

## O impacto da reserva legal florestal sobre a agropecuária paranaense, em um ambiente de risco\*

### The impact of the legal forest reserve over Paraná state agribusiness in a risk environment

João Batista Padilha Junior\*\*  
Ricardo Berger\*\*\*

#### Resumo

Este artigo trata do impacto sobre a agropecuária perante a efetivação da reserva legal florestal no Estado do Paraná, em um ambiente de risco. Especificamente, verificou-se a perda de área das propriedades rurais, bem como do valor do produto interno bruto cessante da agropecuária. Estimou-se o efeito do risco e da neutralidade de risco sobre os planos ótimos de produção, bem como o risco relativo dos diversos portfólios e a fronteira eficiente da média-variância das melhores alternativas de produção, comparando tais resultados com o plano atual da agropecuária. Os resultados demonstraram que o impacto físico e imediato consiste numa redução de 3,2 milhões de hectares na área das propriedades rurais paranaenses. Em termos econômicos, a efetivação da reserva legal florestal ocasionará um Valor Bruto da Produção Agropecuária - VBP cessante da ordem de R\$ 65,5 bilhões ao Estado do Paraná, fora o impacto multiplicador ao longo das principais cadeias produtivas. Para permanecer no nível atual de produção, sob condições de neutralidade de risco, os produtores terão de assumir 25% a mais de risco no conjunto de suas atividades. Para amenizar tal quadro e auxiliar a recompor o VBP cessante da agropecuária, em média, cada hectare de reserva legal florestal no Estado do Paraná deverá ter a capacidade de gerar R\$ 1.300,00 por ano, no conjunto das atividades que podem ser manejadas de forma sustentável no seu interior.

**Palavras-chave:** reserva legal florestal; risco econômico; programação quadrática.

#### Abstract

The present work deals with the impact on rural property areas of the implementation of the legal forest reserve in the State of Paraná, Brazil in a risk environment. Specifically, a loss of area of the properties as well as a loss of gross domestic product of cattle farming was observed. The effects of risk and the lack of it were also determined for optimal plans of production, as well as the relative risk of diverse portfolios and the efficient frontier of the mean-variance for best alternatives of production, comparing such results with the actual plans for farming. The results demonstrated that the physical impact consisted in a reduction of 3.2 million acres in rural property areas in Paraná. In economic terms, this implementation will result in a GDP decrease of US\$ 24 billion to the State of Paraná, before taking into account the multiplier effect over the main production chains. To remain at the current levels of production, under conditions of risk neutrality, the producers will have to assume 25% more risk in the whole of their productive activities. To regain the capacity lost the expected gross return of farming, on average, each acre of the legal forest reserve, in the State of Paraná will have to generate US\$ 465 per year, in activities that can be managed in a sustainable form.

**Key words:** legal reserve forest; economic risk; quadratic programming.

\* Este artigo foi elaborado com base na tese de doutorado de João B. P. Junior, orientado por Ricardo Berger.

\*\* Engenheiro agrônomo pela Universidade Federal do Paraná - UFPR, mestre em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ da Universidade de São Paulo - USP, doutor em Economia e Política Florestal pela Universidade Federal do Paraná - UFPR. Professor de graduação e pós-graduação da UFPR no Departamento de Economia Rural e Extensão - DERE.

\*\*\* Engenheiro florestal pela Universidade Federal do Paraná - UFPR, mestre em Economia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ da Universidade de São Paulo - USP, mestre em Economia pela Michigan State University - MSU, Ph.D. em Economia pela Michigan State University - MSU. Professor de graduação e pós-graduação da UFPR no Departamento de Economia Rural e Extensão - DERE.

## Introdução

A produção agropecuária representa um empreendimento complexo no qual os produtores enfrentam, em todas as etapas do processo produtivo, as cargas inerentes do risco e da incerteza. Dessa forma, no ambiente agropecuário, em que o conhecimento dos eventos futuros é imperfeito, a hipótese clássica da maximização de lucro não é a mais eficiente para os produtores rurais. Esse procedimento somente é válido em condições de neutralidade de risco. Contudo, no “mundo real”, as propriedades rurais operam muito aquém da completa certeza.

Modelos que incorporam o risco e a incerteza no processo de tomada de decisão podem ser mais efetivos para estimar a renda dos produtores. Isso porque, além de todos os problemas técnicos e econômicos inerentes à atividade de produção, os produtores rurais do Paraná estão sujeitos à cobrança, pelo órgão ambiental, da implementação da reserva legal florestal e da recomposição da preservação permanente nas suas propriedades.

A exigência da prática da reserva legal florestal nas propriedades rurais brasileiras, instituída pela Lei Federal n.º 7.803/89 e alterada pela Medida Provisória n.º 2.166-67/01, que modificou a Lei Federal n.º 4.771/65 (Novo Código Florestal), estabelece que todo produtor rural fica obrigado a preservar 20% da área de sua propriedade quando situada na Região Sul do Brasil. Além disso, precisa registrar essa disposição à margem da matrícula no cartório de registro de imóveis da comarca, caso contrário, ficará sujeito às sanções previstas na respectiva lei.

A seleção de atividades de produção mais viáveis economicamente vem a ser uma resposta direta à reserva legal florestal. Uma análise de empreendimentos agropecuários pode facilitar e contribuir de forma

categorica nos processos de decisão, em virtude da escolha de empreendimentos que poderão oferecer rendas maiores e menos instáveis aos produtores rurais. Nesse dinâmico processo de busca por atividades de produção, não se podem levar em conta apenas aquelas alternativas que maximizam o lucro, mas também as que geram rendas menores, mais estáveis e com menos risco.

