



IMPACTO ECONÔMICO DA RESERVA LEGAL FLORESTAL SOBRE DIFERENTES TIPOS DE  
UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

[mariaramos@cnptia.embrapa.br](mailto:mariaramos@cnptia.embrapa.br)

***APRESENTAÇÃO ORAL-Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável***  
**MARIA DO CARMO RAMOS FASIABEN<sup>1</sup>; FERNANDO CURI PERES<sup>2</sup>; ADEMAR  
RIBEIRO ROMEIRO<sup>3</sup>; ALEXANDRE GORI MAIA<sup>4</sup>.**

***1.EMBRAPA, CAMPINAS - SP - BRASIL; 2.ESALQ, PIRACICABA - SP - BRASIL;  
3,4.UNICAMP, CAMPINAS - SP - BRASIL.***

**Título**



## IMPACTO ECONÔMICO DA RESERVA LEGAL FLORESTAL SOBRE DIFERENTES TIPOS DE UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Grupo de Pesquisa

Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável

### Resumo

Este trabalho propõe-se a avaliar o impacto econômico da reserva legal sobre a margem bruta de diferentes tipos de unidades de produção agropecuária (UPA) da Microbacia do Rio Oriçanga – São Paulo. 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. Procedeu-se à modelagem da estrutura produtiva dos dois tipos selecionados, através do método de programação recursiva, abrangendo o período de 2002/2003 a 2008/2009. Os sistemas atuais dos dois tipos de UPAs foram confrontados a dois cenários de compensação do déficit de reserva legal: i) através da realocação de áreas produtivas no interior da própria unidade, procedendo-se à recuperação da vegetação natural nestas áreas através do plantio de espécies nativas, com vistas ao manejo sustentável para exploração de madeira; ii) deixando que na área se desse o crescimento da vegetação espontânea, sem nenhum tipo de manejo ou exploração. Os resultados evidenciam a importância de políticas que permitam uma distribuição mais equitativa dos custos da conservação ambiental entre toda a sociedade, bem como a importância de ajustes locais das reservas legais, na busca de um melhor equilíbrio entre a conservação da biodiversidade e o custo de oportunidade das terras.

Palavras-chaves: 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 Oriçanga River – in the state of São Paulo, Brazil. In order to reach such purpose, a farmer's typology for the watershed was elaborated. 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 2002/2003 and 2008/2009. 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 with the management of natural vegetation recovery aimed at the sustainable 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.

## 1. Introdução

Este trabalho propõe-se a avaliar o impacto econômico da reserva legal sobre a margem bruta de diferentes tipos de unidades de produção agropecuária (UPA) da Microbacia Hidrográfica do Rio Oriçanga, localizada na Bacia dos Rios Mogi Guaçu e Pardo, Estado de São Paulo. A microbacia inclui todo o município de Estiva Gerbi e engloba porções dos municípios de Mogi Guaçu e Espírito Santo do Pinhal. Trata-se de uma área de relevância agrícola para o Estado de São Paulo, onde se pratica uma agricultura bastante diversificada, destacando-se a citricultura, mas com importante presença de bovinos de leite e de corte, café, cana-de-açúcar, milho e olerícolas.

A partir da proposta de tipologia de UPAs da Microbacia proposta por Fasiaben *et al.* (2009), foram selecionados dois tipos considerados de maior interesse para o trabalho, a fim de que se procedesse à modelagem de seus sistemas de produção: *Pequenos Produtores* pouco tecnificados e *Citricultores*. A escolha deve-se ao fato de que esses representam, no caso dos Pequenos Produtores pouco tecnificados, um grande contingente de produtores, e, no caso dos Citricultores, uma das atividades de maior relevância econômica na área de estudos. A análise desses dois tipos permitiu estabelecer comparações úteis sobre o impacto econômico diferenciado da legislação de reserva legal.

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

Este trabalho se divide em quatro seções, além desta introdução. Na segunda seção se apresentam as justificativas para a escolha do arcabouço metodológico que orientou o trabalho. Na terceira, descrevem-se o material e o método empregados. Na quarta seção se apresentam os resultados e na quinta, as conclusões do estudo.

## 2. Justificativa



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

A programação linear é considerada por diversos autores como um instrumento eficiente na análise econômica e na administração rural, podendo traduzir a realidade técnico-econômica da propriedade (PERES, 1981; CONTINI, 1984; DOSSA, 1994; AMBRÓSIO, 1997; FASIABEN *et al.* 2003). Reconhecem-se, entretanto, as limitações da PL tradicional, estas ligadas à sua neutralidade em relação ao risco, às dificuldades na obtenção de bons coeficientes técnicos, à não linearidade dos processos produtivos, entre as mais importantes (PERES, 1976; SANTOS, 1990; DOSSA, 1994). Outro problema ligado à maximização das receitas está na característica estática de muitos dos modelos de programação e o tratamento simplificado, e mesmo ausente, do impacto de políticas voltadas para a agricultura.

Day (1963) considera que um modelo de produção agropecuária, para ser adequado, deveria considerar: i) a interdependência entre os produtos que utilizam insumos em comum; ii) possibilidades de ajustes no tempo; iii) mudanças tecnológicas; iv) projeções de políticas; v) alterações históricas nas áreas e produtividades das culturas; vi) incerteza; vii) demanda, oferta e relações de preços; viii) oferta agregada de fatores de produção; ix) taxas de investimento em fatores fixos no curto prazo; x) especialização regional e competição. O autor procura demonstrar que a interdependência entre diferentes tipos de restrições, os ajustes no tempo, as variações nos preços e a incerteza podem ser “acomodados” de maneira relativamente simples, e para tanto propôs o sistema de programação recursiva, apoiando-se em modelo dinâmico anteriormente elaborado por Henderson para uso da terra.

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

Na unidade de produção agropecuária atuam fatores internos e externos à empresa. Tais condicionantes devem ser levadas em consideração quando se formula um modelo de decisão. As condições internas dizem respeito à disponibilidade de recursos, onde, mudanças nas disponibilidades alteram a proporção entre os fatores de produção e assim, a tecnologia. Em relação às condições externas, estão presentes a competição por recursos, a presença institucional na forma de políticas agrícolas e serviços, além dos dispositivos legais (GEMENTE, 1978).

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. Ou seja, devem possuir elementos dinâmicos, de modo a permitir a interligação temporal das decisões. Segundo vários autores, os modelos de programação recursiva se prestam a essa finalidade, (GEMENTE, 1978; OLIVEIRA *et al.*, 2001; CURI *et al.*, 1998; PINHEIRO, 2001; RODRIGUES, 2002).

Sabe-se que o MPR permite, por exemplo, reproduzir o padrão de evolução da produção agrícola de uma região durante um período determinado, além de propiciar estudos adicionais de simulação ou projeções com base em sua estrutura.

