reserva legal com espécies nativas para exploração de madeira.

uma distribuição mais equitativa dos custos da conservação ambiental entre toda a sociedade, bem como a importância de ajustes locais das reservas legais, na busca de um melhor equilíbrio entre a conservação da biodiversidade e o custo de oportunidade das terras.

Palavras-chave: Reserva legal florestal, Código Florestal, Restauração florestal, Avaliação de impactos econômicos, Tipologia de produtores.

Abstract: *This paper aims to analyze the economic impact of the legal reserve on the gross margin of different types of farms located in the watershed of the Orizanga River – in São Paulo state, Brazil. In order to reach such purpose, a typology of farmers was elaborated for the watershed. Two farmer types were selected for a detailed study: small farmers with low technology and citrus producers. The productive structure of both types was modeled through the recursive programming method, comprising the period between 2002/03 and 2008/09. The current farm system adopted by each type was confronted with two scenarios for legal reserve compensation: I) through the reallocation of productive areas within the farms and sustainable management of natural vegetation recovery in order to explore the production of timber; II) through the spontaneous growth of natural vegetation. Results highlight the importance of policies aimed to obtain a more equitable distribution of environmental conservation costs in the society, as well as the importance of locational adjustments of the legal reserves, in order to reach a better equilibrium between the preservation of biodiversity and the opportunity cost of land.*

Key-words: Legal forested reserve, Forest Code, Forest restoration, Economic evaluation, Farmer's typology.

Classificação JEL: Q24, Q28, R52.

1. Introdução

Reconhecendo os serviços ecossistêmicos prestados pelas florestas e outras formas de vegetação nativa, a legislação florestal brasileira determina a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) – onde não se admite uso antrópico – e a manutenção, em todas as propriedades rurais, de áreas como Reserva Legal (RL) com espécies nativas – onde se permite exploração sustentável.

A Medida Provisória (MP) nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, que altera a Lei 4.771/65 (Código Florestal), 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).

Para responder, em especial, ao cumprimento das funções ecossistêmicas, a MP 2.166-67 passou a exigir a manutenção, em todas as propriedades rurais, de áreas a título de reserva legal, excluídas as APPs, 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. Em algumas situações, admite-se o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de RL. As seguintes alternativas podem ser adotadas, isoladas ou conjuntamente:

1. Recompôr a RL na propriedade, mediante o plantio de espécies nativas;
2. Conduzir a regeneração da vegetação natural da RL;
3. Compensar a RL fora da propriedade, desde que no mesmo ecossistema e na mesma microbacia hidrográfica (BRASIL, 2001).

O cerne dos questionamentos em relação à RL 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 toda sociedade, inclusive ultrapassando as fronteiras nacionais. A discussão também gira em torno do impacto diferenciado que a reserva legal acarretaria aos distintos tipos de produtores, considerando-se que seriam os pequenos proprietários – aqueles com menor disponibilidade de terras – os mais afetados.

Para contribuir com esse debate, este trabalho avalia o impacto econômico da reserva legal sobre a margem bruta de diferentes tipos de unidade de produção agropecuária (UPA), considerando as disposições da MP 2.166-67/2001. As análises baseiam-se em resultados obtidos para UPAs localizadas no espaço rural da Microbacia Hidrográfica do Rio Orizanga, parte da Bacia dos Rios Mogi Guaçu e Pardo, estado de São Paulo. A partir da tipologia de UPAs da Microbacia do Orizanga (FASIABEN *et al.*, 2010), foram selecionados dois tipos que permitiram estabelecer comparações úteis sobre o impacto econômico diferenciado da legislação de RL. Para ambos, a RL é analisada tanto como área sem uso econômico na propriedade, quanto uma possível atividade econômica a ser desenvolvida pelos produtores dentro da unidade produtiva, com fins de exploração de madeira, segundo manejo sustentável permitido por lei. A análise comparativa dos impactos econômicos da RL sobre os dois tipos de unidade de produção se faz com base no método de programação recursiva.

2. Justificativa do estudo

2.1. O impacto econômico da reserva legal

Na atualidade, 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. São ainda poucos, entretanto, os estudos que se propõem a avaliar os impactos econômicos da RL no Brasil, especialmente no âmbito das suas implicações sobre as unidades de produção agropecuária. Mais escassos ainda são estudos que prevejam o uso econômico da reserva legal na avaliação do seu impacto.

Os trabalhos de Gonçalves e Castanho Filho (2006) e Castanho Filho (2008a) quantificam os impactos da reserva legal sobre a margem bruta agregada e o emprego, no contexto do estado de São Paulo. Segundo Gonçalves e Castanho Filho (2006), a área a ser objeto de recomposição para fins da reserva legal no estado equivaleria à área paulista ocupada pela cana-de-açúcar para indústria (3,7 milhões de hectares). Com isso, a área ambiental total nas propriedades rurais paulistas, após o cumprimento da legislação, atingiria 6,8 milhões de hectares – quando somado esse déficit às áreas então ocupadas com vegetação natural. Admitindo um valor médio da produção por unidade de área na agropecuária paulista de R\$ 1.500,00 por hectare, 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, 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. No tocante ao pessoal ocupado, com a redução de 3,7 milhões de hectares e mantida a mesma proporção média de pessoal por unidade de área havida em 2005, os autores estimam que 136,1 mil pessoas perderiam ocupação na agropecuária, o que representa 19,6% do pessoal ocupado, exclusive proprietários.

Devido às diferenças na composição das atividades agropecuárias e das rendas brutas entre as atividades, os impactos seriam diferenciados entre as economias municipais. Por exemplo, Gonçalves *et al.* (2008a) destacam que o impacto da RL sobre as receitas tributárias seria maior nos municípios de menor desenvolvimento socioeconômico, corroborando um processo de aprofundamento das desigualdades intermunicipais. Segundo Gonçalves *et al.* (2008b), os impactos seriam mais pronunciados nos espaços de uso mais intensivo do solo. Assim, a especialização regional e as consequentes diferenciações de uso do solo deveriam ser consideradas, evitando-se impor uma norma genérica de recomposição para espaços territoriais distintos.

Em um estudo específico para a porção paulista da Bacia dos Rios Mogi Guaçu e Pardo, onde está localizada a Microbacia do Rio Oriçanga, Romeiro e

Garcia (2008) estimaram o custo de oportunidade para incorporação da reserva legal na área de uso agrícola. 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 (443,4 mil hectares). A estimativa não abarca os custos de implantação e/ou recuperação da vegetação natural, nem de sua manutenção, bem como não se faz menção a possíveis retornos advindos da exploração econômica da reserva legal. 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.

Brançalion & Rodrigues (2010), por sua vez, analisaram as implicações do cumprimento do Código Florestal vigente na produção canavieira do estado de São Paulo. Seus resultados indicam um déficit de 6,4% de áreas para atingir os 20% necessários ao cumprimento da Reserva Legal. Com base nesses números, os autores ressaltam que não seria necessário, hoje, eliminar a necessidade de RL para propriedades rurais com menos de quatro módulos rurais, conforme proposto para alteração do Código Florestal, ou descontar esses quatro módulos sem RL de propriedades maiores, para que as atuais unidades de produção canavieira possam se regularizar ambientalmente sem prejuízos à produção. Destacam que a legislação atual admite a possibilidade de compensação desse déficit de RL fora da matrícula do imóvel, em áreas de menor aptidão agrícola, o que não restringiria as áreas para produção canavieira. Enfatizam, ainda, que a regularização ambiental das unidades de produção canavieira pode possibilitar a certificação ambiental, com quebra de barreiras e uma possível abertura de novos mercados internacionais para o açúcar e álcool, compensando financeiramente a potencial perda de áreas de produção.

No âmbito das implicações sobre as unidades de produção agropecuária, Carneiro (2005) estudou os impactos socioeconômicos da implantação da reserva legal em quatro propriedades rurais familiares representativas de sistemas de produção de grãos na região de Londrina (PR). O autor construiu fluxos de caixa dessas propriedades, empregando dados colhidos em acompanhamentos pelo período de cinco anos. Simulações foram feitas para a situação sem a implantação da reserva legal e outras três opções distintas de cumprimento do dispositivo legal:

1. Opção 1, com a implantação da reserva legal, utilizando espécies nativas, sem gerar rendimento econômico;
2. Opção 2, com a implantação da reserva legal, utilizando-se 20% de espécies nativas e 80% de eucalipto, com a previsão de receitas advindas da produção de lenha e de madeira serrada dessa última espécie ⁶;

⁶ Segundo Carneiro (2005), a Opção 2 era objeto de estudo, à época, do Instituto Ambiental do Paraná. Vale ressaltar, entretanto, que a MP 2.166-67 admite o plantio temporário de espécies exóticas como pioneiras na recomposição da RL, desde que

3. Opção 3, com a aquisição de uma nova área para ceder à reserva legal, localizada em área não mecanizável e que já estivesse coberta de mata.

