

Impacto econômico da reserva legal sobre diferentes tipos de unidades de produção agropecuária^{1, 2}

Maria do Carmo Ramos Fasiaben, Ademar Ribeiro Romeiro, Fernando Curi Peres, Alexandre Gori Maia

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 é admitido o uso antrópico – e a manutenção, em todas as propriedades rurais, de áreas como reserva legal (RL) com espécies nativas – onde é permitida a exploração sustentável. A Medida Provisória (MP) nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, que altera a Lei nº 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 nº 2.166-67 passou a exigir a manutenção, em todas as propriedades rurais, de áreas 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, é admitido o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em APP 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 para os produtores, enquanto os benefícios refletem-se em toda sociedade, inclusive ultrapassando as fronteiras nacionais. A discussão também gira em torno do impacto diferenciado que a RL acarretaria para os distintos tipos de

¹ Adaptado de: FASIABEN, M. do C. R.; PERES, F. C.; ROMEIRO, A. R. Impacto econômico da reserva legal florestal sobre diferentes tipos de unidades de produção agropecuária. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande, MS. **Anais...** Brasília, DF: Sober, 2010. p. 01-26.

² Os autores agradecem o apoio recebido do CNPq.

uma vez 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 RL sobre a margem bruta de diferentes tipos de unidade de produção agropecuária (UPA), considerando as disposições da MP nº 2.166-67/2001. As análises baseiam-se em resultados obtidos para UPAs localizadas no espaço rural da Microbacia Hidrográfica do Rio Orizanga, em 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 como possível atividade econômica a ser desenvolvida pelos produtores dentro da unidade produtiva, com fins de exploração de madeira, segundo o manejo sustentável permitido por lei. A análise comparativa dos impactos econômicos da RL sobre os dois tipos de unidade de produção é feita com base no método de programação recursiva.

Justificativa do estudo

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 UPAs. Mais escassos ainda são estudos que preveem o uso econômico da RL na avaliação do seu impacto.

Os trabalhos de Gonçalves e Castanho Filho (2006) e Castanho Filho (2008a) quantificam os impactos da RL 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 RL 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 RL 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.

Em decorrência das 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, para evitar a imposição de 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 (2008a) estimaram o custo de oportunidade para incorporação da RL na área de uso agrícola. Os cálculos referem-se apenas à parcela de área que deverá ser incorporada na forma de RL, 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 faz menção a possíveis retornos advindos da exploração econômica da RL. O custo de oportunidade médio foi obtido considerando-se os usos agrícolas com cafeicultura, cana-de-açúcar, culturas anuais, fruticultura, pastagem, seringueira e silvicultura, e atingiu o valor de R\$ 3,3 bilhões na safra 2002/2003. Brancalion e 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 déficit de 6,4% de áreas para atingir os 20% necessários ao cumprimento da RL. 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, como foi proposto para alteração no Código Florestal, ou descontar esses quatro módulos sem RL de propriedades maiores, para que as atuais unidades de produção canavieira possam ser regularizadas ambientalmente sem prejuízos à produção. Destacam, ainda, 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, e enfatizam 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 RL e outras três opções distintas de cumprimento do dispositivo legal:

1. **Opção 1**, com a implantação da RL utilizando espécies nativas, sem gerar rendimento econômico;
2. **Opção 2**, com a implantação da RL utilizando 20% de espécies nativas e 80% de eucalipto, com a previsão de receitas advindas da produção de lenha e de madeira serrada desta última espécie³;
3. **Opção 3**, com a aquisição de uma nova área para ceder à RL, localizada em área não mecanizável e que já esteja coberta de mata.

Segundo Carneiro (2005), todas as situações apresentariam valores presentes líquidos (VPLs) positivos, embora com algumas importantes diferenciações:

- Com a Opção 1, haveria 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, haveria 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 RL uma alternativa de manejo sustentável. Com base 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 consista em um exercício de mensuração do impacto da recomposição da RL no âmbito local, ao analisar o efeito sobre unidades de produção agropecuária de uma microbacia hidrográfica, seus resultados se acrescem àqueles oriundos de estudos realizados em espaços territoriais mais amplos e contribui para o balizamento de políticas públicas.

³ Segundo Carneiro (2005), a opção 2 era objeto de estudo, à época, do Instituto Ambiental do Paraná. Vale ressaltar, entretanto, que a MP nº 2.166-67 admite o plantio temporário de espécies exóticas como pioneiras na recomposição da RL, desde que 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 RL.

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

A microbacia hidrográfica do Rio Orizanga ocupa 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.