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. Neste estudo, avalia-se a pertinência dos MPR para atender a este objetivo.

### 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:

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

e

$$x_j(t) \geq 0 \quad (3)$$

com

$$x_j(t) = f_i[x_j^*(t-1), b_i(t-1), c_i(t)] \quad (4)$$

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

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.

O conjunto de inequações como em (2) serve para restringir o nível das atividades por um conjunto de limitações dadas pelo vetor  $b(t) = [b_i(t)]$ , de dimensão  $m$ , que estabelece as disponibilidades de recursos tanto da unidade de 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 Reserva Legal e de Áreas de Proteção Permanente.

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

A desigualdade (3) indica que as atividades não podem ser negativas, sendo que no máximo, não figurarão na solução ótima.

Enfim, a relação (4) assegura que as restrições dependem das soluções passadas  $x_j^*(t-1)$ , dos níveis das disponibilidades prévias  $b_i(t-1)$ , e de um vetor  $c(t) = [c_i(t)]$  que fornece informações exógenas ao modelo. Trata-se da equação geral do mecanismo recursivo.

### 3.2. Restrições de Comportamento

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

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

De forma geral, podem ser expressos como:

$$\sum_j a_{ij} x_j(t) \leq \bar{b}_i t \quad (5)$$

e

$$\sum_j a_{ij} x_j(t) \geq \underline{b}_i t \quad (6)$$

onde a  $j$ -ésima atividade produtiva pode variar entre limites superiores ( $\bar{b}_i$ ) e inferiores ( $\underline{b}_i$ ) no ano  $t$ .

Ou, expresso de outra forma:

$$\sum_j a_{ij} x_j(t) \geq (1 - \beta) \sum_j x_j^*(t-1) \quad (7)$$

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

$$\sum_j a_{ij} x_j(t) \leq (1 + \alpha) \sum_j x_j^*(t-1) \quad (8)$$

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

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

Neste trabalho empregou-se a estimativa dos mínimos quadrados, onde, através das equações:

$$x_j(t) = \gamma_1 x_j(t-1) \quad (9)$$

$$\text{onde } x_j(t) \geq x_j(t-1)$$

e

$$x_j(t) = \gamma_2 x_j(t-1) \quad (10)$$

$$\text{onde } x_j(t) \leq x_j(t-1),$$

reuniram-se os pontos acima e abaixo de uma reta de 45° no plano “área em  $t$ ” versus “área em  $t-1$ ”. A estimativa  $\gamma_1$  fornece indiretamente  $\alpha$  (porcentagem de variação para cima), sendo  $\alpha = \gamma_1 - 1$ ; e de  $\gamma_2$



se obtém  $\beta$  (porcentagem de variação para baixo), sendo  $\beta = 1 - \gamma_2$ . Ou seja, os coeficientes angulares das retas “acima” e “abaixo” serviram para calcular, respectivamente, os limites superior e inferior dos coeficientes de flexibilidade.

### 3.3. Bases de Dados

Os modelos recursivos foram construídos para o período compreendido entre os anos agrícolas 2002/2003 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 reserva legal apresentado neste trabalho foi aquele elaborado pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF/LCB/ESALQ/USP) e descrito por Preiskorn *et al.* (2009). Os coeficientes técnicos referentes aos custos de implantação e manutenção da reserva legal foram obtidos junto à equipe do LERF e adaptados à infraestrutura (notadamente máquinas e implementos agrícolas) e mão-de-obra disponíveis 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 obter as estimativas para a Microbacia do Rio Oriçanga, os dados municipais foram ponderados proporcionalmente à área de cada município contida na microbacia.

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

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 onde não se dispunha dos dados para todos os meses do ano agrícola, a



exemplo do preço pago por defensivos agrícolas - tomados pelo IEA em janeiro, abril, agosto e outubro -, calculou-se a média dos meses disponíveis.

As séries históricas de precipitação pluvial, empregadas para o cálculo do número de dias úteis de máquinas agrícolas foram extraídas da base de dados do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Instituto 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 dez painéis técnicos na área de estudos com o objetivo de cobrir a diversidade socioeconômica, produtiva, tecnológica e ambiental da região, expressa nos diferentes tipos de sistemas de produção encontrados na área de estudos. O número médio de participantes de cada painel, entre agricultores e técnicos, foi de oito pessoas. De cada painel participaram no mínimo dois pesquisadores conhecedores dos temas a serem tratados.

Cada painel técnico começou pelo processo de validação da tipologia, procedendo-se, em seguida, à coleta das informações dos sistemas de produção típicos, levando-se em conta 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 (CARDOSO *et al.*, 2007; 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 no sistema típico. 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 incluídos os custos de arrendamento da terra e os custos financeiros, estes com o objetivo de determinar o custo do agricultor com a tomada de financiamentos, conforme Osaki, Alves & 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, 2008; SORAL *et al.*, 2002; PEREZ & BACHA, 2008).

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: i) imposto pago pelo produtor de 2,3% sobre o produto comercializado; ii) custo de R\$ 40,00/m<sup>3</sup> de tora para corte e carregamento na área sob manejo da reserva legal (limite de exploração de 25% do total de indivíduos); iii) custo de transporte da tora equivalente a R\$ 0,30/m<sup>3</sup>/km, da propriedade até a serraria (máximo de 50 km); iv) taxa de desdobra de 50%; v) valor de R\$ 188,00 cobrado pela serraria para cada 1m<sup>3</sup> de madeira serrada, incluídos aqui custos de produção, impostos e margem de lucro; vi) custo de R\$ 0,41/m<sup>3</sup>/km para o transporte da madeira serrada de Mogi Guaçu até a Grande São Paulo; vii) margem de 30% sobre a revenda da madeira serrada.

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

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

### 3.6. 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/ESALQ/USP (OSAKI, ALVES & SOUZA, 2006; ALVES, FELIPE & BARROS, 2005), com adaptações.

No presente 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 adotados pelos produtores. Considera-se que a margem bruta de uma atividade corresponde ao valor bruto da produção da atividade, subtraído dos desembolsos efetuados com ela. Assim, restam-se do produto bruto os custos com insumos (inclusive combustíveis), manutenção de máquinas e benfeitorias, seguro de máquinas, juros pagos por financiamentos, custos com arrendamentos de terras, mão-de-obra contratada, assistência técnica e outros possíveis dispêndios. Deste modo, a margem bruta que se obtém, ao final, para a unidade de produção, deve remunerar os fatores fixos: terra, trabalho familiar, capital e gestão do empresário familiar.