Segundo o autor, todas as situações apresentariam Valores Presentes Líquidos (VPLs) positivos, embora com algumas importantes diferenciações:

- com a Opção 1, dar-se-ia o maior impacto negativo na renda dos produtores rurais, que perderiam, em média, cerca de 23% do VPL médio das propriedades;
- com a Opção 2, a redução média seria de aproximadamente 18% no VPL médio das propriedades;
- com a Opção 3, constatou-se a menor redução no resultado do VPL médio das propriedades, em torno de 12%. O autor esclarece que essa queda de renda não seria suficiente para inviabilizar economicamente as quatro propriedades rurais analisadas, ou seja, os sistemas de produção analisados continuariam apresentando VPL positivos.

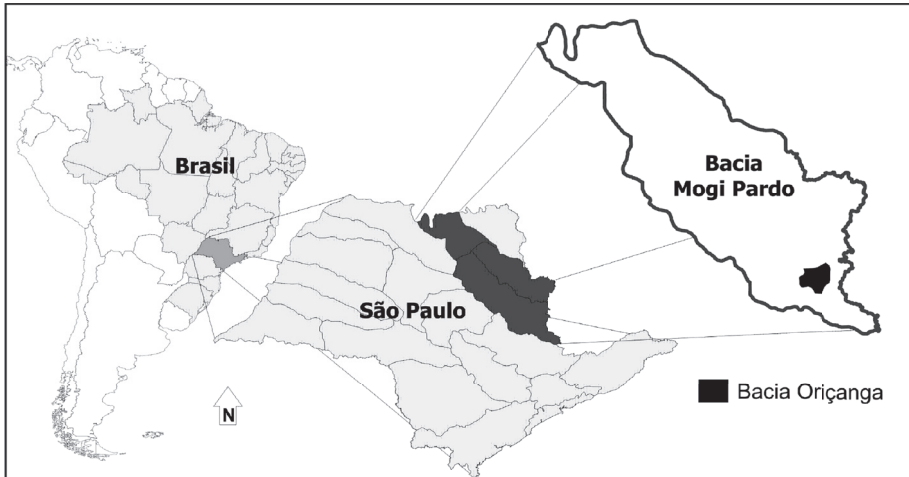
O presente trabalho pretende ajudar a cobrir uma lacuna na literatura ao incluir na análise econômica dos impactos da reserva legal uma alternativa de manejo sustentável. Baseado em resultados de pesquisa do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF), da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), da Universidade de São Paulo (USP), o estudo considera o manejo sustentável para a produção de madeira de espécies nativas na forma permitida pela legislação. Embora se trate de um exercício de mensuração do impacto da recomposição da reserva legal no âmbito local, analisando seu efeito sobre unidades de produção agropecuária de uma microbacia hidrográfica, seus resultados se acrescem àqueles oriundos de estudos realizados em espaços territoriais mais amplos, contribuindo no balizamento de políticas públicas.

2.2. A importância da área de estudo e a escolha de UPAs representativas

A Microbacia Hidrográfica do Rio Orizanga ocupa uma área de 51.828 ha e está localizada na Bacia dos Rios Mogi Guaçu e Pardo, no estado de São Paulo (Figura 1). Engloba porções dos municípios de Mogi Guaçu e Espírito Santo do Pinhal, e inclui todo o município de Estiva Gerbi.

seguidos critérios técnicos estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). Já para a pequena propriedade, as espécies exóticas são permitidas em cultivo intercalar ou em consórcio com espécies nativas (BRASIL, 2001). No caso do estado de São Paulo, a Lei Estadual nº 12.927 (SÃO PAULO, 2008) e o Decreto Estadual nº 53.939 (São Paulo, 2009) regulamentam critérios técnicos para a recomposição da reserva legal.

Figura 1. Localização das Bacias do Rio Mogi Guaçu e Pardo e do Rio Orizanga, estado de São Paulo.



Fonte: Romeiro (2008).

A escolha da Microbacia do Orizanga se deu por sua importância agrícola para o estado de São Paulo e pelo fato de aí se praticar uma agricultura bastante diversificada, além de ser notória a diferenciação da estrutura de recursos de suas unidades de produção agropecuária.

As áreas cultivadas com diferentes culturas nos municípios de Mogi Guaçu, Estiva Gerbi e Espírito Santo do Pinhal são apresentadas na Tabela 1. Ressalta-se a importância da área ocupada pela laranja, pastagens, cana-de-açúcar, eucalipto, café e milho, cuja soma representa entre 92 e 93% da área total cultivada de cada município.

Fasiaben *et al.* (2010) propõem uma tipologia de UPAs para a Microbacia do Orizanga, baseando-se em informações do Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do estado de São Paulo (Lupa), realizado em 2007/08 pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo (SAA), por meio do Instituto de Economia Agrícola (IEA) e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (Cati) (TORRES *et al.*, 2009). Dos oito tipos identificados, no presente trabalho foram escolhidos dois para analisar o impacto da reserva legal: o “pequeno produtor pouco tecnificado” e o “citricultor”. O primeiro tipo foi eleito por sua importância em termos da frequência de produtores, o qual representa perto de 45% do total das UPAs da microbacia, embora ocupe apenas 18% da área. Já a escolha do “citricultor” se baseou na importância da citricultura na área de estudo, que é evidenciada por meio dos dados do Lupa. No município de Mogi Guaçu, a área cultivada com laranja representava o principal uso do solo em 2007/2008, com 17.581 ha (cerca

de 32% do total da área cultivada do município) e em Estiva Gerbi, a laranja ocupava 1.350 ha, cerca da quarta parte da área cultivada municipal (TORRES *et al.*, 2009).

Tabela 1. . Área cultivada segundo tipo de cultura agropecuária – Municípios de Mogi Guaçu, Estiva Gerbi e Espírito Santo do Pinhal, estado de São Paulo, 2007/08.

| Cultura | Mogi Guaçu | | Estiva Gerbi | | Esp. Santo do Pinhal | |
|-------------------------------------|------------|---------------|--------------|--------------|----------------------|---------------|
| | N. de UPAs | Área (ha) | N. de UPAs | Área (ha) | N. de UPAs | Área (ha) |
| Laranja | 182 | 17.581 | 22 | 1.350 | 10 | 267 |
| Cana-de-açúcar | 128 | 10.891 | 12 | 1.435 | 37 | 3.895 |
| Eucalipto | 36 | 10.310 | 1 | 236 | 148 | 2.449 |
| Pastagens | 478 | 7.530 | 107 | 1.178 | 671 | 13.456 |
| Café | 33 | 533 | – | – | 503 | 7.323 |
| Milho | 243 | 4.625 | 43 | 777 | 128 | 1.900 |
| Pinus | 1 | 1.750 | – | – | – | – |
| Outras frutas cítricas | 47 | 814 | 5 | 147 | 7 | 98 |
| Mandioca | 47 | 472 | 9 | 141 | 2 | 5 |
| Tomate envarado | 20 | 189 | – | – | – | – |
| Outras olerícolas | 80 | 338 | 14 | 25 | 35 | 49 |
| Culturas anuais | 27 | 456 | 5 | 34 | 9 | 6 |
| Outras frutas | 25 | 170 | 5 | 21 | 49 | 57 |
| Área cultivada total ⁽¹⁾ | | 55.739 | | 5.345 | | 29.515 |

(1) Corresponde à soma das áreas com culturas perenes, temporárias, pastagens e reflorestamento.

Fonte: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, CATI/IEA, Projeto Lupa (TORRES *et al.*, 2009).

2.3. O uso da programação recursiva

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 PL é considerada um instrumento eficiente na análise econômica e na administração rural, embora se reconheçam as limitações da PL tradicional, como a sua neutralidade em relação ao risco e à não linearidade dos processos

produtivos (PERES, 1976; CONTINI *et al.*, 1984; DOSSA, 1994; AMBRÓSIO, 1997; RODRIGUES, 2002).

Day (1963) demonstra que, em modelos de produção agropecuária, 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. Assim, Day (1963) propõe o sistema de programação recursiva, apoiando-se em modelo dinâmico anteriormente elaborado por Henderson (1959) 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 por meio das equações recursivas. Por meio 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. Permite ajustamentos período a período e, inclusive, reverter expectativas, o que se aproxima melhor ao processo de tomada de decisão.