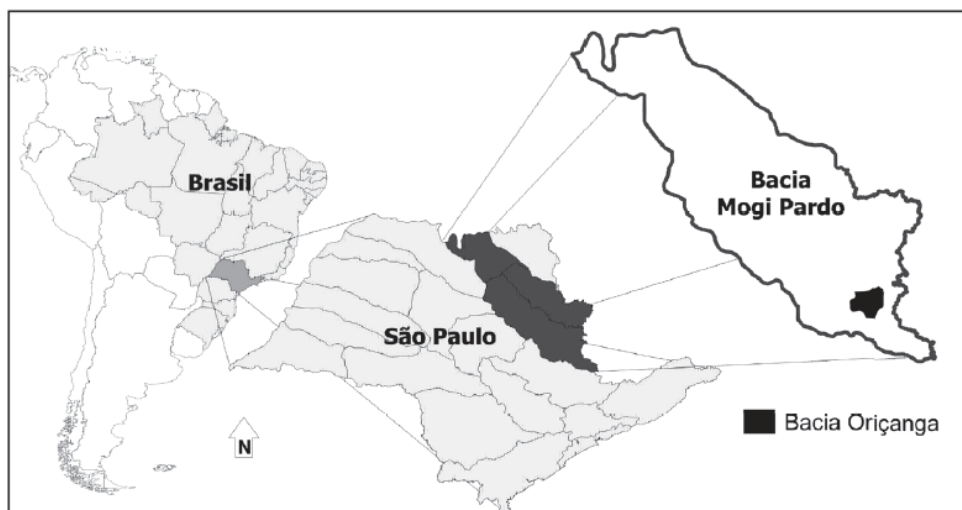


Figura 1. Localização das bacias do Rio Mogi Guaçu e Pardo e do Rio Orizanga, Estado de São Paulo.

Fonte: Romeiro e Garcia (2008b).

A escolha da Microbacia do Orizanga decorre da sua importância agrícola para o Estado de São Paulo e do fato de aí ser praticada 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. Ressaltamos a importância da área ocupada por 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 com base em informações do Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (Lupa), realizado em 2007/2008 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 a análise do impacto da RL: 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” baseou-se 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 do município (TORRES et al., 2009).

Tabela 1. Área cultivada segundo o tipo de cultura agropecuária, municípios de Mogi Guaçu, Estiva Gerbi e Espírito Santo do Pinhal, Estado de São Paulo, 2007/2008.

Cultura	Mogi Guaçu		Estiva Gerbi		Esp. Santo do Pinhal	
	Nº de UPAs	Área (ha)	Nº de UPAs	Área (ha)	Nº de UPAs	Área (ha)
Laranja	182	17.581	22	1.350	10	267
Cana-de-açúcar	128	10.981	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	143	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 oleícolas	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).

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 sejam reconhecidas as limitações da PL tradicional, como a sua neutralidade em relação ao risco e à não linearidade dos processos produtivos (AMBRÓSIO, 1997; CONTINI et al., 1984; DOSSA, 1994; PERES, 1976; 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 desse 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 é feita 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 reversão de expectativas, o que se aproxima melhor do 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 e, assim, permitir a reconsideração de decisões estratégicas. Devem, portanto, conter 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 1970/1972 a 1976/1977. Pinazza (1978) derivou, usando o MPR, curvas de demanda por crédito, cujos resultados permitiram identificar fatores que afetam essa demanda e sugerir formas de aprimorar as políticas creditícias. Oliveira et al. (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 foi criar um instrumento que possibilitasse estudar o ajuste estrutural das explorações agrícolas da região diante das 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, avaliamos a pertinência do MPR para conhecer as consequências econômicas da implementação da legislação ambiental em diferentes tipos de produtores.

Material e métodos

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 apresentam 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, (2), indica que as atividades não podem ser negativas. 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.

Restrições de comportamento

Entre as restrições à produção estão aquelas ligadas ao comportamento do produtor, tratadas por Day (1963) como “coeficientes de flexibilidade”. Esses coeficientes desempenham o papel, no modelo, de explicitar o comportamento dos produtores diante de 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 estejam dentro de limites inferiores e superiores, calculados a partir da solução do ano anterior.

De forma geral, podem ser expressos como:

$$x_j(t) \leq b_i(t) \quad (4)$$

e

$$x_j(t) \geq b_i(t) \quad (5)$$

Em que a j -ésima atividade produtiva pode variar entre limites superiores (b_j) e inferiores (b_j) 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, empregamos 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, os pontos acima (Equação 8) e abaixo (Equação 9) de uma reta de 45° foram reunidos no plano “área em t ” versus “área em $t-1$ ”. A estimativa γ_1 fornece indiretamente α (proporção de variação para cima), com $\alpha = \gamma_1 - 1$, e a partir de γ_2 se obtém β (proporção de variação para baixo), com $\beta = 1 - \gamma_2$. Ou seja, os coeficientes angulares das retas “acima” e “abaixo” serviram para calcular, respectivamente, os limites superior e inferior dos coeficientes de flexibilidade.

Bases de dados

Os modelos recursivos foram construídos para o período compreendido entre os anos agrícolas 2002/2003 e 2008/2009.