#### 3.6.2 Valor Presente Líquido (VPL) e Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa)

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

O VPL é calculado pela expressão:

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

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



Para se comparar projetos com fluxos de caixa de vidas úteis diferentes frequentemente se utiliza o Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA). É considerado um critério extremamente útil para comparar investimentos com períodos, ou horizontes, desiguais (MOORHEAD & DANGERFIELD, 1998). Trata-se da expressão anual (uniforme) do valor presente líquido no horizonte de planejamento computado, a uma determinada taxa de desconto (FLORIANO, 2008). Ou seja, através do VPLA pode-se demonstrar quanto de ganho líquido um projeto de investimento poderá propiciar período a período.

O VPLA é calculado pela expressão:

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

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

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

### 3.7. Formulação dos Modelos Empíricos de Programação Recursiva das Unidades Típicas de Produção da Microbacia do Oriçanga

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

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

Esse modelo inicial constitui uma imagem do sistema de produção atual (ano agrícola 2007/2008) dos dois tipos de unidades de produção analisados: 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. Trata-se de um mecanismo de inserção de dinamismo e de consideração de risco na análise.

### 3.8. Cálculo dos Coeficientes de Flexibilidade

No cálculo dos coeficientes de flexibilidade estimaram-se as áreas plantadas com cada cultura e o número de vacas ordenhadas na microbacia a partir das séries históricas de produção agrícola e produção pecuária municipais do IBGE (PAM-PPM/IBGE), com exceção da laranja.

Admitiu-se que o aporte na área plantada com cada cultura e no número de vacas ordenhadas de cada município para a microbacia eram proporcionais à área física que o município ocupa na mesma. Assim, as áreas plantadas com cada cultura e o número de vacas ordenhadas na Microbacia do Rio Oriçanga correspondem ao somatório dos dados municipais, ponderados pelo percentual de área que cada município ocupa na microbacia.

No caso da cultura da laranja empregou-se a série do IEA que representa o número de pés (em produção, somados aos pés novos) para o estado de São Paulo. Na opinião de especialistas, para laranja, estes eram os dados que apresentavam maior consistência com os objetivos do trabalho. Todas as séries históricas cobriram o período de 1990 a 2008.

Inicialmente, procedeu-se, para cada cultura e rebanho, a estimar por regressão linear a partir do método dos mínimos quadrados ordinários, as retas representativas das áreas plantadas com cada cultura (ou número de pés no caso da laranja; ou número de vacas ordenhadas, no caso da produção leiteira), no plano  $t$  versus  $t-1$ , localizadas acima e abaixo da reta das áreas plantadas (ou número de pés, ou número de vacas ordenhadas) em  $t-1$ . Os coeficientes angulares das retas “acima” e “abaixo” serviram para calcular, respectivamente, os limites superior e inferior dos coeficientes de flexibilidade ( $\gamma_1$  e  $\gamma_2$  das equações (9) e (10), apresentadas anteriormente).

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

## 4. Resultados

### 4.1. Citricultores

#### 4.1.1 Características Gerais da Unidade dos Citricultores

A propriedade modal descrita 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 desenhada é gerenciada pela família e conta com a mão-de-obra familiar de dois adultos em tempo integral, contratando-se outras duas pessoas de forma permanente. Os serviços de colheita e plantio da laranja se fazem na forma de empreita. O produtor possui dois tratores e os equipamentos necessários à condução das lavouras.

A estimativa dos remanescentes de vegetação natural das unidades de produção através do mapeamento mostrou, para os Citricultores, que 5,16% da sua área (4,128 ha) correspondem a APPs (matas ciliares), das quais 58,94% estão ocupadas com vegetação natural e o restante têm uso antrópico. Neste tipo de unidade, 0,5% da área das propriedades (0,392 ha) estão na Classe Va de capacidade de uso das terras<sup>1</sup>, devido a condições de encharcamento - cabendo aí também a alocação de APPs. Detectaram-se, ademais, áreas com vegetação fora das APPs que, em princípio, poderiam ser enquadradas como reserva legal e que giram em torno de 7,05% da área das explorações (5,640 ha). Adicionalmente, perto de 0,8% das áreas (0,656 ha) foram enquadradas na Classe VI de capacidade de uso, ou seja, sem aptidão para culturas anuais e perenes, e aptas para reflorestamento. Deste modo, e considerando que: i) as áreas de capacidade de uso Classe VI fossem destinadas à reserva legal, e ii) que o cumprimento da reserva legal se fizesse na propriedade, deveriam ainda ser realocados 9,704 ha

<sup>1</sup> A descrição das Classes de Capacidade de Uso das Terras pode ser encontrada em Mendonça *et al.*, 2006.



de áreas usadas na produção para o cumprimento da reserva legal nas unidades de produção dos Citricultores, de modo a alcançar os 20% da área total, exigidos por lei.

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

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

Admitiu-se, ainda, no fluxo de caixa da 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 médias: i) sem produção no ano de implantação, no ano 1 e no ano 2; ii) 0,5 caixa (40,8 Kg) por planta no terceiro ano; iii) 1 cx/planta no quarto ano; iv) 2,7 cx/planta dos anos 5 a 11; e v) 2,3 cx/planta dos anos 12 a 18. Estes valores equivalem a uma produtividade média de 2,03 caixas por planta ao longo de todo o ciclo produtivo.

A partir dos dados tomados para 2007/08, estimou-se que o VPL da margem bruta para a cultura da laranja na unidade de produção típica, calculado a partir dos dados dos painéis, alcançou o montante de R\$ 16.915,21 e o VPLA chegou a R\$ 1.562,23/ha. Deve-se recordar que foram considerados apenas os desembolsos no cálculo desses indicadores.

##### **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/ha.

##### **c) Manejo da Reserva Legal**

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

Na propriedade típica de Citricultores da Microbacia do Oriçanga há um déficit de reserva legal da ordem de 9,7 ha, para que se completem os 16 ha exigidos por lei. Se tal déficit fosse cumprido na própria unidade de produção, então esses 9,7 ha deveriam ser realocados a partir de áreas hoje cultivadas. Nessa área, a partir do manejo proposto pelo LERF estima-se a produção de madeira apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 – Quantidade de indivíduos e volume explorado de madeira na reserva legal segundo modelo proposto pelo LERF, por tempo da exploração e grupo de madeira

Anos	Quantidade explorada (Indivíduos/ha)	Cálculo DAP (m <sup>3</sup> /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
<b>TOTAL</b>	<b>4357,5</b>	<b>953,34</b>		

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

Com o manejo da reserva legal, estimou-se um VPL de R\$ 7.185,29/ha, considerado o período de 80 anos e o VPLA foi calculado em R\$ 428,52/ha, para a unidade típica dos Citricultores.

#### 4.1.3 Coeficientes de Flexibilidade

Foram estimadas, para a Microbacia do Rio Oriçanga, as áreas com diferentes usos do solo, para o período de 1990 a 2008, com exceção da laranja, cujos dados de base se referem ao Estado de São Paulo<sup>2</sup>.