Para dar conta de incorporar os processos de mudanças pelos quais passa a agricultura, os modelos devem simular alterações na organização da exploração, permitindo a reconsideração de decisões estratégicas. Devem, assim, possuir elementos dinâmicos, de modo a permitir a interligação temporal das decisões. Diversos estudos descrevem a eficácia dos MPRs para, 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 o MPR para reproduzir o padrão de crescimento da produção agrícola na Divisão Regional Agrícola de Campinas, no período de 1970/72 a 1976/77. Pinazza (1978) derivou, através do MPR, curvas de demanda por crédito, cujos resultados permitiram identificar fatores que afetam essa demanda e sugerir formas de aprimorar as políticas creditícias. Oliveira, Curi e 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. Nesse trabalho, o problema consistiu na análise de diferentes culturas e sistemas de irrigação e equipamentos, sob diversos cenários climáticos, visando maximização do lucro e manutenção da sustentabilidade hídrica do sistema. Pinheiro (2001) aplicou modelagem matemática com uso da técnica recursiva na simulação do mercado da terra de regadio na região Oeste de Portugal. O objetivo do trabalho era criar um instrumento que possibilitasse estudar o ajuste estrutural das explorações agrícolas da região frente às importantes mudanças

econômicas, técnicas e institucionais ocorridas na União Europeia na década de 1990, além de detectar a influência dessas alterações no âmbito do mercado regional de arrendamento de terras. Rodrigues (2002) construiu um modelo de programação linear com a técnica recursiva para o planejamento estratégico de propriedades leiteiras.

Neste estudo, avalia-se a pertinência do MPR para conhecer as consequências econômicas da implementação da legislação ambiental em diferentes tipos de produtores.

3. Material e métodos

3.1. Método de Programação Recursiva

O esquema básico desse tipo de modelo matemático é apresentado a seguir. Formalmente, o MPR pode ser expresso por (DAY, 1963):

Maximizar

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

Sujeito a

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) \quad \text{e} \quad x_j(t) \geq 0 \quad (2)$$

com

$$x_j(t) = f_j[x_j^*(t-1), b_i(t-1), c_i(t)] \quad (3)$$

em que $t = 0, 1, \dots, \theta$; $j = 1, \dots, n$; $i = 1, \dots, m$.

A equação (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.

A matriz de coeficientes $a_{ij}(t)$, de dimensão $m \times n$, representa a estrutura técnica e institucional da exploração. Assim, a primeira das inequações descrita

em (2) restringe 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 exploração (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 está incluída a série de restrições relacionadas à questão ambiental, como as obrigações legais de recomposição e manutenção de áreas de RL e de Áreas de Preservação Permanente (APP).

A segunda inequação em (2) indica que as atividades não podem ser negativas, sendo que, no máximo, não figurarão na solução ótima.

Enfim, a relação (3) 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. 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.

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

$$x_j(t) \leq \overline{b_i(t)} \quad (4)$$

e

$$x_j(t) \geq \underline{b_i(t)} \quad (5)$$

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

Ou, expresso de outra forma:

$$x_j(t) \geq (1 - \beta)x_j^*(t - 1) \quad (6)$$

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

$$x_j(t) \leq (1 + \alpha)x_j^*(t - 1) \quad (7)$$

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:

1. Método das taxas médias;
2. Estimativa dos mínimos quadrados;
3. Método dos pontos selecionados.

Neste trabalho empregou-se a técnica dos mínimos quadrados, segundo a qual os limites superior (γ_1) e inferior (γ_2) dos coeficientes de flexibilidade são estimados a partir das equações (8) e (9):

$$x_j(t) = \gamma_1 x_j(t-1) \quad \text{em que} \quad x_j(t) \geq x_j(t-1) \quad (8)$$

e

$$x_j(t) = \gamma_2 x_j(t-1) \quad \text{em que} \quad x_j(t) \leq x_j(t-1) \quad (9)$$

Em outras palavras, reuniram-se os pontos acima (equação 8) e abaixo (equação 9) de uma reta de 45° no plano “área em t ” versus “área em $t-1$ ”. A estimativa γ_1 fornece indiretamente α (proporção de variação para cima), sendo $\alpha = \gamma_1 - 1$, e de γ_2 se obtém β (proporção 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.

3.3. Bases de dados

Os modelos recursivos foram construídos para o período compreendido entre os anos agrícolas 2002/03 e 2008/09.

A modelagem dos sistemas de produção típicos baseou-se em informações provenientes de painéis técnicos realizados com informantes regionais qualificados. 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 RL apresentado neste trabalho foi aquele elaborado pelo LERF e descrito por Preiskorn *et al.* (2009). Os coeficientes técnicos referentes aos custos de implantação e manutenção da RL foram obtidos junto à equipe do LERF e adaptados à infraestrutura (notadamente máquinas e implementos agrícolas) e à mão de obra disponíveis nos sistemas de produção típicos aqui analisados. 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 laranja, empregou-se o número de pés, obtido junto ao banco de dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA) referente ao estado de São Paulo.

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 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. Os dados relativos a preços da madeira nativa foram transformados ao equivalente a madeira em pé na propriedade (ver item 3.5.), 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), da 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 de 2002 a 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).

Quando 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 exponencial dos preços recebidos pelos produtos e/ou dos preços pagos pelos produtores por insumos e serviços. Já nos casos em que não se dispunham de 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 de cada ano –, 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 Agrônomo 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).

3.4. Levantamento de campo e informações coletadas

Empregou-se a técnica de painel para a coleta dos coeficientes técnicos dos sistemas de produção praticados na área de estudo. Foram realizados 10 painéis técnicos na área com o objetivo de cobrir a diversidade socioeconômica, produtiva, tecnológica e ambiental da região, expressa nos diferentes tipos de sistemas de produção encontrados. 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.

Cada painel técnico começou pelo processo de validação da tipologia, procedendo-se, em seguida, à coleta das informações dos sistemas de produção típicos, considerando suas restrições e potencialidades de diferentes naturezas. Numa primeira abordagem, mais geral, conheceram-se as formas de exploração, as tecnologias utilizadas e a representatividade dos sistemas de produção típicos. 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 (STOCK *et al.*, 2008).

Após a caracterização geral de cada sistema típico (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 nele 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, produtividade alcançada etc. É a base para o cálculo dos custos e benefícios de cada atividade agrícola. Também foram levantados os custos de arrendamento da terra e os custos financeiros, estes com o objetivo de determinar o custo do agricultor com a tomada de financiamentos, conforme Osaki, Alves e Souza (2006). O painel se prestou, ademais, para se ter um levantamento da infraestrutura regional de bens e serviços.

3.5. 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; SOBRAL *et al.*, 2002; PEREZ e BACHA, 2007; MACHADO, 2000). Para contornar a ausência de informações, neste trabalho o valor da madeira em pé na propriedade 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:

- imposto pago pelo produtor de 2,3% sobre o produto comercializado;
- custo de R\$ 40,00/m³ de tora para corte e carregamento na área sob manejo da RL, onde se admite o limite de exploração de 25% do total de indivíduos;
- custo de transporte da tora equivalente a R\$ 0,30/m³/km, da propriedade até a serraria (máximo de 50 km);
- taxa de desdobro de 50%;
- valor de R\$ 188,00/m³ de madeira serrada, cobrado pela serraria, incluídos aqui custos de produção, impostos e margem de lucro;
- custo de R\$ 0,41/m³/km para o transporte da madeira serrada de Mogi Guaçu até a Grande São Paulo;
- 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 foi considerado 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 (SMERALDI e 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.

3.6. Indicadores do desempenho econômico das atividades

3.6.1 Margem Bruta

O cálculo do custo de produção empregado neste trabalho é baseado na metodologia do custo operacional, proposta pelo IEA (MATSUNAGA *et al.*, 1976) e que vem sendo empregada pelo Cepea, da Esalq/USP (OSAKI, ALVES e SOUZA, 2006; ALVES, FELIPE e BARROS, 2005), com adaptações.

Neste artigo, 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 adotado pelos produtores. Considera-se que a margem bruta de uma atividade corresponde

ao valor bruto da produção da atividade, subtraído dos respectivos desembolsos efetuados. 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 e outros possíveis dispêndios. Deste modo, a margem bruta que se obtém para a unidade de produção deve remunerar os fatores fixos: terra, trabalho familiar, capital e gestão do empresário familiar.

