

# Custos da preservação ambiental em diferentes tipos de unidades de produção agrícola: o caso da região do Corredor Cantareira-Mantiqueira

Maria do Carmo Ramos Fasiaben, Alexandre Gori Maia, Daniel Caixeta Andrade, Maxwell Merçon Tezolin Barros Almeida, José Alberto Ângelo

**Resumo:** Neste capítulo, foram identificados diferentes custos de oportunidade incorridos pelos produtores rurais da parte paulista do corredor Cantareira-Mantiqueira. Baseado em uma tipologia de unidades de produção agropecuária (UPA), pretende-se contribuir para a implementação de uma política de pagamento por serviços ambientais na região. Foram identificados sete grupos principais de produção agropecuária a partir de informações do Levantamento de Unidades de Produção Agropecuária do estado de São Paulo de 2007/08. Com base em estimativas das receitas e despesas da produção desses grupos, foi identificada uma elevada assimetria na distribuição dos retornos médios da atividade agropecuária na região. As UPAs dedicadas à exploração florestal apresentaram o maior retorno por hectare e total na região, mas a bovinocultura mista prevaleceu entre as unidades de produção. Os resultados levantam importantes questões sobre a melhor forma de remuneração dos proprietários em uma política de pagamento por serviços ambientais.

**Palavras-chave:** tipologia de produtores; pagamento por serviços ambientais; custos de oportunidade.

## *Environmental conservation costs in different agricultural production units: the case of the Cantareira-Mantiqueira corridor region*

**Abstract:** This chapter identifies different opportunity costs incurred by farmers from the São Paulo portion of the Cantareira-Mantiqueira corridor. Based on a typology of agricultural production units, it aims to contribute to the implementation of a policy for the payment for ecosystem services in the region. Seven main groups of agricultural production were identified based on the Survey of Agricultural Production Units of São Paulo State, 2007/08. Based on estimates of the revenues and costs of production of these groups, high asymmetry in the distribution of average returns for the agricultural activities in the region was found. Forestry exploration had the highest total return as well on a per hectare basis throughout the region, but the prevailing activity among the production units was mixed cattle ranching. The results raise important questions regarding the best way to pay land owners in a policy of payment for ecosystem services.

**Keywords:** farm typology; payment for ecosystem services; opportunity costs.

### 1. Introdução

Entre o sul do estado de Minas Gerais e o nordeste do estado de São Paulo, a região do corredor Cantareira-Mantiqueira localiza-se inteiramente no bioma da Mata Atlântica. É definida pelo governo brasileiro como sendo

de alta importância biológica e uma área prioritária para conservação ambiental (Portaria MMA nº 9, 01/23/2007, BRASIL, 2007). É apontada, ainda, pelos pesquisadores do projeto BIOTA-FAPESP como área prioritária para corredores

ecológicos que podem conectar duas importantes áreas de remanescentes de Mata Atlântica, quais sejam, a Serra da Cantareira (sul) e a Serra da Mantiqueira (norte) (RODRIGUES et al., 2008).

É possível afirmar que o provimento de água é o serviço ecossistêmico mais importante fornecido pelo corredor Cantareira-Mantiqueira (também conhecido como Sistema Produtor de Águas Cantareira). Localizada a 50 quilômetros da cidade de São Paulo (23° 12' sul e 46° 21' leste), esta região compreende o Sistema de Abastecimento de Água Cantareira, ou simplesmente "Sistema Cantareira", responsável pelo abastecimento diário de água para cerca de 9 milhões de pessoas que vivem na Região Metropolitana de São Paulo. O Sistema Cantareira é um dos mais importantes do mundo, com uma área de 228 mil ha<sup>1</sup> e taxa de fornecimento de água da ordem de 33 mil litros de água por segundo (WHATELY; CUNHA, 2007). Estima-se, porém, que o Sistema Cantareira não suportará a crescente demanda por água nos próximos anos, da população dependente dele. Para este cenário contribuem a intensificação das atividades econômicas da região e a progressiva perda do serviço ecossistêmico de provisão de água em função da conversão das áreas de mata ou capoeira em áreas de pastagens ou lavouras.

Estratégias para a preservação dos serviços ambientais, especialmente aqueles relacionados com a provisão e qualidade da água, são imperiosas no atual contexto de abastecimento insuficiente de água na região metropolitana de São Paulo diretamente dependente do Sistema Cantareira. As políticas ambientais focadas na conservação da biodiversidade e seus benefícios não devem prescindir da análise dos aspectos socioeconômicos subjacentes à degradação ambiental. De maneira especial, os custos de oportunidade incorridos em função das opções preservacionistas devem ser considerados de modo a viabilizar a eficácia econômica e ecológica, além de permitir que as mesmas sejam justas do ponto de vista social.

Este trabalho teve por objetivo estimar os custos de oportunidade incorridos pelos produtores rurais da parte paulista do corredor Cantareira-Mantiqueira, com base em uma tipificação das unidades de produção agropecuária predominantes, a fim de fornecer subsídios relevantes para elaboração e implementação de políticas de pagamento por serviços ambientais (PSAs) para a região em estudo.

## 2. Bacias hidrográficas, serviços ecossistêmicos e mudanças no uso da terra

O conceito de bacia hidrográfica tem sido bastante utilizado para fins de planejamento ambiental, uma vez que sua gestão tem implicações diretas sobre a oferta e qualidade de água em uma determinada região. A Lei número 9.433 de 1997 (BRASIL, 1997) criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), sendo o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) seu órgão máximo, composto por representantes dos ministérios e secretarias da Presidência da República com atuação no gerenciamento ou uso dos recursos hídricos, representantes dos conselhos estaduais de recursos hídricos, representantes dos usuários e das organizações civis. Dentre estas últimas, destacam-se os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) e os Consórcios e Associações Intermunicipais de Bacias Hidrográficas.