A modelagem dos sistemas de produção típicos foi baseada em informações provenientes de painéis técnicos realizados com informantes regionais qualificados. Consideramos, 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, obtivemos junto à equipe do Lerf e os adaptamos 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, utilizamos 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, empregamos 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, extraímos das 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 referem-se 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, forma que supomos ser 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, 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 havia séries que cobrissem todo o período de análise (2002/2003 a 2008/2009) disponíveis, a exemplo do valor da madeira, completamos as séries 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 havia dados para todos os meses do ano agrícola disponíveis, a exemplo do preço pago por defensivos agrícolas – tomados pelo IEA em janeiro, abril, agosto e outubro de cada ano –, calculamos 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 a 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).

Levantamento de campo e informações coletadas

Empregamos 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 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, entre elas ao menos dois pesquisadores conhecedores dos temas a serem tratados.

Cada painel técnico começou pelo processo de validação da tipologia, e procedemos, em seguida, à coleta das informações dos sistemas de produção típicos, considerando suas restrições e potencialidades de diferentes naturezas. Numa primeira abordagem, mais geral, conhecemos 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 concentre-se 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), determinamos 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, a 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, segundo Osaki et al. (2006). O painel, ademais, proporcionou um levantamento da infraestrutura regional de bens e serviços.

Estimativa do valor da árvore em pé de espécies nativas

Apesar da importância do mercado da madeira para o País, diversos autores atestam carência de estatísticas para o setor (CASTANHO FILHO, 2008b; MACHADO, 2000; PEREZ; BACHA, 2007; SOBRAL et al., 2002) Para contornar a ausência de informações, neste trabalho, o valor da madeira em pé na propriedade foi calculado “descontando” do valor da madeira serrada comercializada na Grande São Paulo (série do IPT) as estimativas de desdobro das toras (considerando 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, adotamos os seguintes parâmetros, relativos ao ano de 2008:

- Imposto pago pelo produtor de 2,3% sobre o produto comercializado;
- Custo de R\$ 40,00 m⁻³ de tora para corte e carregamento na área sob manejo da RL, onde é admitido o limite de exploração de 25% do total de indivíduos;
- Custo de transporte da tora equivalente a R\$ 0,30 m⁻³ km⁻¹, da propriedade até a serraria (máximo de 50 km);

- Taxa de desdobro de 50%;
- Valor de R\$ 188,00 m⁻³ de madeira serrada, cobrado pela serraria, incluídos aqui custos de produção, impostos e margem de lucro;
- Custo de R\$ 0,41 m⁻³ km⁻¹ 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, consideramos 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). Essa proporção está amparada em dados de levantamento do preço da madeira serrada realizado pelo Imazon em 1997/1998 em 75 polos madeireiros da Amazônia Legal (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, com base no relato de profissionais atuantes em serrarias da região.

Indicadores do desempenho econômico das atividades

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 et al., 2006; ALVES et al., 2005), com adaptações.

Neste artigo, trabalhamos 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. A margem bruta de uma atividade corresponde ao valor bruto da produção da atividade, subtraído dos respectivos desembolsos efetuados. Assim, restam 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, e a margem bruta para a unidade de produção deve remunerar os fatores fixos: terra, trabalho familiar, capital e gestão do empresário familiar.

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). É calculado pela Equação 10.

$$VPL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad (10)$$

Em que VPL é o valor presente líquido; FC é o fluxo de caixa anual; i é a taxa de desconto; e n é o período considerado (em anos). Para comparar projetos com fluxos de caixa de vidas úteis diferentes, frequentemente é utilizado o valor presente líquido anualizado (VPLA), que é a 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 Equação 11.

$$VPLA = VPL \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right) \quad (11)$$

Neste trabalho, empregamos o VPLA para comparar atividades com diferentes horizontes de produção.

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

Desenvolvemos 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 as atividades conforme uso atual e nível tecnológico levantados nos painéis técnicos. As análises foram feitas usando o 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).

Consideramos como restrições, para cada unidade típica:

- As disponibilidades de terra, mão de obra familiar e máquinas agrícolas, considerados 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 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 2007/2008) 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, em decorrência de limitações técnicas e do seu comportamento diante do risco.

Cálculo dos coeficientes de flexibilidade

As fontes de dados para cálculo dos coeficientes de flexibilidade foram descritas anteriormente. 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, em vez 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.

Projetamos a relação entre a área plantada com cada cultura (ou o número de pés no caso da laranja, ou o 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), ajustamos

uma reta por mínimos quadrados ordinários, cujos coeficientes angulares definiram, respectivamente, os limites superior e inferior dos coeficientes de flexibilidade (Equações 8 e 9).

Resultados

Citricultores

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, com contratação de outras duas pessoas de forma permanente. Os serviços de colheita e plantio da laranja são feitos 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 Orizanga, 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. Nesse tipo de unidade, 0,5% da área (0,39 ha, em média) está na Classe Va de capacidade de uso das terras em decorrência de condições de encharcamento – cabendo aí também a alocação de APPs. Ademais, foram detectadas 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 (0,66 ha) foi enquadrada como inapta para culturas anuais e perenes e apta para reflorestamento. Desse modo, e considerando que (i) as áreas inaptas para culturas anuais e perenes fossem destinadas a RL e (ii) que o cumprimento da RL se fizesse na propriedade, deveriam ser realocados ainda 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 segundo a redação dada pela MP nº 2.166-67/2001.