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

O VPL 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:

$$VPL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

em que: *VPL* = Valor presente líquido; *FC* = Fluxo de caixa anual; *i* = Taxa de desconto; 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). Trata-se da expressão anual (uniforme) do valor presente líquido no horizonte de planejamento computado, a uma determinada taxa de desconto (FLORIANO, 2008).

O VPLA é calculado pela expressão:

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

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

3.7. Formulação dos modelos empíricos de programação recursiva das unidades típicas de produção da Microbacia do Oriçanga

Desenvolveu-se, inicialmente, um modelo por meio de programação linear para cada tipo de unidade de produção agropecuária analisada. O objetivo foi maximizar a margem bruta, considerando-se as atividades conforme uso atual e nível tecnológico levantados nos painéis técnicos. As análises foram realizadas no software LINGO 10.0, da LINDO Systems Inc.

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).

Consideraram-se como restrições, para cada unidade típica:

- 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);
- as condições para uso de crédito agrícola, como os limites estabelecidos pelos agentes financeiros;
- a obrigatoriedade de pagamento dos encargos sobre os financiamentos tomados;
- as exigências técnicas das culturas e rebanhos, como, por exemplo, rotação de culturas, balanço de forrageiras etc;
- as exigências legais de manutenção de APP e RL florestal;
- a existência de áreas de baixa aptidão agrícola nas unidades, passíveis de destinação a RL; entre as mais importantes.

Esse modelo inicial constitui uma imagem do sistema de produção atual (ano agrícola 2007/08) dos dois tipos de unidades de produção analisados: o pequeno produtor de baixa tecnologia e o citricultor.

O modelo de programação recursiva adiciona às mencionadas restrições outras relacionadas aos coeficientes de flexibilidade. Tais restrições estabelecem o limite inferior e superior de cada atividade na unidade de produção típica. 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.

3.8. Cálculo dos coeficientes de flexibilidade

As fontes de dados para cálculo dos coeficientes de flexibilidade foram descritas no item 3.3. Para obter as estimativas para a Microbacia do Rio Orizanga, os dados municipais referentes à área plantada e ao número de vacas ordenhadas foram ponderados proporcionalmente à área de cada município contida na microbacia. Já no caso da laranja, a escolha do número de pés, ao invés de área plantada, baseou-se na opinião de especialistas, que consideraram que tais informações apresentavam maior consistência com os objetivos do trabalho. Todas as séries históricas cobriram o período de 1990 a 2008.

Projetou-se a relação entre a área plantada com cada cultura (ou número de pés no caso da laranja; ou número de vacas ordenhadas, no caso da produção leiteira) no período t (eixo das ordenadas) e a mesma variável no período $t-1$ (eixo das abscissas). Uma linha imaginária pressupondo que o valor no período t fosse igual ao do período $t-1$ separava as observações acima e abaixo da reta. Em outras palavras, observações em que as áreas plantadas presentes fossem superiores às passadas e observações em que as áreas plantadas presentes fossem inferiores às passadas. O mesmo raciocínio vale para o número de pés de laranja e o número de vacas ordenhadas. Para cada conjunto de informações (acima e abaixo), ajustou-se uma reta por Mínimos Quadrados Ordinários, cujos coeficientes angulares definiram, respectivamente, os limites superior e inferior dos coeficientes de flexibilidade (equações 8 e 9).

4. Resultados

4.1. Citricultores

4.1.1 Características gerais da unidade de produção dos citricultores

A propriedade modal levantada no painel técnico tem 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. A unidade típica 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. O produtor possui dois tratores e os equipamentos necessários à condução das lavouras.

A estimativa dos remanescentes de vegetação natural das unidades de produção da Microbacia do Orlanga, realizada por meio de mapeamento, mostrou, para os citricultores, que 5,2% da sua área média (4,13 ha) correspondem a APPs (matas ciliares), das quais 58,9% estão ocupadas com vegetação natural e o restante tem uso antrópico. Neste tipo de unidade, 0,5% da área (0,39 ha, em média) estão na Classe Va de capacidade de uso das terras⁷, 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 RL e que giram em torno de 7,0% da área da unidade de produção típica (5,64 ha). Adicionalmente, perto de 0,8% da área

⁷ A descrição das Classes de Capacidade de Uso das Terras pode ser encontrada em Mendonça *et al.* (2006).

(0,66 ha) foi enquadrada como inapta para culturas anuais e perenes e apta para reflorestamento. Deste modo, e considerando que: I) as áreas inaptas para culturas anuais e perenes fossem destinadas à RL, e II) que o cumprimento da RL se fizesse na propriedade, deveriam ainda ser realocados 9,70 ha de áreas usadas na produção para o cumprimento da RL nas unidades de produção dos citricultores, de modo a alcançar os 20% da área total, exigidos pelo Código Florestal, com a redação dada pela MP Nº 2.166-67/01.

No que diz respeito à utilização da maquinaria, o número de dias possíveis para uso da mecanização agrícola foi estimado em 200,8 ao ano, segundo a metodologia proposta por Mialhe (1974).

A taxa de juros do crédito rural considerada foi de 6% ao ano, inclusive para a recomposição da reserva legal, valor apontado pelos participantes do painel como representativo das diversas linhas de crédito disponíveis no período analisado. Esse valor foi, em seguida, referenciado por funcionários da carteira de crédito agrícola do Banco do Brasil. A partir de dados captados nos painéis, possibilitaram-se os adiantamentos em lojas comerciais 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, este deveria ser destinado à cultura fim. Previu-se que a troca de cada trator se fizesse no prazo de 15 anos, para o que se poderia fazer financiamento a taxas de juros de 6% ao ano. Admitiu-se, ainda, no fluxo de caixa da propriedade, a transferência de capital a uma taxa de 0,5% ao mês.

4.1.2 Atividades praticadas pelos citricultores

a) Citricultura

Considerou-se para o cálculo da margem bruta da cultura da laranja, principal atividade dos citricultores, 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 anuais médias:

- sem produção no ano de implantação, no ano 1 e no ano 2;
- 0,5 caixa (1 caixa equivale a 40,8 kg) por planta no terceiro ano;
- 1 caixa/planta no quarto ano;
- 2,7 caixas/planta dos anos 5 a 11;
- 2,3 caixas/planta dos anos 12 a 18.

Estes valores equivalem a uma produtividade média anual 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 e o VPLA

chegou a R\$ 1.562,23/ha. Deve-se recordar que foram considerados apenas os desembolsos no cálculo desses indicadores⁸.

b) Cultura do milho

Na Microbacia do Oriçanga emprega-se predominantemente o plantio convencional. Através dessa técnica, mas com alta utilização de insumos, atinge-se, entre os citricultores, 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/ha⁹.

c) Manejo da RL

Os citricultores, como talvez a totalidade dos produtores da região, não realizam qualquer tipo de manejo da vegetação natural em áreas de RL.

Na propriedade típica de citricultores da Microbacia do Oriçanga, para suprir o déficit de RL deveriam ser realocados 9,7 ha de áreas cultivadas, se esse déficit fosse cumprido na própria unidade de produção. Nessa área, a partir do manejo proposto pelo LERF, estima-se a produção de madeira apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Quantidade de indivíduos e volume explorado de madeira na RL segundo modelo proposto pelo LERF, por tempo da exploração e grupo de madeira.

| Anos | Quantidade explorada (Indivíduos/ha) | Cálculo DAP (m³/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 | 4.357,5 | 953,34 | | |

Fonte: Elaborado pelos autores com base no modelo do LERF descrito por PREISKORN *et al.* (2009) e em dados de CASTANHO (2009). DAP = Diâmetro à altura do peito (1,3 m).

⁸ Estes resultados podem ser observados com maior detalhe no Apêndice 1.

⁹ Detalhes no Apêndice 2.

Com o manejo da RL, 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, para a unidade típica dos citricultores a partir dos dados tomados para 2007/08¹⁰.

4.1.3 Coeficientes de flexibilidade

Os valores encontrados para os coeficientes de flexibilidade são apresentados na Tabela 3. 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.

Tabela 3. 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 pelos autores com base em ⁽¹⁾Banco de Dados IEA (2010) e ⁽²⁾PAM/SIDRA, IBGE (2010).

No caso da RL, dada a impossibilidade legal de corte raso, fixa-se, no modelo, a área a ser destinada a este uso. O mesmo raciocínio vale para as APPs, já que elas devem ser mantidas intactas, segundo a legislação.

4.1.4 Variação na rentabilidade das atividades agrícolas

Na análise recursiva, consideraram-se sete anos agrícolas, de 2002/03 a 2008/09, limite devido à disponibilidade de dados que pudessem ser utilizados para a estimativa do valor da madeira em pé na propriedade, conforme se descreveu anteriormente.