Além de serem consideradas espaços físico-territoriais estratégicos para a gestão ambiental (com ênfase nos recursos hídricos), as bacias hidrográficas são importantes como unidades de análise dos impactos da ação antrópica sobre as paisagens naturais, seus rebatimentos sobre a dinâmica dos fluxos de serviços ambientais e seus efeitos finais sobre o bem-estar humano. Em termos do jargão econômico-ecológico, as bacias hidrográficas podem ser consideradas como ativos naturais que geram bens e serviços para a sociedade (serviços ambientais) (POSTEL; THOMPSON JUNIOR, 2005).

Entre os serviços ambientais prestados por bacias hidrográficas, especial importância deve ser dada aos serviços hidrológicos, os quais compreendem os serviços de purificação e filtragem da água, a regulação dos fluxos estacionais, o controle da erosão e dos sedimentos e a preservação de habitats naturais. Bacias hidrográficas com alta proporção de áreas florestadas possuem uma maior capacidade de moderação de escoamento superficial, bem como de purificação de recursos hídricos (POSTEL; THOMPSON JUNIOR, 2005).

Não apenas serviços hidrológicos, mas também outros, tais como habitats para a biodiversidade, ciclagem e mobilização de nutrientes, estão relacionados com a quantidade de área florestada dentro das bacias hidrográficas, cuja dinâmica gera impactos socioeconômicos ainda pouco conhecidos. Embora ainda pouco se tenha avançado em termos de mensurações empíricas sobre as relações entre florestas e oferta de serviços ambientais,

<sup>1</sup> Cerca de 126 mil ha correspondem à sua porção no território paulista (WHATELY; CUNHA, 2007).

parece ser consenso que o aumento da área florestada incrementa a provisão geral de serviços ambientais para uma determinada área de abrangência.

O crescimento da população e pressões para o desenvolvimento industrial têm se tornado os principais fatores de ameaça de perda das funções ecológicas das bacias hidrográficas. Enquanto que outros tipos de uso e cobertura da terra fornecem os bens necessários para a satisfação das necessidades humanas, eles comprometem uma série de processos ecológicos que ocorrem dentro das bacias. As respostas do ecossistema às intervenções no âmbito das mudanças de cobertura dependerão do contexto ecológico e da dinâmica de uso da terra, gerando efeitos locais e globais de curto e longo prazos (DEFRIES et al., 2004).

A redução das áreas de florestas e a perda de biodiversidade comprometem a geração das funções ecossistêmicas, reduzindo o fluxo dos serviços ambientais. Estes últimos são gerados em escalas espaciais geralmente maiores que as próprias propriedades agrícolas contidas dentro das bacias (LANT et al., 2005) e seus benefícios frequentemente ocorrem em escalas variadas, não havendo geração espontânea de incentivos para sua preservação. Na maioria dos casos, os produtores não percebem e não compreendem todos os benefícios advindos da dinâmica ecológica<sup>2</sup>.

Apesar da importância de se considerar as bacias hidrográficas como unidades básicas de análise e elaboração de políticas ambientais, ainda não é frequente o estudo das trajetórias dos fluxos de serviços ambientais utilizando essa escala como referência. Menos comum ainda é a análise da provisão de serviços ambientais em bacias hidrográficas em função das mudanças no uso e cobertura da terra. Como sugerido anteriormente, a conversão de áreas de florestas para áreas cobertas com uso agrícola – tendência que se acentua nas regiões tropicais úmidas (DEFRIES; BOUNOUA, 2004) – tem efeito negativo sobre a capacidade de provisão de serviços ambientais. Mesmo a dinâmica intraclasses agrícolas pode afetar os fluxos de serviços ambientais gerados, dadas as peculiaridades das diversas culturas (sistema de raízes, por exemplo).

### 3. Descrição metodológica do trabalho

A área de estudo corresponde à porção paulista do corredor Cantareira-Mantiqueira e inclui partes dos municípios de Bragança Paulista, Caieiras, Franco da Rocha, Joanópolis, Mairiporã, Nazaré Paulista, Piracaia e Vargem. A participação dos diferentes municípios em termos da área que ocupam no Sistema Cantareira, incluindo os municípios da sua porção mineira, estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Área dos municípios inseridos na região do Sistema Cantareira.