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 RL, 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, foram disponibilizados 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. Uma vez tomado, o financiamento deveria ser destinado à cultura fim. A troca de cada trator foi prevista para o prazo de 15 anos, ainda com possibilidade de financiamento a taxas de juros de 6% ao ano. No fluxo de caixa da propriedade, foi admitida, ainda, a transferência de capital a uma taxa de 0,5% ao mês.

Atividades praticadas pelos citricultores

Citricultura

Consideramos, para o cálculo da margem bruta da cultura da laranja, principal atividade dos citricultores, a combinação das cultivares Pera Rio (40% da área) e Valência (60% da área), das quais 80% são destinados à indústria e 20% à mesa. Foram consideradas 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 ano 3;
- 1 caixa por planta no ano 4;
- 2,7 caixas por planta nos anos 5 a 11;
- 2,3 caixas por planta nos anos 12 a 18.

Esses 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 2007/2008, o VPL da margem bruta estimado 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⁻¹. Vale recordar que foram considerados apenas os desembolsos no cálculo desses indicadores.

Cultura do milho

Na Microbacia do Oriçanga, é empregado predominantemente o plantio convencional. Usando essa técnica, mas com alta aplicação de insumos, os citricultores alcançam uma produtividade de 125 sacos de milho por hectare, o que gerou, em 2007/2008, uma margem bruta (descontados os desembolsos) de R\$ 837,74 ha⁻¹.

Manejo da RL

Os citricultores, como talvez a totalidade dos produtores da região, não fazem 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, estimamos 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 ⁻¹)	Cálculo (m ³ ha ⁻¹)	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 dados de Castanho (2009). Diâmetro à altura do peito (DAP) = 1,3 m).

Com o manejo da RL, estimamos um VPL de R\$ 7.074,53 ha⁻¹, considerado o período de 80 anos, e o VPLA foi calculado em R\$ 428,52 ha⁻¹, para a unidade típica dos citricultores a partir dos dados tomados para 2007/2008.

Coeficientes de flexibilidade

Os valores encontrados para os coeficientes de flexibilidade são apresentados na Tabela 3. Eles representam os limites de variação para cima e para baixo, permitidos para o modelo para as culturas da laranja e do milho, a cada ano agrícola, na Microbacia do Rio Orizanga.

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 Orizanga, 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, fixamos, no modelo, a área a ser destinada para esse uso. O mesmo raciocínio vale para as APPs, já que elas devem ser mantidas intactas, segundo a legislação.

Variação na rentabilidade das atividades agrícolas

Na análise recursiva, consideramos sete anos agrícolas, de 2002/2003 a 2008/2009, limite decorrente da disponibilidade de dados que pudessem ser utilizados para a estimativa do valor da madeira em pé na propriedade. O cálculo do valor da madeira em pé seguiu os passos descritos neste trabalho. Os valores encontrados para 1 m³ da madeira em pé na propriedade e para a lenha em pé são apresentados na Tabela 4.

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\$ m⁻³)¹.

Período	Madeira final em pé	Madeira média em pé	Lenha em pé
2002/2003	179,61	71,85	30,95
2003/2004	196,35	78,54	36,09
2004/2005	209,65	83,86	40,08
2005/2006	257,47	102,99	47,40
2006/2007	262,89	105,16	50,65
2007/2008	273,75	109,50	48,43
2008/2009	299,26	119,71	45,61
Média	239,86	95,94	42,74

¹Valores da madeira em pé estimados a partir do preço calculado pelo IPT da madeira nativa serrada na Grande São Paulo; valores da lenha em pé estimados a partir da série de preços do Cepea. Valores de janeiro de 2008 deflacionados pelo IGP-DI.

Pelas estimativas, observamos 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 2002/2003 a 2008/2009. 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 o período analisado dos preços de 1998/1999 a 2008/2009, observamos, 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 diante dos preços que podem 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 Orizanga, Estado de São Paulo (em R\$ ha⁻¹).

Período	Laranja	Milho alta tecnologia	RL manejada
2002/2003	3.269,14	1.568,53	183,20
2003/2004	1.960,20	640,30	232,01
2004/2005	-291,51	216,68	280,23
2005/2006	802,53	94,79	417,77
2006/2007	1.897,46	472,43	433,93
2007/2008	1.562,23	837,74	428,52
2008/2009	-233,16	-99,22	463,27
Média	1.280,98	533,04	348,42

Fonte: Dados de pesquisa de campo utilizando 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 quanto às das propriedades.

Cenários para citricultores

As informações referentes à estrutura das unidades de produção, ao 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), obrigamos 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 VIe 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, desenhamos três situações:

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

Desse 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 Orizanga, Estado de São Paulo, de 2002/2003 a 2008/2009 (em hectares).