O cálculo do valor da madeira em pé seguiu os passos descritos no item 3.5 deste trabalho. Os valores a que se chegaram para 1m³ da madeira em pé na propriedade, e para a lenha em pé, são apresentados na Tabela 4.

¹⁰ A estrutura de entradas e desembolsos do manejo da reserva legal para exploração de madeira pode ser observada no Apêndice 3.

Tabela 4. Valores estimados para tora e lenha em pé das espécies propostas para manejo sustentável, nas propriedades da Microbacia do Rio Oriçanga, estado de São Paulo (em R\$/m³).

| 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 |

Nota: Valores da madeira em pé estimados a partir do preço calculado pelo IPT da madeira nativa serrada na Grande São Paulo (conforme descrito no item 3.5 deste trabalho); valores da lenha em pé estimados a partir da série de preços do Cepea (conforme descrito naquele mesmo item). Valores de janeiro de 2008 deflacionados pelo IGP-DI.

Fonte: Elaborado pelos autores.

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 queda de 5,2% ao ano e o do milho, de 3,3% ao ano. Ampliando-se o período analisado dos preços de 1998/99 a 2008/09, observa-se, no caso do milho, uma tendência de redução do preço de 1,1% ao ano, e na laranja, 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 própria 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).

A crescente escassez das madeiras nativas também leva à valorização. Nesse sentido, a proposta de manejo da RL 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.

A Tabela 5 mostra a variação das margens brutas, calculadas para as diferentes atividades praticadas por este tipo de unidade de produção no decorrer do período.

Tabela 5. Variação nas margens brutas das atividades dos citricultores, Microbacia do rio Oriçanga, estado de São Paulo (em R\$/ha).

| Período | Laranja | Milho Alta Tecnologia | RL 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 de campo, utilizando-se de séries de preços listadas no Banco de Dados do IEA (2010) para insumos e para os produtos laranja e milho, e do IPT para madeira (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008).

Dados os comportamentos dos preços de insumos e produtos, foi grande a variabilidade das margens brutas alcançadas pelas unidades de produção dos citricultores no período analisado, tanto no que se refere às margens das atividades individuais, como as das propriedades.

4.1.5 Cenários para citricultores

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 do sistema típico.

Para cumprir com as exigências legais, e tendo por base o mapeamento da vegetação natural da Microbacia (FASIABEN *et al.*, 2010), obrigou-se o modelo a:

- manter 4,13 ha como matas ciliares (APP);
- destinar 0,39 ha de área inundável (Classe Va) também a APP;
- preservar os 5,64 ha relativos à vegetação natural fora de APP, já existentes;
- considerar a existência de 0,66 ha como áreas de baixa aptidão (Classes VI e VII);
- alocar para RL 9,70 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 pelo produtor, desenharam-se três situações:

- Simulando-se o sistema atual do produtor, no qual se cultiva laranja e milho, sem completar a área de RL prevista na legislação (Situação 1);
- Respeitando-se as atividades do sistema atual da unidade de produção típica, mas alocando-se terra da unidade de produção para completar o total previsto com RL, que seguiria o manejo proposto pelo LERF (Situação 2);
- Respeitando-se as atividades do sistema atual e alocando-se a área da UPA necessária para suprir o déficit de RL, onde se permitiria o crescimento da vegetação espontânea e se manteria sem nenhum tipo de manejo ou exploração (Situação 3).

Deste modo, o modelo alocou, por meio da análise recursiva, as áreas apresentadas na Tabela 6, para as atividades da unidade de produção típica dos citricultores.

Tabela 6. Áreas alocadas pelo modelo para as três situações estudadas para os citricultores, Microbacia do Rio Oriçanga, estado de São Paulo, de 2002/03 a 2008/09.

| Período | Situação 1 ⁽¹⁾ | | | Situação 2 | | | Situação 3 | | |
|---------|---------------------------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|
| | Laranja | Milho | RL | Laranja | Milho | RL | Laranja | Milho | RL |
| 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 |

Nota: ⁽¹⁾ Situação 1 simula o sistema atual do produtor.

Fonte: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem.

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 variação das margens brutas das unidades de produção dos citricultores no período de 2002/03 a 2008/09, apresentadas em valores e em termos percentuais (em relação ao sistema atual do produtor), na Tabela 7.

Tabela 7. Margens brutas da unidade de produção típica dos citricultores ⁽¹⁾, em três situações simuladas, Microbacia do Rio Orizanga, estado de São Paulo.

| Período | Situação 1 ⁽²⁾ | Situação 2 | | Situação 3 | |
|---------|---------------------------|------------|----------------------|------------|-----------------------|
| | (R\$/ano) | (R\$/ano) | % var ⁽³⁾ | (R\$/ano) | % var. ⁽³⁾ |
| 2002/03 | 227.406,60 | 195.505,90 | -14 | 193.740,20 | -15 |
| 2003/04 | 133.674,20 | 115.236,50 | -14 | 112.991,30 | -15 |
| 2004/05 | -19.221,92 | -15.974,80 | 17 | -18.693,91 | 3 |
| 2005/06 | 54.022,11 | 48.125,31 | -11 | 44.049,65 | -18 |
| 2006/07 | 129.171,20 | 111.862,00 | -13 | 107.625,30 | -17 |
| 2007/08 | 107.454,50 | 93.111,72 | -13 | 88.934,54 | -17 |
| 2008/09 | -16.308,21 | -12.391,97 | 24 | -16.905,88 | -4 |
| Média | 88.028,35 | 76.496,38 | -13 | 73.105,89 | -17 |

Nota: ⁽¹⁾ Para agregar atividades com diferentes horizontes de produção empregou-se o VPLA para a cultura da laranja e para a exploração sustentável da madeira da reserva legal; ⁽²⁾ Situação 1 simula o sistema atual do produtor; ⁽³⁾ Variação percentual em relação ao sistema atual do produtor (Situação 1).

Fonte: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem.

As projeções indicam que, na unidade típica de produção dos citricultores, a alocação de áreas hoje cultivadas para o cumprimento da RL na propriedade, segundo as estimativas realizadas, representaria uma redução na sua margem bruta no equivalente a 13%, desde que esta fosse manejada para exploração da madeira. No caso da RL ser mantida sem nenhum tipo de manejo ou exploração, essa redução seria da ordem de 17%.

Os resultados do modelo mostram que o empreendimento é viável, em todas as situações simuladas. É importante recordar que o fluxo de caixa da unidade de produção está incorporado no modelo, considerando-se um montante inicial de capital próprio que foi apontado pelos produtores no painel (no caso do citricultor esse valor foi de R\$ 20.000,00). Nas simulações, o modelo considera o montante de todos os desembolsos necessários, seja em relação aos recursos próprios, à possibilidade do uso de crédito bancário ou de adiantamentos em lojas de produtos agropecuários. Conforme já se esclareceu anteriormente, a leitura que se deve fazer da redução na margem bruta prevista pelo modelo com a implantação da reserva legal é que esse montante seria subtraído à margem do produtor para remunerar os fatores fixos: terra, trabalho familiar, capital e gestão do empresário familiar.

Deve-se destacar que a ocorrência de anos em que a margem bruta da unidade de produção típica se mostrou negativa deveu-se à conjuntura de preços desfavorável à laranja – carro chefe desta unidade de produção. O VPL da reserva legal com fins de exploração de madeira foi positivo, e, para a

madeira em pé, estimou-se um crescimento sustentado dos preços, conforme se pode observar na Tabela 4. Assim, naqueles anos em que a relação de troca¹¹ se mostrou mais desfavorável para a cultura da laranja, o produto do manejo da RL 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 dos citricultores indica que, aqui, seria vantajoso compensar a RL fora da propriedade, em locais onde o custo de oportunidade do uso da terra fosse mais baixo. Entretanto, informações obtidas por mapeamento indicam que não haveria terras de baixa aptidão agrícola suficientes na Microbacia do Rio Orizanga para que aí se dessem as compensações, como preconiza o Código Florestal na forma da MP Nº 2.166-67 de 2001 ¹².

4.2. Unidade de produção típica de pequenos produtores pouco tecnificados

4.2.1 Características gerais dos pequenos produtores pouco tecnificados

Os pequenos produtores enfrentam o entrave da baixa produtividade nas suas atividades agropecuárias, apesar das explorações estarem localizadas predominantemente em solos de boa aptidão agrícola. Os jovens são atraídos sistematicamente para o trabalho fora da propriedade porque existe oferta

¹¹ 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 dezembro de 2009 (IEA, 2010).