Estas informações foram usadas no cálculo dos coeficientes de flexibilidade das atividades laranja e milho.

Os valores encontrados para os coeficientes de flexibilidade são apresentados na Tabela 2. Eles representam os limites de variação permitidos ao modelo, para cima e para baixo, para as culturas da laranja e do milho, a cada ano agrícola, na Microbacia do Rio Oriçanga. Esses percentuais devem ser aplicados a cada ano agrícola, tendo por base os resultados do período anterior.

TABELA 2 – 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 <sup>(1)</sup>	2,32%	3,71%
Milho <sup>(2)</sup>	10,98%	17,69%

FONTE: Elaborado pelos autores com base em <sup>(1)</sup>Banco de Dados IEA (2010) e <sup>(2)</sup>PAM/SIDRA, IBGE (2010).

<sup>2</sup>No caso da laranja, empregaram-se dados relativos ao número de pés (que se mostraram mais pertinentes aos objetivos deste estudo que os dados de área) para o estado de São Paulo, já que estes se apresentavam em série mais longa que os municipais. Para o milho, estimou-se a variação na área plantada para a Microbacia do Rio Oriçanga, pois se contava com dados municipais em séries extensas.

No caso da reserva legal, dada a impossibilidade legal de corte raso, obriga-se o modelo a manter exatamente o valor fixado por lei. O mesmo raciocínio vale para as APPs, já que elas devem ser mantidas intactas segundo a legislação.

#### 4.1.4 Variação na Rentabilidade das Atividades Agrícolas

Na análise recursiva, consideraram-se sete anos agrícolas: de 2002/03 a 2008/09. Este limite se deveu à disponibilidade de dados que pudessem ser utilizados para a estimativa do valor da madeira em pé na propriedade, já que a série de preços da madeira do IPT<sup>3</sup> se restringia ao período entre 2003 e 2007. Os preços da madeira nos períodos faltantes foram calculados pela tendência.

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 o m<sup>3</sup> da madeira em pé na propriedade, e para a lenha em pé, são apresentados na Tabela 3. Pelas estimativas, observa-se um crescimento da ordem de 9,0% ao ano no valor da madeira em pé, e de 7,3% no da lenha em pé no período de 2002/03 a 2008/09. Comparativamente, no mesmo período, o preço da laranja teve tendência de queda de 5,2% ao ano e o do milho, de queda de 3,3% ao ano. Ampliando-se o período analisado dos preços de 1998/1999 a 2008/09, observa-se, no caso do milho, uma tendência de redução do preço de 1,1% ao ano, e na laranja, uma tendência de aumento de 2,4% ao ano.

TABELA 2 – 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\$/m<sup>3</sup>)

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
<b>Média</b>	<b>239,86</b>	<b>95,94</b>	<b>42,74</b>

FONTE: Estimado pelos autores.

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

Bacha (2009) destaca que os anos 2000 têm presenciado escassez de madeira, o que é evidenciado pela falta de madeira para certas indústrias, como o caso da indústria moveleira de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e pela evolução dos preços. O autor cita aumentos nos preços de 342% para árvores de pinus e 240% para eucalipto, entre setembro de 2002 e julho de 2008, na região de Bauru - SP, enquanto a inflação no período teria sido de 72,4% (IGP-DI).

Em relação às madeiras nativas, a sua crescente escassez também leva à valorização. Nesse sentido, a proposta de manejo da reserva legal com espécies de madeira de lei, além do lado ambiental, pode representar uma poupança e uma fonte de renda para os agricultores, frente aos preços que possam vir a ser alcançados pela madeira de espécies nativas.

<sup>3</sup>Referentes ao preço da madeira serrada na Grande São Paulo.

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. A Tabela 4 mostra a variação das margens brutas, calculadas para as diferentes atividades praticadas por este tipo de unidade de produção, no decorrer do período.

TABELA 4 – Variação nas margens brutas das atividades dos Citricultores, Microbacia do rio Oriçanga, estado de São Paulo (em R\$/ha)

Período	Laranja	Milho Alta Tecnologia	Reserva Legal Manejada
2002/03	3.269,14	1.568,53	183,20
2003/04	1.960,20	640,30	232,01
2004/05	-291,51	216,68	280,23
2005/06	802,53	94,79	417,77
2006/07	1.897,46	472,43	433,93
2007/08	1.562,23	837,74	428,52
2008/09	-233,16	-99,22	463,27
<b>Média</b>	<b>1.280,98</b>	<b>533,04</b>	<b>348,42</b>

FONTE: Dados da pesquisa, 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, 2007, 2008).

#### 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 efetuado, obrigou-se o modelo a: i) manter 4,128 ha como matas ciliares (APP); ii) destinar 0,392 ha de área inundável (Classe Va) também a APP; iii) preservar os 5,640 ha relativos à vegetação natural fora de APP, já existentes; iv) considerar a existência de 0,656 ha como áreas de baixa aptidão (Classes VI e VII); e v) alocar para reserva legal 9,704 ha, que hoje são destinados à produção, prevendo que nesta área se possa ou não seguir o manejo proposto pelo LERF.

Partindo do sistema de produção atualmente praticado pelo produtor, desenharam-se, assim, três situações:

- 1) Simulando-se o sistema atual do produtor, onde se cultiva laranja e milho, sem completar a área de reserva legal prevista na legislação (Situação 1);
- 2) Respeitando-se as atividades do sistema atual da unidade de produção típica, mas alocando-se terra da unidade de produção para completar o total previsto com reserva legal, que seguiria o manejo proposto pelo LERF (Situação 2);
- 3) Respeitando-se as atividades do sistema atual da unidade de produção e alocando-se a área prevista para reserva legal, que se mantém, entretanto, sem nenhum tipo de manejo (Situação 3).

Deste modo, o modelo alocou, através da análise recursiva, as áreas apresentadas na Tabela 5, para as atividades dos Citricultores.

TABELA 5 – 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 <sup>(1)</sup>			Situação 2			Situação 3		
	Laranja	Milho	Reserva Legal	Laranja	Milho	Reserva Legal	Laranja	Milho	Reserva Legal
2002/03	65,079	4,105	0,000	56,155	3,325	9,704	56,155	3,325	9,704
2003/04	64,405	4,039	0,000	55,374	4,039	9,704	55,374	4,039	9,704
2004/05	62,942	3,639	0,000	54,116	3,639	9,704	54,116	3,639	9,704
2005/06	65,367	3,279	0,000	56,201	3,279	9,704	56,201	3,279	9,704
2006/07	65,121	3,984	0,000	55,496	3,984	9,704	55,496	3,984	9,704
2007/08	64,344	4,840	0,000	54,640	4,840	9,704	54,640	4,840	9,704
2008/09	64,876	4,308	0,000	55,172	4,308	9,704	55,172	4,308	9,704

FONTE: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem. NOTA: <sup>(1)</sup> Situação 1 simula o sistema atual do produtor.