Período	Situação 1 ⁽¹⁾			Situação 2			Situação 3		
	Laranja	Milho	RL	Laranja	Milho	RL	Laranja	Milho	RL
2002/2003	65,079	4,105	0,000	56,155	3,325	9,704	56,155	3,325	9,704
2003/2004	64,405	4,039	0,000	55,374	4,039	9,704	55,374	4,039	9,704
2004/2005	32,942	3,639	0,000	54,116	3,639	9,704	54,116	3,639	9,704
2005/2006	65,367	3,279	0,000	56,201	3,279	9,704	56,201	3,279	9,704
2006/2007	65,121	3,984	0,000	55,496	3,984	9,704	55,496	3,984	9,704
2007/2008	64,344	4,840	0,000	54,640	4,840	9,704	54,640	4,840	9,704
2008/2009	64,876	4,308	0,000	55,172	4,308	9,704	55,172	4,308	9,704

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

O mecanismo recursivo garante que as áreas destinadas às atividades mantenham-se, a cada ano, dentro de certos patamares, mesmo quando as relações de troca não lhe são 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 2008/2009, 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 Oriçanga, Estado de São Paulo.

Período	Situação 1	Situação 2		Situação 3	
	(R\$ ano ⁻¹)	(R\$ ano ⁻¹)	% var.	(R\$ ano ⁻¹)	% var.
2002/2003	227.406,60	195.505,90	-14	193.740,20	-15
2003/2004	133.674,20	115.236,50	-14	112.991,30	-15
2004/2005	-19.221,92	-15.974,80	17	-18.693,91	3
2005/2006	54.022,11	48.125,31	-11	44.049,65	-18
2006/2007	129.171,20	11.862,00	-13	107.625,30	-17
2007/2008	107.454,50	93.111,71	-13	88.934,54	-17
2008/2009	-16.308,21	-12.391,97	24	-16.905,88	-4
Média	88.028,35	76.946,38	-13	73.105,89	-17

⁽¹⁾ Para agregar atividades com diferentes horizontes de produção, empregamos o VPLA para a cultura da laranja e para a exploração sustentável da madeira da RL; a situação 1 simula o sistema atual do produtor; variação percentual em relação ao sistema atual do produtor (situação 1).

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 equivalente a 13% na sua margem bruta, desde que ela fosse manejada para exploração da madeira. No caso de a 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 ao modelo, que considera um montante inicial de capital próprio 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. Como já esclarecemos anteriormente, a leitura que se deve fazer da redução na margem bruta prevista pelo modelo com a implantação da RL é que esse montante seria subtraído da margem do produtor para remunerar os fatores fixos: terra, trabalho familiar, capital e gestão do empresário familiar.

A ocorrência de anos em que a margem bruta da unidade de produção típica mostrou-se negativa decorre da conjuntura de preços desfavorável para a 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, estimamos crescimento sustentado dos preços (Tabela 4).

Assim, naqueles anos em que a relação de troca⁴ mostrou-se mais desfavorável para a cultura da laranja, o produto do manejo da RL serviu como “amortizador” das

⁴ 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, e ambos têm como referência a mesma base (agosto de 1994). O IP, calculado pelo IEA, corrobora que o ano de 2005 foi o que apresentou as mais baixas relações de troca do período de janeiro de 2004 a dezembro de 2009 (IEA, 2010).

perdas. Esse 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 1 t de fertilizante, e essa relação caiu para 47,2 caixas em 2006 (DCI, 2010).

Os resultados alcançados com o sistema típico de produção dos citricultores indica que 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 Oriçanga para que aí fossem feitas as compensações, como preconiza o Código Florestal na forma da MP nº 2.166-67 de 2001⁵.

Unidade de produção típica de pequenos produtores pouco tecnificados

Características gerais dos pequenos produtores pouco tecnificados

Os pequenos produtores enfrentam o entrave da baixa produtividade nas suas atividades agropecuárias, apesar de as 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 urbanos na região. Nos painéis, constatamos que as unidades desse 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 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 sofreu redução de 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% dessas áreas correspondem a APP de margens de rios e nascentes (1,62 ha), das quais apenas 39,4% estão vegetadas. Outros 6,4% estão cobertos com vegetação natural fora de APP e foram considerados como área passível de averbação como RL (1,55 ha). Por outro lado, 3,1% das

⁵ No caso da compensação da RL fora da propriedade, ela deve ser feita em outra área equivalente em importância ecológica e extensão, desde que pertença ao mesmo ecossistema e esteja localizada na mesma microbacia. Na impossibilidade de fazer a compensação na mesma microbacia, a lei permite que a compensação seja feita 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.

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. Desse 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 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 têm empregos urbanos, e a maior parte da renda da família provém dos salários. São contratados 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 esse tipo de UPA foi de 3% ao ano, inclusive para a recomposição da RL, como 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.