¹² No caso da compensação da RL 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 RL e a área escolhida para compensação.

de empregos urbanos 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 propriedade 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 ao milho para silagem e 2,42 ha ao 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 propriedade pode contar com uma infraestrutura de instalações sobredimensionada, uma vez que vem reduzindo seu rebanho paulatinamente. Essas informações, transmitidas pelos produtores no painel, foram corroboradas a partir de dados da produção pecuária municipal do IBGE, que demonstram que o número de vacas ordenhadas na região se reduziu em mais de 60% no período de 1990 a 2008 (IBGE, 2010).

O mapeamento da vegetação natural das unidades de produção dos pequenos produtores mostrou que 6,7% da sua área correspondem a APP 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 APP, que foram considerados como área passível de averbação como RL (1,55 ha). Por outro lado, 3,1% das terras foram classificadas como de baixa aptidão para lavouras e pastagens (o que equivale a 0,76 ha) e outros 3,0% (0,74 ha) como 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 RL, deveriam ser deslocados 1,38 ha da produção para serem destinados a suprir o déficit de RL.

A gestão da unidade de produção típica é feita pelo proprietário e a mão de obra empregada é estritamente familiar, do produtor e de sua esposa. O casal tem, caracteristicamente, 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 preparação da silagem.

A taxa de juros do crédito rural considerada para este tipo de UPA foi de 3% ao ano, inclusive para a recomposição da reserva legal, conforme apontaram os participantes do painel como valor representativo para as linhas de crédito subsidiado, disponíveis a mutuários do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), no período analisado. Esse valor foi considerado pertinente por funcionários da carteira de crédito agrícola do Banco do Brasil.

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 25 anos, com financiamento a taxas de juros de 6% ao ano. Admitiu-se, ainda, no fluxo de caixa da propriedade, a transferência de capital a uma taxa de 0,5% ao mês.

4.2.2 Atividades praticadas pelos pequenos produtores

a) Bovinocultura de leite

O sistema de produção de leite considerado típico da região de estudo tem a seguinte estrutura de rebanho: um reprodutor, 15 vacas em lactação, 15 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. Esses animais dispõem, para sua alimentação, de 13,31 ha de capim braquiário (*Brachiaria brizantha* cv. Marundu), 1,21 ha 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 da unidade de produção típica 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 dos pequenos produtores é apresentada na Tabela 8.

As atividades “pastagem de braquiário”, “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 na pequena unidade de produção típica da Microbacia do Rio Oriçanga, a margem bruta da atividade leiteira em 2007/08 foi de R\$ 496,00/ha, descontados apenas os desembolsos monetários¹³.

Tabela 8. Composição do rebanho leiteiro, número de animais das diferentes categorias para cada vaca e quantidade de unidades animal por vaca, pequenos produtores, 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.

¹³ Alguns indicadores econômicos da produção de leite deste tipo de UPA são apresentados no Apêndice 4.

b) Cultura do milho

Os pequenos produtores familiares apresentam um sistema com o menor nível tecnológico encontrado para milho entre os tipos de UPA da microbacia. Boa parte das operações mecanizadas são realizadas por empreita (preparo do solo, plantio e colheita). A produtividade descrita foi da ordem de 62 sc/ha, o que fez com que a margem bruta da atividade alcançasse R\$ 103,99/ha em 2007/08¹⁴.

c) Manejo da RL

Conforme se explicitou anteriormente, estima-se que as unidades desse tipo devam realocar da atividade produtiva uma área de 1,38 ha, para suprir o déficit de RL. Com o manejo proposto pelo LERF para a RL, estima-se a produção de madeira já apresentada na Tabela 2.

Os cálculos econômicos, entretanto, diferem daqueles descritos para os citricultores devido à variação nos custos, que refletem a disponibilidade de recursos das unidades de produção típicas. Nas pequenas propriedades, o custo de implantação da RL se mostrou um pouco superior ao dos citricultores, dada a necessidade de contratação do serviço de máquinas para algumas operações.

Com o manejo da RL, estimou-se, para os pequenos produtores, um VPL de R\$ 6.881,72/ha, considerado o período de 80 anos e o VPLA foi calculado em R\$ 416,84/ha, a partir dos dados tomados para 2007/08¹⁵.

4.2.3 Coeficientes de flexibilidade

Os valores encontrados para os coeficientes de flexibilidade do leite e milho são apresentados na Tabela 9. Eles vão impor os limites de variação que se permitem ao modelo, a cada ano agrícola, no que se refere à produção de leite e de milho da unidade típica. Como já se explicitou anteriormente, no caso da RL e APP, obriga-se o modelo a manter o valor fixado por lei.

Tabela 9. 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 pelos autores com base em ⁽¹⁾PPM/Sidra, IBGE (2010) e ⁽²⁾Banco de Dados IEA (2010).

¹⁴ Apêndice 5.

¹⁵ Detalhes acerca das receitas, desembolsos, VPL e VPLA da reserva legal com aproveitamento da madeira são apresentados no Apêndice 6.

4.2.4 Variação na rentabilidade das atividades dos pequenos produtores

A Tabela 10 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 10. Variação nas margens brutas das atividades dos pequenos produtores, Microbacia do Rio Orizanga, estado de São Paulo (em R\$/ha).

| Período | Leite | Milho Baixa Tecnologia | RL 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 (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 10, o fato de o milho de baixa tecnologia ter a margem bruta frequentemente negativa, apresentando-se com média de – R\$ 33,09/ha no período analisado. As médias das margens brutas do leite e da RL manejada se aproximam, sendo que se estima um crescimento sustentado das margens da RL, enquanto as margens do milho apresentam extrema volatilidade.

4.2.5 Cenários para pequenos produtores

Com base no mapeamento da vegetação natural, obrigou-se o modelo a:

- manter 1,62 ha como matas ciliares (APP);
- destinar outros 0,74 ha de área inundável (Classe Va) a APP;
- preservar 1,55 ha relativos à vegetação natural fora de APP, já existentes;
- considerar 0,76 ha como área de baixa aptidão para culturas e pastagens;
- alocar para RL 1,39 ha, que hoje são destinados à produção, seguindo-se ou não, aí, o manejo proposto pelo LERF.

Partindo do sistema de produção atualmente praticado pelo produtor, desenharam-se as três situações já descritas anteriormente:

1. Sistema atual do produtor, com déficit de RL;
2. Alocação de área produtiva da UPA para suprir o déficit de RL, mantida sob manejo sustentável;

3. Alocação de área para suprir o déficit de RL, mantida sem manejo.

A Tabela 11 apresenta as alocações de áreas para cada atividade, determinadas pelo modelo.

Tabela 11. Áreas e número de unidades-vaca alocadas pelo modelo para as três situações estudadas para os pequenos produtores, Microbacia do Rio Orizanga, estado de São Paulo: 2002/03 a 2008/09.

| Período | Situação 1 ⁽¹⁾ | | | Situação 2 | | | Situação 3 | | |
|---------|---------------------------|-------|------|------------------|-------|------|------------------|-------|------|
| | Nº de Unid. Vaca | Milho | RL | Nº de Unid. Vaca | Milho | RL | Nº de Unid. Vaca | Milho | RL |
| 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 |

Nota: (1) Situação 1 simula o sistema atual do produtor.

Fonte: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem.

A simulação das três situações conduziu à variação das margens brutas apresentadas na Tabela 12, para as unidades produtivas dos pequenos produtores no período de 2002/03 a 2008/09 (em valores e variação percentual em relação ao sistema atual do produtor).

Tabela 12. Margens brutas da unidade de produção típica dos pequenos produtores, em três situações simuladas, Microbacia do rio Orizanga, estado de São Paulo: 2002/03 a 2008/09.

| Período | Situação 1 ⁽¹⁾ | Situação 2 | | Situação 3 | |
|---------|---------------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|
| | (R\$/ano) | (R\$/ano) | % var. ⁽²⁾ | (R\$/ano) | % var. ⁽²⁾ |
| 2002/03 | 7.170,79 | 6.824,55 | -5 | 6.561,25 | -9 |
| 2003/04 | 5.933,12 | 5.710,35 | -4 | 5.379,05 | -9 |
| 2004/05 | 5.059,04 | 4.936,68 | -2 | 4.538,66 | -10 |
| 2005/06 | 2.076,63 | 2.365,17 | 14 | 1.774,82 | -15 |
| 2006/07 | 2.720,60 | 2.994,17 | 10 | 2.381,94 | -12 |
| 2007/08 | 7.070,71 | 7.007,34 | -1 | 6.403,43 | -9 |
| 2008/09 | 4.135,70 | 4.292,62 | 4 | 3.639,11 | -12 |
| Média | 4.880,94 | 4.875,84 | 0 | 4.382,61 | -10 |

Nota: ⁽¹⁾ Situação 1 simula o sistema atual do produtor; ⁽²⁾ Variação percentual em relação ao sistema atual do produtor (Situação 1).