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 2002/2003 a 2008/09, apresentadas em valores e em termos percentuais (em relação ao sistema atual do produtor), na Tabela 6.

TABELA 6 – Margens brutas da unidade de produção típica dos Citricultores, em três situações simuladas, Microbacia do rio Oriçanga, estado de São Paulo

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

FONTE: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem. NOTA: <sup>(1)</sup> Situação 1 simula o sistema atual do produtor;

<sup>(2)</sup> Variação percentual em relação ao sistema atual do produtor – Situação 1.

A análise da tabela anterior mostra que, na unidade típica de produção dos Citricultores, a alocação de áreas hoje cultivadas para o cumprimento da reserva legal na propriedade, segundo as estimativas realizadas, representaria uma redução na sua margem bruta no equivalente a 13 %, desde que ela fosse manejada para exploração da madeira. No caso da reserva legal ser mantida sem nenhum tipo de manejo ou exploração, essa redução seria da ordem de 17%.



Cabe destacar, entretanto, que naqueles anos onde a relação de troca<sup>4</sup> se mostrou mais desfavorável para a laranja - carro chefe desta unidade de produção típica -, o produto do manejo da reserva legal serviu como um “amortizador” das perdas. Este foi o caso do ano de 2005, quando, segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), no caso da laranja, eram necessárias 65,2 caixas de 40,8 kg para adquirir uma tonelada de fertilizante, tendo essa relação caído para 47,2 caixas em 2006 (DCI, 2010).

Os resultados alcançados com o sistema típico de produção dos Citricultores indica que, aqui, seria vantajoso compensar a reserva legal fora da propriedade, em locais onde o custo de oportunidade do uso da terra fosse mais baixo.

Entretanto, como se pode constatar pelo mapeamento, na Microbacia do Rio Oriçanga não haveria terras de baixa aptidão agrícola suficientes para que aí se dessem as compensações, como preconiza a lei<sup>5</sup>.

## **4.2 Unidade de Produção Típicas de Pequenos Produtores de Leite**

### **4.2.1 Características Gerais dos Pequenos Produtores de Leite**

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 de empregos na região. Nos painéis, constatou-se que as unidades deste tipo vêm enfrentando um processo de envelhecimento dos agricultores, obsolescência tecnológica e dos instrumentos de trabalho, e descapitalização.

A 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 a milho para silagem e 2,42 para milho em grão. A área de mata registrada pelos produtores no painel foi de 1,21 ha. O rebanho conta com 30 vacas mestiças, metade delas em lactação. O sistema de ordenha é manual e a propriedade pode contar com uma infraestrutura de instalações sobredimensionada, uma vez que vem reduzindo seu rebanho paulatinamente.

O mapeamento da vegetação natural das unidades de produção dos Pequenos Produtores mostrou que 6,7% da sua área correspondem a APPs de margens de rios e nascentes (1,62 ha), dos quais apenas 39,4% estão vegetadas. Outros 6,4% estão cobertos com vegetação natural fora de APPs, que foram considerados como área passível de averbação como reserva legal (1,55 ha). Por outro lado, 3,13% das terras foram classificadas como de baixa aptidão para lavouras e pastagens (capacidade de uso classes VI e VII), o que equivale a 0,76 ha, e outros 3,04% (0,74 ha) como de Classe Va (solos sujeitos a encharcamento), e que deveriam estar contemplados como APP. Deste modo, para completar os 25% previstos por lei como total a ser mantido com vegetação natural na pequena

<sup>4</sup> Entre os índices de preços agrícolas do Estado de São Paulo, calculados pelo IEA, o Índice de Paridade (IP) - ou relação de trocas no setor agrícola - compara as mudanças relativas entre os preços recebidos pelos agricultores (IPR) e os preços pagos pela agricultura (IPP), medindo o poder aquisitivo do agricultor. Representa a relação entre o IPR e o IPP, ambos tendo como referência a mesma base (agosto de 1994). O IP, calculado pelo IEA, corrobora que o ano de 2005 foi o que representou as mais baixas relações de troca do período de janeiro de 2004 a setembro de 2009, período em que este índice está sendo apresentado pelo Instituto (IEA, 2010).

<sup>5</sup> No caso da compensação da reserva legal fora da propriedade, esta deve se dar por outra área equivalente em importância ecológica e extensão, desde que pertença ao mesmo ecossistema e esteja localizada na mesma microbacia. Na impossibilidade de se compensar na mesma microbacia, a lei permite a compensação fora desta, mas dentro da mesma bacia hidrográfica (nos termos do Plano de Bacia Hidrográfica) e no mesmo ecossistema, observado o critério da maior proximidade possível entre a propriedade desprovida de reserva legal e a área escolhida para compensação.



propriedade (somadas APP e reserva legal), 1,38 ha deveriam ser deslocados da produção para serem destinados a suprir o déficit de reserva legal.

A gestão da unidade de produção é feita pelo proprietário, e a mão-de-obra empregada é estritamente familiar, do proprietário e de sua esposa, esta em tempo parcial. O casal tem dois filhos, que possuem empregos urbanos, e a maior parte da renda da família provém de seus salários. Contrata-se o serviço de máquinas em operações como plantio e colheita do milho, e também mão-de-obra temporária, como na confecção da silagem.

A média histórica dos juros do crédito rural considerada foi de 3% ao ano, admitindo-se que o produtor se utilize o crédito subsidiado pelo Programa Nacional de Desenvolvimento da Agricultura Familiar – PRONAF. Também se possibilitaram os adiantamentos em lojas comerciais com taxas médias de juros de 2% ao mês. Admitiu-se que o financiamento somente possa ser empregado na cultura fim. Previu-se, ainda, que a troca de cada trator se fizesse no prazo de vinte e cinco anos, com financiamento a taxas de juros de 6% ao ano.

Admitiu-se, ainda, no fluxo de caixa da 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, quinze vacas em lactação, quinze vacas secas, quatro fêmeas de dois a três anos, sete fêmeas de um a dois anos, sete fêmeas de até um ano e sete machos de até um ano. Estes animais dispõem, para sua alimentação, de 13,31 ha de capim braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marundu), 1,21 de capim elefante e de 6,05 ha destinados à silagem de milho. A produtividade média diária do rebanho é de seis litros de leite por vaca.