Foram disponibilizados adiantamentos em lojas comerciais com taxas médias de juros de 2% ao mês. Foi admitido que o financiamento fosse empregado somente na cultura fim. Foi previsto que a troca de cada trator fosse feita no prazo de 25 anos, com financiamento a taxas de juros de 6% ao ano. Foi admitida, ainda, no fluxo de caixa da propriedade, a transferência de capital a uma taxa de 0,5% ao mês.

Atividades praticadas pelos pequenos produtores

Bovinocultura de leite

O sistema de produção de leite considerado típico da região de estudo tem a seguinte estrutura de rebanho: 1 reprodutor, 15 vacas em lactação, 15 vacas secas, 4 fêmeas com 2 a 3 anos de idade, 7 fêmeas com 1 a 2 anos, 7 fêmeas com até 1 ano e 7 machos com até 1 ano. Esses animais dispõem, para sua alimentação, de 13,31 ha de capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marundu), 1,21 ha de capim-elefante e 6,05 ha destinados à silagem de milho. A produtividade média diária do rebanho é de 6 L 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 baseia-se 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.

Tabela 8. Composição do rebanho leiteiro, número de animais das diferentes categorias para cada vaca e quantidade de unidades animais por vaca, pequenos produtores, Microbacia do Rio Oriçanga, Estado de São Paulo.

Rebanho	Nº de animais por vaca	UA por 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

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 2007/2008 foi de R\$ 496,00 ha⁻¹, descontados apenas os desembolsos monetários.

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 é realizada por empreita (preparo do solo, plantio e colheita). A produtividade descrita foi da ordem de 62 sacas ha⁻¹, o que fez com que a margem bruta da atividade alcançasse R\$ 103,99 ha⁻¹ em 2007/2008.

Manejo da RL

Como explicitamos anteriormente, é estimado que as unidades desse tipo devam realocar uma área de 1,38 ha da atividade produtiva para suprir o déficit de RL. Com o manejo proposto pelo Lerf para a RL, estimamos a produção de madeira já apresentada na Tabela 2.

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

Com o manejo da RL, estimamos para os pequenos produtores um VPL de R\$ 6.881,72 ha⁻¹, considerado o período de 80 anos, e o VPLA foi calculado em R\$ 416,84 ha⁻¹ a partir dos dados tomados para 2007/2008.

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 permitidos para o modelo, a cada ano agrícola, no que se refere à produção de leite e de milho da unidade típica. Como explicitamos anteriormente, no caso da RL e APP, obrigamos 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 Orizanga, 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 do IEA (2010).

Variação na rentabilidade das atividades dos pequenos produtores

A Tabela 10 mostra a variação das margens brutas, calculadas para as diferentes atividades praticadas por esse tipo de unidade de produção no decorrer do período 2002/2003 a 2008/2009.

Tabela 10. Variação nas margens brutas das atividades dos pequenos produtores, Microbacia do Rio Orizanga, Estado de São Paulo (em R\$ ha⁻¹).

Período	Leite	Milho - baixa tecnologia	RL manejada
2002/2003	457,75	520,94	172,479
2003/2004	427,16	20,8	221,22
2004/2005	398,26	-171,01	268,77
2005/2006	250,33	-218,71	406,11
2006/2007	274,05	-58,48	421,91
2007/2008	496,00	103,99	416,84
2008/2009	387,68	-429,17	452,86
Média	384,46	-33,09	337,17

Fonte: Dados da pesquisa de campo utilizando 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 e apresentar média de - R\$ 33,09 ha⁻¹ no período analisado. As médias das margens brutas do leite e da RL manejada aproximam-se, e é estimado um crescimento sustentado das margens da RL, enquanto as margens do milho apresentam extrema volatilidade.

Cenários para pequenos produtores

Com base no mapeamento da vegetação natural, obrigamos o modelo a:

- Manter 1,62 ha como mata ciliar (APP);
- Destinar outro 0,74 ha de área inundável (Classe Va) a APP;
- Preservar 1,55 ha relativo à vegetação natural fora de APP, já existente;
- Considerar 0,76 ha como área de baixa aptidão para culturas e pastagens;
- Alocar para RL 1,39 ha que hoje é destinado à produção, seguindo ou não o manejo proposto pelo Lerf.

Partindo do sistema de produção atualmente praticado pelo produtor, foram desenhadas 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, 2002/2003 a 2008/2009.

Período	Situação 1			Situação 2			Situação 3		
	Nº de Unid.- Vaca	Milho	RL	Nº de Unid.- Vaca	Milho	RL	Nº de Unid.- Vaca	Milho	RL
2002/2003	27,07	1,52	0,00	24,99	1,52	1,39	24,99	1,52	1,39
2003/2004	27,44	1,27	0,00	25,36	1,27	1,39	25,36	1,27	1,39
2004/2005	27,21	1,42	0,00	25,13	1,42	1,39	25,13	1,42	1,39
2005/2006	26,96	1,60	0,00	24,88	1,60	1,39	24,88	1,60	1,39
2006/2007	26,67	1,79	0,00	24,59	1,79	1,39	24,59	1,79	1,39
2007/2008	26,35	2,00	0,00	24,27	2,00	1,39	24,27	2,00	1,39
2008/2009	26,67	1,79	0,00	24,59	1,79	1,39	24,59	1,79	1,39

Nota: Situação 1 simula o sistema atual do produtor.