Fonte: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem.

Segundo as estimativas realizadas, na unidade típica de produção dos pequenos produtores, o cumprimento da RL na própria unidade de produção significaria uma redução de somente 0,1% na sua margem bruta, desde que fosse manejada para exploração da madeira. A partir desses resultados, depreende-se que a implantação e o manejo da RL, na forma prevista pela lei, não reduziram a margem bruta das unidades dos pequenos produtores 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 atestam os dados do IBGE relativos ao número de vacas ordenhadas nos três municípios que compõem a Microbacia do Rio Oriçanga.

O valor inicial considerado no fluxo de caixa desta unidade de produção típica – correspondente ao capital próprio – foi de R\$ 1.000,00, conforme foi especificado pelos produtores no painel. O modelo considera a possibilidade de se empregarem recursos próprios, crédito bancário e/ou adiantamentos em lojas de produtos agropecuários. Os resultados mostram margens brutas positivas em todo o período analisado, indicando a viabilidade do cumprimento da norma legal. A redução na margem bruta prevista pelo modelo com a implantação da reserva legal, quando mantida sem uso, reflete o montante que seria restado à margem do produtor para remunerar terra, trabalho familiar, capital e gestão do empresário familiar.

No caso da RL ser mantida sem nenhum tipo de manejo ou exploração, a redução na margem bruta da propriedade seria da ordem de 10%.

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 RL foram maiores que as obtidas no sistema atual do produtor.

5. Considerações finais

A metodologia empregada neste estudo permitiu mensurar o impacto da RL sobre dois tipos de unidades de produção da Microbacia do Oriçanga: citricultores e pequenos produtores de baixa tecnologia. Os resultados obtidos podem ser considerados essenciais como forma de 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.

Para os pequenos produtores de baixa tecnologia da Microbacia do Oriçanga, o manejo da RL poderia ser pensado como uma alternativa econômica, tendo

em vista o processo de envelhecimento que este tipo de produtores vem enfrentando e a consequente busca de alternativas de baixo uso de mão de obra.

Já para os citricultores da Microbacia, fica claro que a melhor opção seria a compensação fora da propriedade, e prioritariamente fora da microbacia, uma vez que aí predominam terras de elevada aptidão agrícola, com elevado custo de oportunidade.

Esses resultados 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. Esses 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.

Políticas de apoio aos produtores rurais mostram-se fundamentais para permitir o cumprimento da RL, como linhas de crédito especiais. Há que se fazer frente, inicialmente, a um dos seus maiores empecilhos: os altos custos de implantação da recuperação florestal. Aliado a isto, está o longo prazo para que se obtenham os retornos mais significativos do manejo da RL – a exploração da madeira-de-lei.

Outras políticas, como o pagamento por serviços ecossistêmicos, visam uma distribuição mais justa dos custos da conservação, além de serem uma forma de garantir a provisão daqueles serviços. Valores como os encontrados no presente trabalho podem servir de orientação a esse tipo de pagamento.

Na discussão de uma alocação economicamente mais eficiente do uso dos recursos, considerando-se as restrições ecológicas referentes à conservação da biodiversidade, vem se destacando a ideia de criação de um mercado para reservas de vegetação nativa, cujo funcionamento depende da 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, poderia se pensar numa solução em que se desse a especialização dos pequenos produtores como ofertantes de RL. Essa não seria, entretanto, a melhor alocação das terras para a economia regional e estadual, dada a qualidade deste recurso na Microbacia. Rodrigues *et al.* (2008) mapearam o estado de São Paulo com vistas a orientar estratégias para conservação da biodiversidade, inclusive apontando as áreas mais apropriadas para a destinação a RL no estado. Trabalhos como este último, ampliados com análises de benefícios e custos econômicos, ajudariam a subsidiar propostas para estabelecimento do mencionado mercado de RL.

É preciso ter claro, entretanto, que os valores que medem o impacto da RL 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 RL – 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 propriedades.

6. Referências bibliográficas

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)*. Cepea. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/analise_custo_2003_04.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2009.

AMBRÓSIO, L.A. *Planejamento do uso sustentável da terra em microbacias hidrográficas: uma abordagem de programação por metas*. Piracicaba, 1997. 145p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

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.

BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES, R.R. Implicações do cumprimento do Código Florestal vigente na redução de áreas agrícolas: um estudo de caso da produção canavieira no estado de São Paulo. *Biota Neotrop.*, v. 10, nº 4, p.63-66, 2010.

BRASIL. *Medida Provisória nº 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 25 ago. 2001. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 19 jan. 2010.

CARNEIRO, S.L. *Estudo prospectivo da implantação da reserva legal em propriedades rurais familiares representativas de sistemas de produção de grãos na região de Londrina (PR)*. Londrina, 2005. 215 p. Dissertação (Mestrado) – Convênio entre as Universidades Estaduais de Londrina e Maringá.

CASTANHO FILHO, E. P. O uso permitido da reserva legal. *Análises e Indicadores do Agronegócio*. v. 3, nº 5, maio, 2008a.

_____. 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, nº4, abr. 2008b.

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. 111p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

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.

CURI, R.C.; CURI WF; 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.

DAY, R.H. *Recursive programming and production response*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1963.

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¬icia=63> Acesso em: 20 jan.2010.

DOSSA, D. Programação linear na gestão da propriedade rural: um enfoque alternativo. *Teoria e Evidência Econômica*, v.2, nº4, p.33-60, nov. 1994.

_____. A decisão econômica num sistema agroflorestal. Colombo: Embrapa Floresta, 2000. 24p. (*Circular Técnica*, 39).

FASIABEN, M. C. R. ; MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. ; MORAES, J. F. L. ; TAMBOSI, L. R. Remanescentes de vegetação natural em diferentes tipos de unidades de produção agropecuária na microbacia do rio Oriçanga, Estado de São Paulo. *Revista de Economia Agrícola* (Impresso), v. 57, n.2, p. 63-80, jul./dez. 2010.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. *Florestar Estatístico*: Revista do Setor Florestal Paulista para o Desenvolvimento Sustentável. v. 6, nº 14. janeiro 2003.

_____. _____. v. 7, nº 16. julho de 2004.

_____. _____. v. 8, nº 17. julho 2005.

_____. _____. v. 9, nº 18. novembro 2006.

_____. _____. v. 11, nº 20. junho 2008.

FLORIANO, E. P. *Subsídios para o planejamento da produção de Pinus elliottii Engelm. na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul*. Santa Maria, 2008. 178f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais e Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

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. 178p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GONÇALVES, J. S.; CASTANHO FILHO, E. P. Obrigatoriedade da reserva legal e impactos na agropecuária paulista. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 36, nº 9, set. 2006.

_____; _____. SOUZA, S. A. M. Impactos da recomposição da reserva legal nas receitas tributárias estaduais e municipais. 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, 2008a.

_____; _____. Impactos da recomposição da reserva legal nas unidades hidrográficas, nas unidades de gerenciamento de recursos hídricos e nos vários perfis de municípios paulistas segundo a atividade agropecuária principal. 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, 2008b.

HENDERSON, J.M. *The utilization of agricultural land: a theoretical and empirical inquiry*. Review of Economics and Statistics, v.41, nº3, 1959, p. 242-260.

IBGE. *Produção Agrícola Municipal*. 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>>. Diversos acessos.

_____. _____. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/default.asp>>. Diversos acessos.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA (2010). *Banco de Dados*. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>> Acesso em 20 janeiro 2010.

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.

MATSUNAGA, M. *et al.* Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v.23, nº1, p.123-139. 1976.

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, nº 4, p. 888-895, 2006.

MIALHE, L.G. *Manual de mecanização agrícola*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1974. 301 p.

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, nº3, p.227-235, set. 2001.

OSAKI, M.; ALVES, L.R.A.; SOUZA, M.M.A. Descrição da metodologia para levantamento e acompanhamento de custo de produção da atividade agropecuária. CEPEA: Piracicaba, 2006. (Mimeo)

PERES, F.C. *Derived demand for credit under conditions of risk*. Ohio, 1976. 141p. 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, nº 2, p.103-119, out. 2007.

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.

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.

PREISKORN, G.M. *et al.* Metodologia de restauração para fins de aproveitamento econômico (RL 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.