Os coeficientes técnicos para a pecuária de leite foram construídos a partir da “unidade matriz” ou “unidade vaca”. Aqui, a produção se baseia nas matrizes, que fazem parte de um rebanho cuja estrutura é ditada pelas características tecnológicas da exploração. A composição da medida “unidade vaca” da unidade de produção representativa dos Pequenos Produtores é apresentada na Tabela 7.

TABELA 7 – 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
<b>Total</b>	<b>1,87</b>	<b>1,38</b>

FONTE: Pesquisa de Campo – Painéis Técnicos.

As atividades “pastagem de braquiarião”, “capim elefante”, “silagem”, “unidade vaca” e “venda de leite” foram tratadas separadamente na modelagem, e unidas entre si pela condicionante do balanço alimentar exigido e pela produção de cada unidade vaca.

No padrão de tecnologia baixa, característico da produção leiteira nas pequenas unidades de produção da Microbacia do Rio Oriçanga, a margem bruta da atividade leiteira em 2007/08 foi de R\$ 496,00/ha, descontados apenas os desembolsos monetários.

### b) Cultura do Milho

Os pequenos produtores familiares apresentam um sistema com o menor nível tecnológico encontrado para milho entre os tipos de unidades de produção analisados. Boa parte das operações mecanizadas realizadas por empreita (preparo do solo, plantio e colheita). A produtividade descrita foi da ordem de 61,98 sc/ha, o que fez com que a margem bruta da atividade alcançasse R\$ 103,99/ha em 2007/08.

### c) Manejo da Reserva Legal

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 reserva legal.

Com o manejo proposto pelo LERF para a reserva legal, estima-se a produção de madeira já apresentada na Tabela 11.

Os cálculos econômicos, entretanto, diferem daqueles descritos para 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 reserva legal se mostrou um pouco superior ao das propriedades do Tipo 4, dada a necessidade de contratação do serviço de máquinas para algumas operações.

Com o manejo da reserva legal, 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.

### 4.2.3 Coeficientes de Flexibilidade

Os coeficientes de flexibilidade para a produção leiteira na Microbacia do Rio Oriçanga foram calculados a partir da variação do número de vacas ordenhadas, no período de 1990 a 2007, tendo como fonte a Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) do IBGE.

Os valores encontrados para os coeficientes de flexibilidade do leite e milho são apresentados na Tabela 8. Eles vão impor os limites de variação que se permitem ao modelo, a cada ano agrícola, no que se refere à produção leiteira da unidade típica. Esses percentuais, como já se descreveu anteriormente, devem ser aplicados a cada ano agrícola, tendo por base os resultados do período anterior.

TABELA 8 – 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 <sup>(1)</sup>	9,29%	4,52%
Milho <sup>(2)</sup>	10,98%	17,69%

FONTE: Elaborado pelos autores com base em <sup>(1)</sup>PPM/SIDRA, IBGE (2010) e <sup>(2)</sup>Banco de Dados IEA (2010).

Assim como já se explicitou anteriormente, no caso da reserva legal, obriga-se o modelo a manter o valor fixado por lei. As áreas de APP devem obrigatoriamente ser mantidas intactas, seguindo a legislação.

#### 4.2.4 Variação na Rentabilidade das Atividades dos Pequenos Produtores

A Tabela 9 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.

Deve-se destacar, da Tabela 9, o fato do milho de baixa tecnologia ter a margem bruta frequentemente negativa, apresentando-se com média de – R\$33,09/ha no período analisado.

TABELA 9 – Variação nas margens brutas das atividades dos Pequenos Produtores, Microbacia do rio Oriçanga, estado de São Paulo (em R\$/ha)

Período	Leite	Milho Baixa Tecnologia	Reserva Legal Manejada
2002/03	457,75	520,94	172,479
2003/04	427,16	20,8	221,22
2004/05	398,26	-171,007	268,77
2005/06	250,33	-218,708	406,11
2006/07	274,06	-58,48	421,91
2007/08	496,00	103,987	416,84
2008/09	387,68	-429,17	452,86
<b>Média</b>	<b>384,46</b>	<b>-33,09</b>	<b>337,17</b>

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, 2007, 2008).

#### 4.2.5 Cenários para Pequenos Produtores

Com base no mapeamento da vegetação natural efetuado, obrigou-se o modelo a: i) manter 1,621 ha como matas ciliares (APP); ii) destinar outros 0,736 ha de área inundável (Classe Va) a APP; iii) preservar os 1,549 ha relativos à vegetação natural fora de APP, já existentes; iv) considerar 0,759 ha como área de baixa aptidão para culturas e pastagens; v) alocar para reserva legal 1,385 ha, que hoje destinados à produção, seguindo-se ou não, aí, o manejo proposto pelo LERF.

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

A Tabela 10 apresenta as alocações de áreas para cada atividade, determinadas pelo modelo.

TABELA 10 – Áreas e número de unidades-vaca alocadas pelo modelo para as três situações estudadas para os Pequenos Produtores, Microbacia do rio Oriçanga, estado de São Paulo: 2002/03 a 2008/09

Período	Situação 1 <sup>(1)</sup>			Situação 2			Situação 3		
	No. de Vacas	Milho	Reserva Legal	No. de Vacas	Milho	Reserva Legal	No. de Vacas	Milho	Reserva Legal
2002/03	27,07	1,52	0,00	24,99	1,52	1,39	24,99	1,52	1,39
2003/04	27,44	1,27	0,00	25,36	1,27	1,39	25,36	1,27	1,39
2004/05	27,21	1,42	0,00	25,13	1,42	1,39	25,13	1,42	1,39
2005/06	26,96	1,60	0,00	24,88	1,60	1,39	24,88	1,60	1,39
2006/07	26,67	1,79	0,00	24,59	1,79	1,39	24,59	1,79	1,39
2007/08	26,35	2,00	0,00	24,27	2,00	1,39	24,27	2,00	1,39
2008/09	26,67	1,79	0,00	24,59	1,79	1,39	24,59	1,79	1,39

FONTE: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem. NOTA: (1) Situação 1 simula o sistema atual do produtor.

Conforme já se descreveu anteriormente, as áreas a serem re-allocadas da produção para reserva legal foram mantidas fixas no modelo. O mecanismo recursivo, por sua vez, garante que áreas sejam destinadas às diferentes culturas a cada ano. Os resultados econômicos obtidos com os modelos recursivos são apresentados a seguir.

A simulação das três situações conduziu à seguinte variação das margens brutas das unidades produtivas dos Pequenos Produtores no período de 2002/2003 a 2008/09, apresentadas na Tabela 11 (em valores e variação percentual em relação ao sistema atual do produtor).