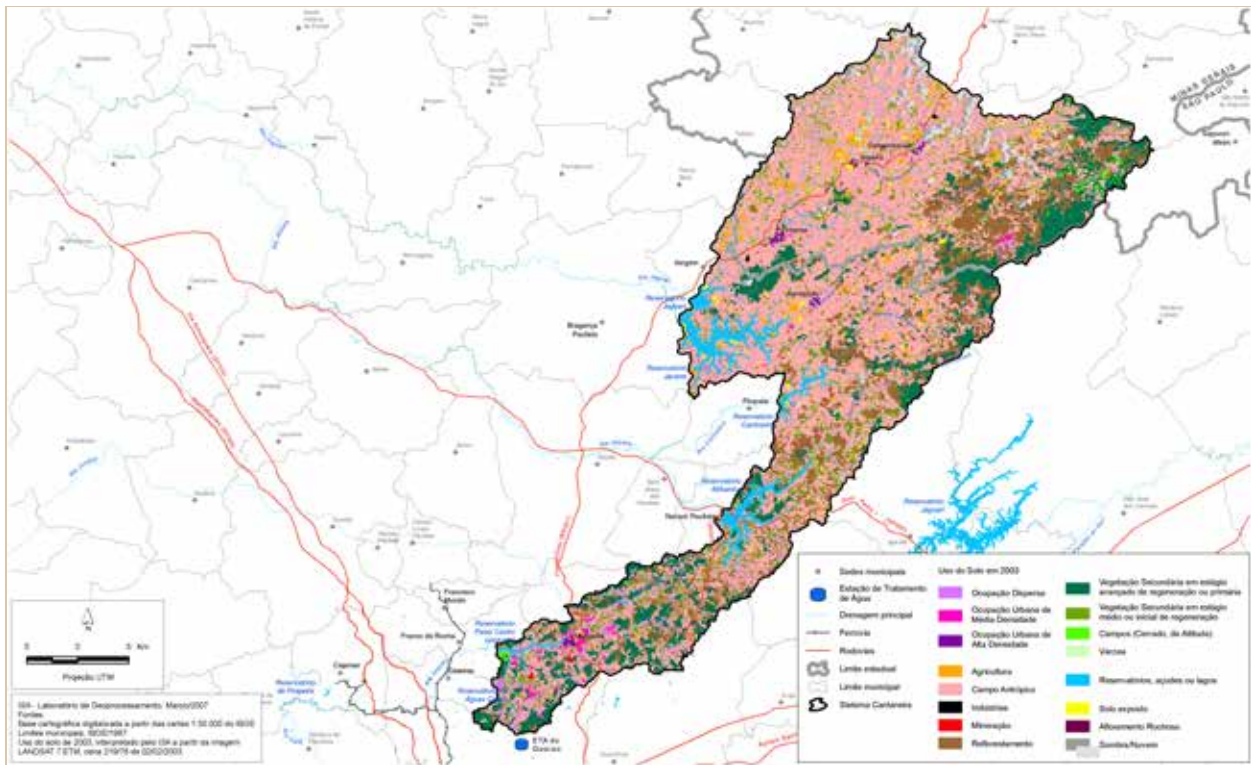
Município/UF	Área total do município (ha)	Área inserida no sistema (ha)	% (1)	% (2)
Camanducaia/MG	52.737,7	49.791,7	94,4	21,8
Extrema/MG	24.294,3	24.256,4	99,8	10,6
Itapeva/MG	17.736,8	17.736,8	100,0	7,8
Sapucaí-Mirim/MG	28.386,4	10.377,2	36,6	4,6
Bragança Paulista/SP	51.376,2	1.775,6	3,5	0,8
Caieiras/SP	9.349,9	1.859,8	19,9	0,8
Franco da Rocha/SP	13.700,2	699,4	5,1	0,3
Joanópolis/SP	37.134,3	37.134,0	100,0	16,3
Mairiporã/SP	32.032,6	25.854,7	80,7	11,3
Nazaré Paulista/SP	32.243,3	25.281,0	78,4	11,1
Piracaia/SP	39.174,3	26.876,7	68,6	11,8
Vargem/SP	14.270,0	6.306,0	44,2	2,0

(1) Em relação à área total do município. (2) Em relação à área total do Sistema Cantareira, incluindo os estados de Minas Gerais e São Paulo. Fonte: Whately e Cunha (2007).

A Figura 1 apresenta a localização do sistema produtor de águas Cantareira-Mantiqueira e o uso e cobertura da

terra no ano de 2003 (WHATELY; CUNHA, 2007). a região é caracterizada principalmente por usos não urbanos.

<sup>2</sup> A bem da verdade, o conhecimento tradicional dos produtores agrícolas lhes permite conhecer dinâmicas ecológicas simples que resultam em benefícios, muito embora estes produtores não conheçam o conceito de serviços ecossistêmicos. Como os benefícios advindos na maioria dos casos transcendem as fronteiras das propriedades agrícolas, não há incentivos para sua preservação/potencialização.



**Figura 1.** Mapa de uso e cobertura da terra do sistema produtor de águas Cantareira-Mantiqueira. Fonte: Whately e Cunha (2007), cedida à Embrapa mediante contrato.

Segundo diagnóstico socioambiental realizado no Sistema Cantareira (WHATELY; CUNHA, 2007), a região é caracterizada principalmente por usos não urbanos. A região apresenta-se bastante alterada, resultado das atividades econômicas que ali se desenvolveram nos séculos passados, como o café e a agropecuária. O mapeamento realizado em 2003 evidencia que mais da metade do território do sistema é ocupado por áreas de campos antrópicos, que compreendem pastagens, terrenos abandonados e sem usos definidos. Somando-se as áreas de agricultura, mineração e demais usos antrópicos, chega-se a 70% de alteração do território. Em 2003, a área total ocupada pelas diversas formas de urbanização – ocupação dispersa, de média e alta densidade – era de 7.435 ha, o que corresponde a 3,3% do território ocupado pelo Sistema Cantareira. Nesse grupo, a ocupação dispersa é a categoria com maior área, e consistem em residências dispersas, condomínios fechados, chácaras de recreio e pequenos núcleos urbanos. As áreas cobertas por vegetação natural – incluindo Mata Atlântica nos diferentes estágios de regeneração, campos de altitude e cerrado – ocupam 21% da área total do Sistema. Tais remanescentes estão concentrados nas áreas mais altas e íngremes, principalmente na Serra da Mantiqueira, importantes por concentrarem as nascentes de alguns dos principais rios formadores das represas. Os corpos d'água, que incluem os reservatórios, rios e pequenos lagos,

somam 6.719 ha, que correspondem a 2,9% da área total do Sistema Cantareira.