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 2002/2003 a 2008/2009 (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 Oriçanga, Estado de São Paulo, 2002/2003 a 2008/2009.

Período	Situação 1	Situação 2		Situação 3	
	(R\$ ano ⁻¹)	(R\$ ano ⁻¹)	%	(R\$ ano ⁻¹)	%
2002/2003	7.170,79	6.82,55	-5	6.561,25	-9
2003/2004	5.933,12	5.710,35	-4	5.379,05	-9
2004/2005	5.059,04	4.936,68	-2	4.538,66	-10
2005/2006	2.076,63	2.365,17	14	1.774,82	-15
2006/2007	2.720,60	2.994,17	10	2.381,94	-12
2007/2008	7.070,71	7.007,34	-1	6.403,43	-9
2008/2009	4.135,70	4.292,62	4	3.639,11	-12
Média	4.880,94	4.875,84	0	4.382,61	-10

Nota: Situação 1 simula o sistema atual do produtor; 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 RL na própria unidade de produção significaria uma redução de somente 0,1% na margem bruta, desde que a RL fosse manejada para exploração da madeira. A partir desses resultados, depreendemos 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 essas unidades desenvolvem atividades de baixa produtividade. Adicionalmente, é importante recordar que o leite é atividade altamente demandadora de mão de obra, e a produção vem reduzindo drasticamente na região, como 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 dessa unidade de produção típica – correspondente ao capital próprio – foi de R\$ 1.000,00, como foi especificado pelos produtores no painel. O modelo considera a possibilidade de empregar recursos próprios, crédito bancário e/ou adiantamentos em lojas de produtos agropecuários. Os resultados mostram margens brutas positivas em todo o período analisado e indicam a viabilidade do cumprimento da norma legal. A redução na margem bruta prevista pelo modelo com a implantação da RL mantida sem uso reflete o montante que restaria à margem do produtor para remunerar terra, trabalho familiar, capital e gestão do empresário familiar. No caso de a 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 2005/2006, 2006/2007 e 2008/2009. Nesses anos, quando as relações de troca estiveram desfavoráveis para o leite e o milho, as margens brutas na situação em que ocorreu o manejo da RL foram maiores que as obtidas no sistema atual do produtor.

Considerações finais

A metodologia empregada neste estudo permitiu mensurar o impacto da RL sobre dois tipos de unidades de produção da Microbacia do Orizanga: 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 Orizanga, o manejo da RL poderia ser pensado como uma alternativa econômica, tendo em vista o processo de envelhecimento que esse tipo de produtor 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 realizar estudos regionalizados do impacto da legislação ambiental sobre as unidades de produção agropecuárias, considerando a variedade das situações que compõem 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. É necessário fazer frente, inicialmente, a um dos maiores empecilhos: os altos custos de implantação da recuperação florestal. Aliado a ele, está o longo prazo para a obtenção dos 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 desses serviços. Valores como os encontrados no presente trabalho podem servir de orientação para esse tipo de pagamento.

Na discussão de uma alocação economicamente mais eficiente do uso dos recursos e considerando as restrições ecológicas ligadas 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 RLs poderia resumir-se na busca de um ponto de equilíbrio no mínimo custo de oportunidade de uso das terras sem perdas ecológicas relevantes. No caso da Microbacia do Oriçanga, poderia ser pensada uma solução de 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 desse 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 de RL no estado. Trabalhos como este último, se ampliados com análises de benefícios e custos econômicos, ajudariam a subsidiar propostas para estabelecimento do mencionado mercado de RL.

É preciso ter clareza, entretanto, de 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, e de difícil valoração.

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, à produtividade e aos preços de madeiras nativas, que deveriam ser contabilizadas como madeira em pé nas propriedades.

Referências

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, 2005. 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. 1997. 145 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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. **Palestra.** São Paulo: CEPEA, 2009. Disponível em: <www.cepea.esalq.usp.br/florestal/Bacha_Sem_2009.pdf>. 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 Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 63-66, 2010.

BRASIL. Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 1º, 4º, 14º, 16º e 44º, 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**, 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).** 2005. 215 f. Dissertação (Mestrado) – Convênio entre as Universidades Estaduais de Londrina e Maringá, Londrina.

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

CASTANHO FILHO, E. P. O uso permitido da reserva legal. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 3, n. 5, maio, 2008a.

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.** 2009. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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.; GARRIDO, W. E. **Planejamento da propriedade agrícola: modelos de decisão**. Brasília, DF: Embrapa, DDT, 1984. p. 237-259.

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

DCI. Diário Comércio Indústria e Serviços. **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. **A decisão econômica num sistema agroflorestal**. Colombo: Embrapa Floresta, 2000. 24 p. (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.; 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 Orizanga, Estado de São Paulo. **Revista de Economia Agrícola**, v. 57, n. 2, p. 63-80, jul./dez. 2010.