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. p. 44-66. (1 CD ROM).

RODRIGUES, R.R. *et al. Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo*. São Paulo: Programa Biota/Fapesp. 2008.

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.

_____. (Coord.) *et al. Diagnóstico Ambiental da Agricultura no estado de São Paulo: bases para um desenvolvimento rural sustentável*. Campinas: Unicamp/Fapesp, 2008. (Projeto de pesquisa Ecoagri).

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.

_____. *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.

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: AMAZON, 1999. 41p.

SOBRAL, L. *et al. Acertando o Alvo 2: consumo de madeira amazônica e certificação florestal no estado de São Paulo*. Belém: Imazon, 2002. 72p.

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*. 1ª ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2008, v. 1, p. 221-232.

TORRES, A. J. *et al.* (Orgs). *Projeto Lupa 2007/08: censo agropecuário do estado de São Paulo*. São Paulo: IEA/CATI/SAA, 2009.

Apêndices

Apêndice 1. Desembolsos e margem bruta da atividade citricultura, “citricultor”, Microbacia do Rio Oriçanga, estado de São Paulo, 2007/08.

| Descrição: | IMPLANT. | ANO 2 | ANO 3 | ANO 4 | ANO 5 A 11 | ANO 12 A 18 |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|
| | Valor (R\$/ha) | Valor (R\$/ha) | Valor (R\$/ha) | Valor (R\$/ha) | Valor (R\$/ha) | 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 | |

Nota: Produtividades anuais: 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.

Fonte: Pesquisa de campo – Painéis técnicos.

Apêndice 2. Desembolsos com a cultura do milho, “citricultor”, Microbacia do Rio Oriçanga, estado de São Paulo, 2007/08.

| Descrição | Valor (R\$) |
|---|-------------|
| I- OPERAÇÕES MECÂNICAS | |
| 1) Distribuição de calcário | 35,35 |
| 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) Pulverizações de inseticida | 19,04 |
| 8) Transporte interno | 41,48 |
| Subtotal Operações Mecânicas | 169,14 |
| 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 | 2.269,76 |

Nota: Produtividade: 125 sc de 60 Kg/ha; Valor da saca de 60 Kg: R\$ 24,86.

Fonte: Pesquisa de campo – Painéis técnicos.

Apêndice 3. Receitas, desembolsos, VPL e VPLA da reserva legal com aproveitamento da madeira, “citricultor”, Microbacia do Rio Orizanga, estado de São Paulo, 2007/08.

| Período | Entradas | | | | Saídas ^(b) | | | Saldo | | | |
|-----------------------------|-----------------------|---|--|--------------------------|--|----------------|----------------------|----------|----------------|----------------|--|
| | Produto | Quantidade Madeira ^(a) (m3) | Preço Médio Madeira ^(a) (R\$/m3) | Quantidade Lenha (m3) | Preço Médio Lenha ^(a) (R\$/m3) | TOTAL (R\$) | Implantação (R\$) | | Ano 1 (R\$) | Ano 2 (R\$) | Replanteio/ Manutenção/ Impostos (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 | | 1.336,80 | | | | 1.635,37 | -298,57 |
| ANO 20 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.071,79 | 10.644,76 |
| ANO 30 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.071,79 | 10.644,76 |
| ANO 35 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.071,79 | 10.644,76 |
| ANO 40 | Madeira Final + Lenha | 88,71 | 280,2 | 38,02 | | 26.144,74 | | | | 2.205,96 | 23.938,79 |
| ANO 50 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.071,79 | 10.644,76 |
| ANO 55 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,42 | | | | 1.071,79 | 10.644,63 |
| ANO 60 | Madeira Final + Lenha | 88,71 | 280,2 | 38,02 | | 26.144,74 | | | | 1.403,64 | 24.741,10 |
| ANO 70 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.071,79 | 10.644,76 |
| ANO 75 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.071,79 | 10.644,76 |
| ANO 80 | Madeira Final + Lenha | 88,71 | 280,2 | 38,02 | | 26.144,74 | | | | 2.205,96 | 23.938,79 |
| VPL (R\$/ha) = R\$ 7.074,53 | | | | | | | | | | | |
| VPLA (R\$/ha) = R\$ 428,52 | | | | | | | | | | | |

Fonte: ⁽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 LERE, comunicação pessoal do Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues (LERE/FESALQ/USP).

Apêndice 4. Indicadores econômicos da produção de leite, “pequeno produtor pouco tecnificado”, 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 |

Nota: Produtividade: 6 litros/vaca/dia; Valor leite: R\$ 0,60/litro.

Fonte: Pesquisa de campo – Painéis técnicos.

Apêndice 5. Desembolsos com a cultura do milho, “pequeno produtor pouco tecnificado”, Microbacia do Rio Oriçanga, estado de São Paulo, 2007/08.

| Descrição: | Valor (R\$) |
|---|--------------------|
| <i>I- OPERAÇÕES MECÂNICAS</i> | |
| 1) Aplicações de herbicida | 36,68 |
| 2) Transporte interno | 15,67 |
| Subtotal Operações Mecânicas | 52,35 |
| <i>II- MÃO DE OBRA CONTRATADA</i> | |
| 1) Tratorista | 0,00 |
| 2) Ajudante | 0,00 |
| Subtotal Mão De Obra | 0,00 |
| <i>III- SERVIÇOS POR EMPREITA</i> | |
| 1) Preparo do solo | 238,2 |
| 2) Plantio | 82,00 |
| 3) Colheita | 80,58 |
| 4) Frete | 49,59 |
| Subtotal Serviços | 450,37 |
| <i>IV- INSUMOS</i> | |
| 1) Sementes | 109,56 |
| 2) Adubos e corretivos | 710,47 |
| 3) Herbicidas | 35,11 |
| Subtotal Insumos | 855,14 |
| <i>V- SEGURO MÁQUINAS</i> | |
| Seguro trator | 0,64 |
| <i>VI- ASSISTÊNCIA TÉCNICA</i> | |
| | - |
| <i>VII- IMPOSTOS</i> | |
| FUNRURAL - 2,3% da produção | 35,44 |
| <i>VIII-PÓS-COLHEITA</i> | |
| recebimento, secagem, armazenagem 30 dias | 43,39 |
| Total | 1.437,33 |

Nota: Produtividade: 62 sc de 60 Kg/ha; Valor da saca de 60 Kg: R\$ 24,86.

Fonte: Pesquisa de campo – Painéis técnicos.

Apêndice 6. Receitas, desembolsos, VPL e VPLA da reserva legal com aproveitamento da madeira, “pequeno produtor pouco tecnificado”, Microbacia do Rio Orizanga, estado de São Paulo, 2007/08.

| Período | Produto | Entradas | | | Saídas ^(b) | | | | Saldo | | |
|-----------------------------|-----------------------|--|---|-----------------------------|---|----------------|----------------------|----------------|--------|----------------|--|
| | | Quantidade Madeira ⁽¹⁾ (m³) | Preço Médio Madeira ⁽²⁾ (R\$/m²) | Quantidade Lenha (m²) | Preço Médio Lenha ⁽²⁾ (R\$/m²) | TOTAL (R\$) | Implantação (R\$) | Ano 1 (R\$) | | Ano 2 (R\$) | Replanteio/ Manutenção/ Impostos (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 | | 1.336,66 | | | | 1.718,63 | -381,97 |
| ANO 20 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.113,42 | 10.603,13 |
| ANO 30 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.113,42 | 10.603,13 |
| ANO 35 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.113,42 | 10.603,13 |
| ANO 40 | Madeira Final + Lenha | 88,71 | 280,2 | 38,02 | | 26.144,74 | | | | 2.289,21 | 23.855,53 |
| ANO 50 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.113,42 | 10.603,13 |
| ANO 55 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.113,42 | 10.603,13 |
| ANO 60 | Madeira Final + Lenha | 88,71 | 280,2 | 38,02 | | 26.144,74 | | | | 1.445,27 | 24.699,47 |
| ANO 70 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.113,42 | 10.603,13 |
| ANO 75 | Madeira Média + Lenha | 92,54 | 112,08 | 39,66 | | 11.716,55 | | | | 1.113,42 | 10.603,13 |
| ANO 80 | Madeira Final + Lenha | 88,71 | 280,2 | 38,02 | | 26.144,74 | | | | 2.289,21 | 23.855,53 |
| VPL (R\$/ha) = R\$ 6.881,72 | | | | | | | | | | | |
| VPLA (R\$/ha) = R\$ 416,84 | | | | | | | | | | | |

Fonte: ⁽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).