Para obter uma aproximação do uso e cobertura da terra nos imóveis rurais dos municípios que compõem a porção paulista do Sistema Cantareira, foram empregados dados do levantamento censitário das unidades de produção agropecuária do estado de São Paulo (LUPA), realizado em 2007/08 pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo (SAA), por meio do Instituto de Economia Agrícola (IEA) e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) (TORRES et al., 2009). A unidade básica do LUPA é a unidade de produção agropecuária (UPA) – conceito similar ao de imóvel rural do INCRA. Ou seja, a UPA se refere ao conjunto de propriedades contíguas dos mesmos proprietários. O Manual de Instruções de Campo do LUPA (SÃO PAULO, 2007) ressalta os imóveis passíveis de serem levantados e detalha os procedimentos de coleta dos dados.

Na Tabela 2 podem ser observadas essas informações, ressaltando-se que elas se referem a todo o município e não somente à área contida no Sistema Cantareira. Merece destaque a importância das pastagens, que ocupam metade da área total das UPAs desses municípios, e do reflorestamento, que responde por 21% do total. As áreas com vegetação natural cobrem 14% do total da extensão total das UPAs dos municípios analisados.

**Tabela 2.** Uso e cobertura da terra nas unidades de produção agropecuária dos municípios que compõem a área de estudo (total e percentual) em 2007/08.

Uso da terra (em hectares)	Bragança Paulista	Caieiras	Franco da Rocha	Joanópolis	Mairiporã	Nazaré Paulista	Piracaia	Vargem	Total	%
Área total	36.534	4.817	2.522	34.979	2.380	16.297	29.736	8.141	135.405	100
Área com cultura perene	1.985	1	45	172	35	105	142	18	2.503	2
Área com cultura temporária	4.246	21	180	1.084	56	1.153	1.027	166	7.932	6
Área com pastagens	18.597	37	252	19.625	297	7.169	17.713	4.507	68.197	50
Área com reflorestamento	5.928	3.110	1.003	6.727	522	3.853	6.094	1.555	28.793	21
Área com vegetação natural	3.362	910	641	6.078	1.051	2.959	3.521	980	19.502	14
Área com vegetação de brejo e várzea	460	-	2	56	6	5	168	18	714	1
Área em descanso	487	58	295	480	273	164	514	352	2.622	2
Área complementar	1.468	680	104	757	141	888	557	547	5.142	4

\*Fonte: Torres et al. (2009)

Para a elaboração da tipologia de UPAs na porção paulista do Sistema Cantareira, foram utilizados dados do LUPA de 2007/2008 (TORRES et al., 2009).

A partir do contorno do corredor Cantareira-Mantiqueira, em sua porção paulista, procedeu-se, no IEA, à plotagem das UPAs localizadas em seu interior. Foram aí localizadas 2.400 UPAs. O tratamento e análise dos dados das UPAs foram realizados em sala de sigilo no IEA, sem as informações cadastrais, para garantir a não identificação dos produtores e das unidades de produção agropecuária.

Empregou-se a análise fatorial a uma série de variáveis derivadas do questionário do LUPA, para identificar fatores que representassem a diversidade de características dos produtores da região (KIM; MUELLER, 1978). Em seguida, os fatores com as contribuições mais expressivas para explicar a variabilidade total das informações foram

utilizados como critério de classificação pela análise de agrupamentos (*clusters*).

A análise fatorial permitiu explorar a dimensionalidade desconhecida de variáveis quantitativas observáveis. O objetivo central da técnica é obter alguns poucos fatores comuns que expliquem razoavelmente a variabilidade total de todas as variáveis observáveis. A interpretação dos fatores envolve a análise de suas correlações lineares com cada variável observável. O processo de interpretação pode ainda ser facilitado pela rotação dos fatores, uma transformação linear às vezes capaz de tornar as relações entre o fator e as variáveis observáveis mais claras e objetivas, sem, contudo, alterar o poder explanatório dos fatores. Neste trabalho, optou-se pela técnica de componentes principais – a partir do procedimento PROC FACTOR do pacote estatístico SAS - com rotação *varimax* –

opção ROTATE=VARIMAX – (SAS, 2009), que forneceram os resultados mais coerentes à realidade analítica do estudo.

Em seguida, aplicou-se a análise de *cluster* para procurar grupos hierárquicos de observações, de maneira que as diferenças entre integrantes de um mesmo grupo fossem mínimas (CRIVISQUI, 1999). O método aplicado neste trabalho para obter os *clusters* foi o de *Ward*, uma estratégia de agregação baseada na análise das variâncias dentro e entre os grupos formados (SAS, 2009). Este método define grupos hierárquicos de tal forma que as variâncias dentro dos grupos sejam mínimas e as variâncias entre os grupos sejam máximas. A definição do número de grupos da análise depende tanto do grau de generalização que se pretende adotar quanto da viabilidade analítica dos grupos formados.

Finalmente, calculou-se o custo de oportunidade para cada tipo de UPA. Como o LUPA não traz dados referentes a receitas e despesas obtidas pelos produtores, o custo de oportunidade das atividades agropecuárias praticadas nas UPAs foi estimado a partir dos microdados do censo agropecuário 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014).