TABELA 11 – Margens brutas da unidade de produção típica dos Pequenos Produtores, em três situações simuladas, Microbacia do rio Oriçanga, estado de São Paulo

Período	Situação 1 <sup>(1)</sup>	Situação 2		Situação 3	
	(R\$/ano)	(R\$/ano)	% variação <sup>(2)</sup>	(R\$/ano)	% variação <sup>(2)</sup>
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
<b>Média</b>	<b>4.880,94</b>	<b>4.875,84</b>	<b>0</b>	<b>4.382,61</b>	<b>-10</b>

FONTE: Dados da pesquisa de campo, resultados da modelagem. NOTA: <sup>(1)</sup> Situação 1 simula o sistema atual do produtor;

<sup>(2)</sup> Variação percentual em relação ao sistema atual do produtor – Situação 1.

Segundo as estimativas realizadas, na unidade típica de produção dos Pequenos Produtores, o cumprimento da reserva legal, na própria unidade de produção, significaria uma redução de somente 0,1% na sua margem bruta, desde que fosse manejada para exploração da madeira. Ou seja, a implantação e o manejo da reserva legal, na forma prevista pela lei, não reduziram a margem bruta das unidades dos Pequenos Produtores da Microbacia do Rio Oriçanga, visto que estas se baseiam em atividades de baixa produtividade, como o milho e o leite de baixa tecnologia. Adicionalmente, há que se recordar que o leite é atividade altamente demandadora de mão-de-obra, cuja produção vem se reduzindo drasticamente na região, conforme corroboram os dados do IBGE relativos ao número de



vacas ordenhadas nos três municípios que compõem a Microbacia do Rio Oriçanga, e que serviram de base para as estimativas dessa variável na Microbacia.

No caso da reserva legal 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 reserva legal foram maiores que as obtidas no sistema atual do produtor, conforme resultados do modelo.

## 5. CONCLUSÃO

A metodologia empregada neste estudo permitiu mensurar o impacto da Reserva Legal sobre diferentes tipos de unidades de produção, o que se considera essencial como subsídio à formulação de políticas públicas capazes de, simultaneamente, viabilizar o cumprimento da lei (Código Florestal) e promover uma distribuição mais equitativa dos custos da conservação entre os diferentes agentes da sociedade, bem como uma alocação mais eficiente do uso dos recursos.

Considerando o período de 2002/03 a 2008/09, estimou-se, para o Tipo 4 (citricultor) da microbacia do Oriçanga, uma redução média na margem bruta da unidade de produção de 13%, no cenário de restauração e manejo sustentável do déficit de reserva legal - suprido através da realocação de áreas produtivas na propriedade - e de 17%, no cenário onde tal área se manteve sem nenhum tipo de recuperação ou manejo. Já para o pequeno produtor de baixa tecnologia, a margem bruta não sofreu alteração no primeiro cenário, e mostrou uma redução de 10% no segundo, para o mesmo período.

Para os Pequenos Produtores, há que se ressaltar que enfrentam o entrave da baixa produtividade nas suas atividades agropecuárias, apesar das explorações estarem localizadas predominantemente em solos de boa aptidão agrícola. O fato de haver oferta de emprego na região, especialmente no terciário, torna alto o custo de oportunidade de manter os jovens na propriedade, que têm saído sistematicamente para trabalhar fora. Nos painéis técnicos, constatou-se que as unidades deste tipo vêm enfrentando um processo de envelhecimento dos agricultores, obsolescência dos instrumentos de trabalho e descapitalização. A tendência atual é de que se busquem alternativas de baixo uso de mão-de-obra. Assim, o manejo florestal poderia ser pensado como uma alternativa, desde que equacionadas as questões dos custos de implantação e do longo prazo para que se tenham os retornos mais significativos do manejo da reserva legal.

Já para o citricultor (Tipo 4) da microbacia do Oriçanga, 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.

Tais 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. Tais estudos podem ajudar a orientar políticas públicas complementares ao mecanismo legal de comando e controle, com o intuito de promover um equacionamento mais justo da dívida da sociedade para com o meio ambiente definindo, inclusive, de que modo e em que proporção cada segmento contribuiria para fazer frente aos custos da preservação dos ecossistemas.

Mostram-se fundamentais políticas de apoio aos produtores rurais para permitir o cumprimento da reserva legal. Há que se fazer frente, inicialmente, a um dos seus maiores empecilhos: os altos custos de implantação da recuperação florestal. Aliado a isto, está o longo prazo para que se obtenham



os retornos mais significativos do manejo da reserva legal - a exploração da madeira-de-lei -, previstos para que ocorram em torno de quarenta anos após a implantação.

São imprescindíveis linhas de créditos especiais que possibilitem a implantação de modelos de recuperação das reservas legais, com taxas de juros subsidiadas e prazos de carência compatíveis. Nos casos de compensações da reserva legal fora da propriedade, é relevante se contar com linhas de crédito especiais para o financiamento de mecanismos como aquisições de terras, arrendamentos ou aquisições de cotas de reserva legal.

O Estado, ao exigir a preservação de florestas em propriedades privadas, pretende estender os serviços ecossistêmicos a toda sociedade. Como essa preservação representa um ônus aos proprietários de terras, há que se pensar em mecanismos para recompensá-los, na busca de justiça distributiva. O pagamento por serviços ecossistêmicos representa o reconhecimento de que não é justo que os produtores fiquem com todos os custos, além de ser uma forma de garantir a provisão daqueles serviços. Valores como os encontrados no presente trabalho podem servir de orientação a esse tipo de pagamento.

Uma vez tratado o tema da distribuição, devem ser estudados os desenhos de políticas institucionais que permitam uma alocação economicamente mais eficiente do uso dos recursos, mas que levem em conta as restrições ecológicas referentes à conservação da biodiversidade. Estes desenhos devem, em princípio, possibilitar que este processo possa ser conduzido através de estímulos de mercado.

Na discussão de uma alocação economicamente mais eficiente do uso dos recursos, considerando as restrições ecológicas referentes à conservação da biodiversidade, vem ganhando destaque a idéia de criação de um mercado para reservas de vegetação nativa. Para o funcionamento de tais mercados, reforça Iglioni (2007), é necessária a criação de um mecanismo de incentivos econômicos.

A questão da melhor localização das reservas legais poderia se resumir na busca de um ponto de equilíbrio entre o mínimo custo de oportunidade de uso das terras, sem perdas ecológicas relevantes. No caso da microbacia do Oriçanga, seguindo-se as características de mercados de reserva legal descritas anteriormente, poderia se pensar numa solução onde se desse a especialização dos pequenos proprietários como ofertantes de reserva legal. Esta não seria, entretanto, a melhor alocação das terras para a economia regional e estadual, dada a qualidade deste recurso na microbacia.