FLORESTAR ESTATÍSTICO: revista do setor florestal paulista para o desenvolvimento sustentável. v. 6, n. 14, jan. 2003.

FLORESTAR ESTATÍSTICO: revista do setor florestal paulista para o desenvolvimento sustentável. v. 7, n. 16, jul. 2004.

FLORESTAR ESTATÍSTICO: revista do setor florestal paulista para o desenvolvimento sustentável. v. 8, n. 17, jul. 2005.

FLORESTAR ESTATÍSTICO: revista do setor florestal paulista para o desenvolvimento sustentável. v. 9, n. 18, nov. 2006.

FLORESTAR ESTATÍSTICO: revista do setor florestal paulista para o desenvolvimento sustentável. v. 11, n. 20, jun. 2008.

FLORIANO, E. P. **Subsídios para o planejamento da produção de *Pinus elliottii* Engelm. na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul**. 2008. 178 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais e Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 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**. 1978. 178 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GONÇALVES, J. S.; CASTANHO FILHO, E. P. Obrigatoriedade da reserva legal e impactos na agropecuária paulista. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 9, set. 2006.

GONÇALVES, J. S.; CASTANHO FILHO, E. P.; 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, DF: SOBER, 2008a.

GONÇALVES, J. S.; CASTANHO FILHO, E. P.; SOUZA, S. A. M. 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, DF: SOBER, 2008b.

HENDERSON, J. M. The utilization of agricultural land: a theoretical and empirical inquiry. **Review of Economics and Statistics**, v. 41, n. 3, p. 242-260, 1959.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

IEA. **Instituto de Economia Agrícola**. Banco de Dados. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>>. Acesso em: 20 jan. 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. 2000. 186 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. de; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

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, 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, F. C. **Derived demand for credit under conditions of risk**. 1976. 141 f. Dissertation (Ph.D.) – The Ohio State University, Ohio.

PEREZ, P. L.; BACHA, C. J. C. Comercialização e comportamento dos preços da madeira serrada nos estados de São Paulo e Pará. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 54, n. 2, p. 103-119, out. 2007.

PINAZZA, L. A. **Demanda derivada por crédito na Divisão Regional Agrícola de Campinas**. 1978. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PINHEIRO, M. I. R. E. Modelo de simulação do mercado da terra: o caso do regadio no oeste. **Prospectiva e Planejamento**, Lisboa, v. 7, 2001. Disponível em: <http://www.dpp.pt/pages/files/regadio_oeste.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2008.

PREISKORN, G. M.; PIMENTA, D.; AMAZONAS, N. T.; NAVE, A. G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R.; BELLOTTO, A.; CUNHA, M. C. de S. 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 jan. 2010.

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.; JOLY, C. A.; BRITO, M. C. W. de; PAESE, A.; METZGER, J. P.; CASATTI, L.; NALON, M. A.; MENEZES, N.; IVANAUSKAS, N. M.; BOLZANI, V.; BONONI, V. L. R. **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. (Coord.). **Diagnóstico Ambiental da Agricultura no Estado de São Paulo**: bases para um desenvolvimento rural sustentável. Campinas: Unicamp/Fapesp, 2008a. (Projeto de pesquisa Ecoagri).

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, MG: Suprema Gráfica e Editora, 2008b, p. 489-514.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Estadual nº 12.927, 23 de abril de 2008**. Dispõe sobre a recomposição de reserva legal, no âmbito do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 19 jan. 2010.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto Estadual nº 53.939, de 6 de janeiro de 2009**. Dispõe sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural, compensação e composição da área de reserva legal de imóveis rurais no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 19 jan. 2010.

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. 41 p.

SOBRAL, L.; VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; AZEVEDO, T.; SMERALDI, R. **Acertando o alvo 2**: consumo de madeira amazônica e certificação florestal no Estado de São Paulo. Belém: Imazon, 2002. 72 p.

STOCK, L. A.; CARNEIRO, A. V.; YAMAGUCHI, L. C. T.; MARTINS, P. C.; CARVALHO, G. R. Metodologia de obtenção de sistemas representativos de produção de leite com a utilização da técnica de painel. In.: ZOCCAL, R.; MARTINS, P. C.; CARNEIRO, A. V.; FILHO, R. J. C. R.; NOGUEIRA, J. N. A. (Ed.). **Competitividade da cadeia produtiva do leite no Ceará**: produção primária. 1. ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2008. v. 1, p. 221-232.

TORRES, A. J.; PINO, F. A.; FRANCISCO, V. L. F. dos S.; ÂNGELO, J. A.; MACIEL, E. L. F.; DRUGOWICH, M. I.; INTERLICHE, P. H.; PIEDADE, J. A.; SOUSA, A. C. de; LORENA NETO, B.; CASER, D. V. (Org.). **Projeto Lupa 2007/08**: censo agropecuário do Estado de São Paulo. São Paulo: IEA/CATI/SAA, 2009.