Por intermédio de programação no pacote estatístico SAS, foi extraída do banco de dados do censo agropecuário uma amostra contendo os registros de todos os estabelecimentos agropecuários situados nos oito municípios da região em estudo. Essa amostra, representada por 2.802 estabelecimentos, foi submetida a filtros para eliminação de estabelecimentos sem área em processo produtivo (áreas de lavouras, florestas plantadas, pastagens ou com sistemas agroflorestais), sem valor total da produção e sem despesa total. Também foram utilizados filtros para eliminação de valores extremos de despesa e valor total da produção. Estabelecimentos com registros de despesa total duas vezes maior que o valor total de produção e estabelecimentos com valor total da produção 100 vezes maior que a despesa total, foram eliminados. Por fim, restou uma amostra de trabalho com 948 estabelecimentos agropecuários, na qual foram consideradas as seguintes variáveis:

Valor total das lavouras, somatório do valor de tudo que foi produzido nas áreas de lavouras permanentes, lavouras temporárias, floricultura e horticultura.

Valor total da silvicultura, somatório do valor do que foi produzido em áreas de florestas plantadas.

Valor total da produção animal, somatório do valor com a venda de animais, sêmen e óvulos, animais abatidos no estabelecimento e de produtos de origem animal (leite, lã, ovos, mel, etc.).

Valor total da produção, somatório do valor das produções de origem vegetal, animal e do valor agregado da agroindústria.

Despesa total, somatório de todas as despesas do estabelecimento (insumos, salários – incluindo-se a mão de obra contratada e familiar, serviços, aluguel de máquinas, energia elétrica, combustíveis, compra de óvulos, sêmen e animais para cria, recria ou engorda, juros e despesas bancárias, impostos e taxas, etc.). Não são computados nas despesas a depreciação do capital e os custos de oportunidade dos investimentos.

Área em processo produtivo, somatório das áreas de lavouras, de florestas plantadas, de pastagens e áreas com sistemas agroflorestais.

Principais grupos de atividade econômica, grupos de estabelecimentos agropecuários classificados segundo o maior valor total da produção dentre as produções das lavouras, da silvicultura e da produção animal. Apenas dois estabelecimentos não se enquadraram em algum desses três grupos, sendo então excluídos da amostra.

Margem por hectare (R\$ ha<sup>-1</sup>), valor obtido pela divisão da diferença entre o valor total da produção e da despesa total do estabelecimento pela área em processo produtivo.

Ao final do processo, foi calculada a mediana da variável margem por hectare (R\$ ha<sup>-1</sup>) para cada grupo de atividade econômica. Os valores obtidos foram empregados como *proxy* no cálculo dos retornos econômicos obtidos pelos tipos de UPAs apontados pela tipologia. Os retornos econômicos dos tipos de UPAs foram calculados multiplicando-se as margens por hectare estimadas pelas áreas médias de lavouras, pastagens e silvicultura geradas pela tipologia.

## 5. Análise e integração dos resultados

### 5.1. Tipificação das unidades de produção agropecuária

Foram empregadas 20 variáveis, construídas a partir de dados do LUPA de 2007, para obter os fatores comuns de relacionamentos entre as UPAs: 1) Área total da UPA (ha); 2) Percentual de renda advindo da agropecuária (%); 3) Área total explorada (ha); 4) Área de reflorestamento/área explorada (razão); 5) Área de lavouras/área explorada (razão); 6) Área de pastagens/área explorada (razão); 7) Área de cultura perene/área explorada (razão); 8) Área de cultura temporária/área explorada (razão); 9) Tratores/área total (unidades ha<sup>-1</sup>); 10) Equipamentos destinados à agricultura/área total (unidades ha<sup>-1</sup>); 11) Mão de obra familiar/mão de obra total (razão); 12)

Mão de obra contratada permanente/mão de obra total (razão); 13) Mão de obra contratada temporária/mão de obra total (razão); 14) Número de cabeças de bovinos/área de pastagens (cab./ha); 15) Número de cabeças de bovinos de corte/número total de cabeças de bovinos (razão); 16) Número de cabeças de bovinos de leite/número total de cabeças de bovinos (razão); 17) Número de cabeças de bovinos mistos/número total de cabeças de bovinos (razão); 18) Uso de práticas conservacionistas (número); 19) Uso de tecnologias na agricultura (número); 20) Uso de tecnologias na produção animal (número).

A partir da análise fatorial por componentes principais, a estrutura de relacionamentos dessas 20 variáveis foi resumida em 8 indicadores compostos (fatores comuns), que explicaram 72% da variabilidade das variáveis originais. A análise das correlações entre as variáveis e os fatores permitiu a seguinte interpretação dos fatores:

**Fator 1 - Presença de lavouras na UPA:** (representa 14,1% da variabilidade total das 20 variáveis observáveis) apresenta forte correlação positiva com a proporção de área de lavouras na unidade produtiva, em especial as lavouras temporárias.

**Fator 2 - Tamanho da UPA:** (12,8% da variabilidade total) possui forte correlação positiva com as variáveis área total da unidade produtiva e área total explorada.

**Fator 3 - Tecnologia na agricultura:** (11,5% da variabilidade total) apresenta forte correlação positiva com o uso de tecnologias na agricultura e ao emprego de práticas conservacionistas.

**Fator 4 - Reflorestamento na UPA:** (8,3% da variabilidade total) correlaciona-se forte e positivamente à razão “Área de reflorestamento/área explorada” e forte e negativamente à razão “Área de pastagens/área explorada”.

**Fator 5 - Mão de obra familiar e renda predominante da agropecuária:** (7,3% da variabilidade total) apresenta forte correlação positiva à razão mão de obra familiar/mão de obra total, além de forte e negativa correlação com a razão da mão de obra contratada permanente/mão de obra total. Apresenta, ainda, correlação positiva e moderada com o percentual da renda advindo da agropecuária.