Tratando do estado de São Paulo, o Programa Biota elaborou uma série de mapas que visam permitir a definição de estratégias para a conservação da biodiversidade remanescente e para a restauração dos corredores ecológicos interligando os fragmentos naturais na paisagem (Ver Rodrigues *et al.*, 2008). Do ponto de vista biológico e da paisagem, foram identificadas e mapeadas as áreas prioritárias para: i) criação de unidades de conservação de proteção integral; ii) implantação de reserva legal ou de Reserva Particular do Patrimônio Natural; e iii) estabelecimento de corredores ecológicos interligando fragmentos de vegetação nativa. A ampliação do estudo do Programa Biota, através da análise dos custos e benefícios que implicariam a decisão de se respeitar tal mapeamento, ajudaria a subsidiar uma proposta para estabelecimento do mencionado mercado de reserva legal.

É preciso ter claro, entretanto, que os valores que medem o impacto da reserva legal sobre a renda dos produtores rurais representam apenas uma das faces de um complexo poliedro, uma vez que são inúmeros os serviços prestados pelas florestas à humanidade, difíceis de serem valorados.

Por último, cabe reconhecer a limitação da suposição implícita sobre a continuidade do comportamento atual de indicadores econômicos no longo prazo. Num horizonte de 80 anos – previsto no modelo de manejo sustentável da reserva legal - pouco se pode inferir em relação ao



comportamento de indicadores como a taxa de juros e os preços, por exemplo. Outra limitação diz respeito à escassez de dados históricos, especialmente os relacionados à produção, produtividade e preços de madeiras nativas, que deveriam ser contabilizadas como madeira em pé nas propriedades.

## 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](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.

CARDOSO, C.E.L. *et al.* (2007). Rentabilidade dos sistemas de produção de mandioca em uso pelos agricultores familiares do extremo sul da Bahia. **Revista Raízes e Amidos Tropicais.** 3ª edição. p. 1 – 4, 2007.

CASTANHO FILHO, E.P. Consumo aparente, cotação e valor da produção de madeira de florestas plantadas no Estado de São Paulo: uma visão das últimas décadas. **Análises e Indicadores do Agronegócio.** v.3, n.4, abr. 2008.

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 W.F.; LUNA, D.S. Avaliação da sustentabilidade hídrica do sistema Coremas/Mãe d'Água sob diversos cenários de vazões afluentes. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 4, 1998, Campina Grande. Departamento de Engenharia Civil/AERH, 1998. 1 CD.

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?](http://www.partnerconsulting.com.br/news_det.asp?pagina=3&noticia=63)

[pagina=3&noticia=63](http://www.partnerconsulting.com.br/news_det.asp?pagina=3&noticia=63)> Acesso em: 20 janeiro 2010.

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

DOSSA, D. Programação linear na gestão da propriedade rural: um enfoque alternativo. **Teoria e Evidência Econômica**, v.2, n.4, p.33-60, nov. 1994.



FASIABEN, M.C.R.; BACCHI, M.R.P.; PERES, F.C. Fronteira de eficiência econômica em condições de risco: estudos de caso de sistemas de produção familiar da Região Centro-Sul do Paraná. **Agricultura em São Paulo**, v.50, p.93-107, 2003.

FASIABEN *et al.* Agricultura e reserva legal florestal na Microbacia do Rio Oriçanga - SP: uma tipologia de unidades de produção agropecuária. In: XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2009. **Anais...** Porto Alegre. Desenvolvimento rural e sistemas agroalimentares: os agronegócios no contexto da integração das nações, 2009.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. **Florestar Estatístico: Revista do Setor Florestal Paulista para o Desenvolvimento Sustentável**. v. 11, n. 20. junho 2008. Disponível em: <<http://www.floresta.org.br>> Acesso em 19 janeiro 2010.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. **Florestar Estatístico: Revista do Setor Florestal Paulista para o Desenvolvimento Sustentável**. v. 9, n. 18. novembro 2006. Disponível em: <<http://www.floresta.org.br>> Acesso em 19 janeiro 2010.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. **Florestar Estatístico: Revista do Setor Florestal Paulista para o Desenvolvimento Sustentável**. v. 8, n. 17. julho 2005. Disponível em: <<http://www.floresta.org.br>> Acesso em 19 janeiro 2010.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. **Florestar Estatístico: Revista do Setor Florestal Paulista para o Desenvolvimento Sustentável**. v. 7, n. 16. julho de 2004. Disponível em: <<http://www.floresta.org.br>> Acesso em 19 janeiro 2010.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. **Florestar Estatístico: Revista do Setor Florestal Paulista para o Desenvolvimento Sustentável**. v. 6, n. 14. janeiro 2003. Disponível em: <<http://www.floresta.org.br>> Acesso em 19 janeiro 2010.

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

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.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE (2009). **Tipologia dos municípios paulistas baseada no PIB municipal**. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em 07 fevereiro 2010.

GEMENTE, A.C. Aplicação de um modelo de programação recursiva ao estudo do crescimento da produção agrícola na região de Campinas, Estado de São Paulo, 1970/71 a 1976/77. Piracicaba, 1978. 178p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.



IGLIORI, D.C.; SILVA JUNIOR, D.; LOBO, F.C. Uso de instrumentos econômicos para a proteção de vegetação nativa no estado de Goiás: uma análise exploratória. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 27, n.1, p.63-81, 2007.

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. 186p. 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, n.1, 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, n. 4, p. 888-895, 2006.

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

MOORHEAD, D. J.; DANGERFIELD, C. W. **Intensive forest management 2**. Tifton: The University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences and Warnell School of Forest Resources, 1998.

OLIVEIRA, M.B.A.; CURI, R.C.; CURI, W.F. Otimização da receita no perímetro irrigado de Sousa-PB via programação linear. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.3, p.227-235, set. 2001.

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, A.R.P. **Baixa produtividade do milho como consequência da tomada de decisão sob condições de risco na agricultura**. Piracicaba, 1981. 118p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

PERES, F.C. **Derived demand for credit under conditions of risk**. Ohio, 1976. 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 Planejamento**, 7, Lisboa, 2001. Disponível em: <[http://www.dpp.pt/pages/files/regadio\\_oeste.pdf](http://www.dpp.pt/pages/files/regadio_oeste.pdf)>. Acesso em 04 fev. 2008.



PREISKORN *et al.* Metodologia de restauração para fins de aproveitamento econômico (reserva legal e áreas agrícolas). In: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Ed.) **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 158-175. Disponível em: <<http://www.pactomataatlantica.org.br/pdf/referencial-teorico.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2009.

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.

SANTOS, A.C. Utilização da programação linear na determinação da combinação que maximize a renda na empresa rural. **Caderno de Administração Rural**, v.2, n.2, p.109-125, jul./dez. 1990.

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.; VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; AZEVEDO, T.; SMERALDI, R. Acertando o Alvo 2: consumo de madeira amazônica e certificação florestal no Estado de São Paulo. Belém: Imazon, 2002. 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.