**Fator 6 - Bovinocultura mista na UPA:** (6,4% da variabilidade total) apresenta forte correlação positiva com a relação entre bovinos mistos no rebanho total, e moderada, porém negativa, com a razão de animais de leite no rebanho.

**Fator 7 - Bovinocultura de corte e mão de obra temporária:** (5,9% da variabilidade total) está forte e positivamente correlacionado à parcela de mão de obra temporária na UPA e à razão entre os bovinos de corte e o total do rebanho.

**Fator 8 - Mecanização na UPA:** (5,7% da variabilidade total) revela forte correlação positiva com o número de tratores em relação à área total, e com os equipamentos destinados às lavouras em relação à área total.

Esses oito fatores comuns identificados pela análise fatorial foram utilizados como critério de agrupamento pela análise de *cluster*, empregando o método de variância mínima de Ward. Inicialmente, foram selecionados oito grupos que explicavam aproximadamente 51% da variabilidade total dos fatores. Um dos grupos, com apenas 7 UPAs, foi desconsiderado das análises, por apresentar informações inconsistentes sobre a produção agropecuária. Os agrupamentos restantes foram, em seguida, caracterizados com maior detalhamento a partir de informações presentes no LUPA. Os tipos de UPAs, obtidos ao final do processo, são detalhados a seguir.

**Tipo 1 – UPAs mais diversificadas, renda não agropecuária:** é composto por 637 UPAs, que correspondem a 27,1% do total de UPAs da porção paulista do corredor Cantareira-Mantiqueira. A área média das UPAs é de 37,45 ha, sendo 28,47 ha explorados<sup>3</sup> (perto de 76% da área total). O uso e cobertura da terra das UPAs mostra predomínio de pastagens, que representam quase 77% da área explorada e sustentam um rebanho médio de 13,4 cabeças de bovinos (11,7 cabeças correspondem a bovinos mistos). As áreas de culturas temporárias e permanentes representam, respectivamente, cerca de 10% e 2% da área explorada. Já as áreas de reflorestamento correspondem a aproximadamente 9% da área explorada. A mão de obra predominante no Tipo 1 é a contratada permanente (46% do total de equivalentes-homem empregados), seguida da mão de obra familiar (43%). Da renda familiar, neste tipo de UPA, 19% provêm da agropecuária.

<sup>3</sup> A área explorada corresponde ao somatório das áreas de lavouras (culturas temporárias e permanentes), de pastagens e de reflorestamentos.

**Tipo 2 – UPAs predominantemente dedicadas a lavouras:** participam 94 UPAs (4% do total), que têm uma área total média de 7,2 ha, dos quais 4,7 ha são explorados. Pouco mais de 96% da área explorada correspondem a lavouras (61% culturas temporárias e 35% culturas permanentes). As áreas de pastagens representam 2,5% da área explorada, sendo praticamente inexpressivo o rebanho bovino, com média de 0,2 cabeças/UPA. As áreas de reflorestamento representam menos de 1% do total. A mão de obra predominante é a familiar, representando 53% do total, seguida da contratada permanente, com 34%. Neste tipo, 19% da renda familiar advêm da agropecuária.

**Tipo 3 – UPAs com bovinocultura de corte:** são 291 UPAs, o que representa 12,4% do total analisado. Apresentam área total média de 34,8 ha e área explorada média de 29,6 ha. Da área explorada, 86% correspondem a pastagens; 9% a reflorestamento e 4% a lavouras, predominantemente culturas temporárias. O rebanho bovino médio é de 28,3 cabeças por UPA, com predominância de bovinos de corte (24,1 cabeças/UPA). A mão de obra empregada predominantemente é familiar (41% do total) seguida de perto pela de contrato temporário, que representa 39% do total de dias-homem empregados na UPA. Nas UPAs Tipo 3, a proporção da renda familiar oriunda da exploração agropecuária é de 31%, em média.

**Tipo 4 – UPAs com reflorestamento como atividade mais importante:** reúne 279 UPAs (11,9% do total). O tamanho médio das UPAs do Tipo 4 é de 20,9 ha, sendo 15,3 ha explorados. Da área explorada, 82,4% correspondem a reflorestamentos. As pastagens ocupam outros 9% da área explorada e as lavouras, pouco mais de 2%. O rebanho bovino é de 1,9 cabeças/UPA, em média, predominando os bovinos de corte (1,2 cabeças/UPA). A mão de obra mais empregada é a familiar (61% do total). No Tipo 4, em média 29% da renda familiar provém da agropecuária.

**Tipo 5 – Bovinocultura mista:** contém 708 UPAs (30% do total). As UPAs deste tipo têm tamanho médio de 22,2 ha, dos quais 18,4 são explorados. Destes, em média, 73% correspondem a pastagens, 15% a reflorestamentos e 9% a lavouras (com predomínio de temporárias). Os rebanhos bovinos das UPAs do Tipo 5 têm em média 21,3 cabeças, sendo a maioria classificada como de duplo propósito (20,8 cabeças de bovinos mistos/UPA). A mão de obra

predominante é familiar (77% do total empregado). A mão de obra contratada permanente corresponde a 19% do total e a temporária, pouco mais de 2%. No Tipo 5, 40% da renda das UPAs provêm da agropecuária, conforme declarações dos produtores.

**Tipo 6 – Tecnologia na agricultura e bovinocultura de leite:** agrupa 323 UPAs (13,8% do total). A área média total destas UPAs é de 20,9 ha, sendo 18 ha explorados. Da área explorada, pouco mais de 81% são pastagens; 8% são lavouras e 9% são reflorestamentos. Entre as lavouras, predominam as temporárias, que equivalem a quase 7% da área explorada. As UPAs reunidas neste grupo foram as que declararam maior uso de tecnologias nas lavouras (como por exemplo, análise de solos, adubação mineral, sementes melhoradas, mudas fiscalizadas, entre outras) e na produção animal (por exemplo, mineralização e vermifugação do rebanho, pastejo intensivo, inseminação artificial, confinamento, etc.), bem como estão entre as que empregam maior número de práticas conservacionistas (entre outras, conservação do solo, adubação orgânica, adubação verde, manejo integrado de pragas). Os rebanhos bovinos do Tipo 6 apresentam, em média, 20,1 cabeças/UPA, predominando os animais de leite (em média, 19,4 cabeças por UPA). A mão de obra que predomina é a familiar (69%) e a contratada permanente representa perto de 26% do total empregado. Neste Tipo de UPA, 42% da renda provém da agropecuária.

**Tipo 7 – Grandes propriedades:** agrega 10 propriedades, o que corresponde a menos de 0,5% do total. Reúne as propriedades de maior porte, onde a área total média alcança 792 ha. A área explorada média é de 680 ha, com a seguinte distribuição: 62% são pastagens; 35% correspondem a reflorestamentos e 1% destina-se a lavouras. Em média, existem 400 cabeças de bovinos por UPA, das quais 265 são de corte e 134 são animais de duplo propósito. A mão de obra predominante é a contratada permanente (70% do total), enquanto a familiar responde por 16% do total de equivalentes-homem empregados na produção. A renda advinda da agropecuária corresponde, em média, a 40% da renda familiar dessas UPAs, conforme declarações feitas ao LUPA.

As áreas ocupadas, segundo os diferentes usos e cobertura da terra nas UPAs típicas, são apresentadas na Tabela 3.



**Tabela 3.** Uso e cobertura da terra das UPAs típicas (valores médios, em hectares).

USO DA TERRA	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7
Área total	37,45	7,18	34,84	20,88	22,22	20,89	791,97
Área de lavouras	2,84	4,48	1,16	0,34	1,71	1,41	5,92
Área de pastagens	21,85	0,11	25,37	1,40	13,49	14,62	421,50
Área de silvicultura	2,47	0,04	2,62	12,62	2,88	1,55	238,68

\*Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados de Torres et al. (2009).

As áreas de pastagens predominam em praticamente todos os tipos de UPAs do corredor Cantareira-Mantiqueira. Apenas nos tipos 2 (lavouras) e 4 (reflorestamento) essas são superadas, respectivamente, pelas áreas de lavouras e silvicultura. As UPAs onde prevalece a bovinocultura (de corte, leite ou mista) apresentam área média total variando entre 21 e 35 ha, área média de pastagens entre 13 e 25 ha (tipos 1, 3, 5 e 6) e representam mais de 80% das UPAs da região. Há ainda algumas poucas grandes propriedades onde se desenvolvem, principalmente, a bovinocultura e a produção florestal (tipo 7).

## 5.2. Custos de oportunidade relacionados aos diferentes tipos de UPAs

As margens por hectare (valor total da produção – despesa total) das UPAs do corredor Cantareira-

Mantiqueira indicam um cenário favorável à silvicultura. A margem mediana foi de R\$ 862,38 ha<sup>-1</sup> para a produção florestal, contra R\$ 384,05 ha<sup>-1</sup> para margem da produção das lavouras, e de R\$ 113,02 ha<sup>-1</sup> para a produção animal. Entretanto, como não estão computados nos cálculos das despesas a depreciação do capital e os custos de oportunidade dos investimentos, tende-se à sobrevalorização das margens das culturas de ciclo mais longo, em especial, à estimativa da margem da silvicultura.

Finalmente, o cálculo dos retornos econômicos obtidos pelas UPAs típicas se fez com base nas áreas destinadas à produção de lavouras, produção animal e produção florestal - apontadas pela tipologia, multiplicadas pelas margens estimadas, conforme apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4.** Retornos econômicos medianos obtidos pela produção nas UPAs e percentual da renda familiar advindo das UPAs típicas (R\$ UPA<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>).

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7
Produção de lavouras	1.090,09	1.719,52	445,94	131,21	656,55	540,39	2.274,66
Produção animal	2.469,50	12,67	2.867,64	157,83	1.525,03	1.651,97	47.637,61
Produção florestal	2.133,58	34,59	2.261,11	10.881,44	2.484,74	1.338,29	205.830,98
TOTAL	5.693,18	1.766,78	5.574,70	11.170,49	4.666,33	3.530,64	255.743,24
% da renda proveniente da UPA	19%	19%	31%	29%	40%	42%	41%

\*Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados de Torres et al. (2009) e do censo agropecuário 2006 (IBGE, 2014).

Em virtude das escalas de produção, as margens correspondentes à produção de lavouras, produção animal e silvicultura de todas as UPAs dos municípios da região do corredor

Cantareira-Mantiqueira representavam anualmente 1,7; 4,5 e 9,3 milhões de reais, respectivamente. As margens referentes à produção agrossilvipastoril dessas UPAs foram estimadas em

15,5 milhões de reais ano<sup>-1</sup>. Entretanto, os retornos econômicos obtidos com a exploração agro-silvo-pastoril pelos distintos tipos de UPAs foram muito díspares, variando de R\$ 1.766,78 (tipo 2) a R\$ 255.743,24 (tipo 7) por UPA e por ano.

Nenhum dos tipos de UPAs obteve a integralidade da renda familiar a partir da exploração agropecuária. Mesmo nos tipos onde o percentual da renda advindo da produção da UPA foi maior (tipos 5, 6 e 7), esse valor girou em torno dos 40%. Ou seja, a maior parte da renda das famílias que detinham as UPAs do corredor da Cantareira-Mantiqueira proveio de receitas não agrícolas.

## 6. Considerações finais

Os resultados deste trabalho destacam uma elevada assimetria relacionada às margens e retornos econômicos obtidos pelos diferentes tipos de UPAs. A grande diferença entre o tamanho da maioria dos pequenos e médios estabelecimentos (tipos 1 a 6) e dos poucos grandes estabelecimentos (tipo 7) explica, em grande medida, a elevada assimetria das margens e retornos totais. Por sua vez, aquelas UPAs mais associadas à exploração da silvicultura e das lavouras apresentam as maiores margens por hectare.

A assimetria dos resultados obtidos neste trabalho levanta importantes questões sobre a melhor forma de remuneração dos proprietários em uma política de PSA. Afinal, os proprietários seriam remunerados pelos retornos praticados ou pelos retornos potenciais? Embora a resposta para essa questão esteja além dos objetivos deste trabalho, é importante destacar a necessidade de um estudo prévio apurado sobre a diversidade de atividades e seus respectivos retornos econômicos.

Outra questão relevante refere-se à sustentabilidade ambiental desses sistemas de produção. Por exemplo, a qualidade e quantidade de água estão diretamente associadas à cobertura florestal (POSTEL; THOMPSON JUNIOR, 2005; REIS, 2004). A crescente preocupação com a escassez hídrica em períodos prolongados de estiagem torna emergencial um novo planejamento do uso e cobertura da terra na região. Uma política de desenvolvimento rural sustentável exige, além de informações sobre os retornos e custos econômicos das atividades, conhecer seus impactos sobre o ecossistema.

Desde o verão de 2014, momento a partir do qual ficaram explícitos os problemas relacionados ao abastecimento insuficiente de água para a região metropolitana de São

Paulo, a região de estudo - o corredor Cantareira-Mantiqueira, que abriga o Sistema Cantareira - tem atraído grande atenção política e acadêmica. É neste contexto que são oportunos trabalhos que objetivem estudar a realidade socioeconômica da região a fim de subsidiar o desenho e implementação de políticas ambientais para a preservação de remanescentes florestais com vistas a potencializar os serviços ambientais hidrológicos providos pela região. Este estudo mostra que há grande heterogeneidade entre os produtores do corredor Cantareira-Mantiqueira e que a adoção de políticas conservacionistas, tais como o PSA, deve necessariamente incorporar esta diversidade a fim de que estas políticas sejam eficazes do ponto de vista ambiental, socialmente justas e economicamente eficientes.

## Referências

- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, DF, n. 6, p. 470, 9 jan. 1997.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, DF, n. 17, p. 55, 27 jan. 2007.
- CRIVISQUI, E. **Presentación de los métodos de clasificación**. Bruxelas: Programa Presta, ULB, 1999.
- DEFRIES, R.; BOUNOUA, L. Consequences of land use change for ecosystem services: a future unlike the past. **GeoJournal**, v. 61, p. 345-351, 2004.
- DEFRIES, R. S.; FOLEY, J. A.; ASNER, G. P. Land-Use choices: balancing human needs and ecosystem function. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, DC, v. 2, n. 5, p. 249-257, 2004.
- IBGE. **Tabulações especiais do Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2014.
- KIM, J.; MUELLER, C. W. **Factor analysis: statistical methods and practical issues**. Iowa: University of Iowa, 1978.

LANT, C. L.; KRAFT, S. E.; BEAULIEU, J.; BENNET, D.; LOFTUS, T.; NICKLOW, J. Using GIS-based ecological-economic modeling to evaluate policies affecting agricultural watersheds. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 55, p. 467-484, 2005.

POSTEL, S. L.; THOMPSON JUNIOR, B. H. Watershed protection: capturing the benefits of nature's water supply services. **Natural Resources Fórum**, v. 29, p. 98-108, 2005.

REIS, L. V. S. **Cobertura florestal e custo do tratamento de águas em bacias hidrográficas de abastecimento público: caso do manancial do município de Piracicaba**. 2004. 239 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RODRIGUES, R. R.; JOLY, C. A.; BRITO, M. C. W.; PAESE, A.; METZGER, J. O.; CASATTI, L.; NALON, M. A.; MENEZES, N. A.; BOLZANI, V. S.; BONONI, V. L. R. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Programa BIOTA/FAPESP; Secretaria do Meio Ambiente, 2008. 245 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Levantamento cadastral das unidades de produção agropecuária (atualização): manual de instruções de campo**. 4. ed. Campinas: CATI/SAA, 2007.

SAS. **Base SAS® Procedures guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2009.

TORRES, A. J.; PINO, F. A.; FRANCISCO, V. L. F. S.; ÂNGELO, J. A.; MACIEL, E. L. F.; DRUGOWICH, M. I.; INTERLICHE, P. H.; PIEDADE, J. A.; SOUSA, A. C.; LORENA NETO, B.; CASER, D. V. (Org.). **Projeto LUPA 2007/08: censo agropecuário do Estado de São Paulo**. São Paulo: IEA/CATI/SAA, 2009. 381 p.

WHATELY, M.; CUNHA, P. **Cantareira 2006: um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo: resultados do diagnóstico socioambiental participativo do Sistema Cantareira**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007.