Dessa forma, o objetivo principal deste estudo consiste em determinar o impacto e as principais consequências sobre a agropecuária perante a efetivação da reserva legal florestal no Estado do Paraná, em um ambiente de risco.

## 1 Análise macroeconômica da agropecuária paranaense

A macroeconomia, no âmbito da análise econômica, é a ferramenta que permite medir e explicar as inter-relações dos grandes agregados econômicos. No caso em questão, visa a mostrar o comportamento da economia no seu conjunto primário, bem como determinar o desempenho desse setor em relação aos demais, pelo cálculo de seu produto interno bruto, também conhecido como Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP).

Determinar o nível de produção ou a evolução do VBP é a mesma coisa que medir a taxa de crescimento de uma economia, inserida em um *locus* específico, no caso a agropecuária paranaense. Assim, o VBP expressa de forma monetária o valor global de todos os produtos agropecuários gerados no Estado do Paraná, durante o período de um ano. A grande vantagem em se utilizar o VBP como indicador do produto interno bruto da agropecuária é a possibilidade de comparar a evolução da economia primária em distintos períodos de tempo, além de permitir aferições interestaduais e internacionais.

O valor bruto da produção agropecuária paranaense, segundo a Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná - Seab/Deral/DEB (2003), é composto por 485 produtos agregados em 6 grandes grupos de atividades agropecuárias (agricultura com 61 produtos, pecuária com 115 produtos, silvicultura com 33 produtos, produtos hortícolas com 70 produtos e especiarias com 48 produtos, fruticultura com 65 produtos e floricultura com 93 produtos). A evolução nominal e real (deflacionada) do VBP, bem como a sua taxa de crescimento real entre os anos de 1995 e 2003, podem ser observados na tabela 1.

TABELA 1 - EVOLUÇÃO NOMINAL E REAL DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA PARANAENSE - 1995-2003<sup>(1)</sup>

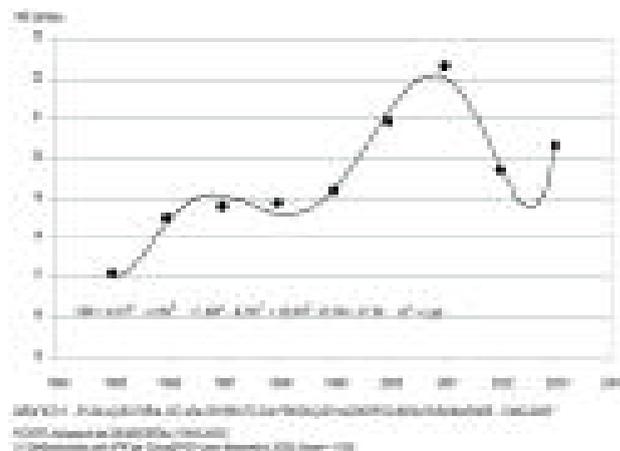
ANO	VBP (R\$ Bilhões)		TAXA REAL DE CRESCIMENTO (%)
	Nominal	Real	
1995	6.4	17.1	-
1996	7.7	18.5	7.7
1997	8.7	18.8	2.0
1998	9.1	18.9	0.2
1999	10.9	19.2	1.9
2000	11.9	20.9	8.9
2001	14.7	22.3	6.5
2002	19.1	19.7	-11.9
2003 <sup>(2)</sup>	20.3	20.3	3.0

FONTE: SEAB/DERAL-DEB

(1) Deflacionado pelo IPR da Conab/FGV para dezembro 2003 (base = 100).

(2) Valor estimado por meio de análise de regressão.

Observa-se que o valor bruto da produção apresentou um incremento pontual da ordem de 18,1% no período analisado, variando dos R\$ 17,1 bilhões em 1995 para os atuais R\$ 20,3 bilhões estimados para 2003. A taxa média real de crescimento do VBP foi de 3,0% ao ano, como pode ser verificado no gráfico 1. Nessa mesma figura, pode-se observar o comportamento da tendência do VBP, ajustada por meio de regressão múltipla entre os anos de 1994 e 2003, em que o VBP expressa o valor bruto da produção no tempo e o  $t$  é a tendência entre anos.



Nesse período, de acordo com a Seab (2003), os produtos agrícolas apresentaram uma expansão média da área plantada da ordem de 24,4% que, quando associada ao incremento médio de 20,6% na produtividade das culturas, proporcionou um incremento médio de 50% na produção agrícola do Paraná. Deve-se destacar, nesse processo, a participação de alguns produtos agrícolas importantes, como a laranja, cuja produção cresceu 211% no período, seguida da de milho (81%), da de soja (71%), da de trigo (57%) e da produção de café (53%). Os destaques negativos ficaram por conta do algodão, que apresentou uma retração de 75% na produção, seguido do arroz (5,4%) e da mandioca (4,2%).

Segundo a Seab (2003), os preços dos produtos agrícolas tiveram uma retração de 10,8% entre os anos de 1995 e 2003 e um coeficiente de variação dos preços de 8,4%. Assim, enquanto a produção média incrementava, os preços apresentavam uma variação em taxas decrescentes, o que explica *ceteris paribus* a evolução do VBP desse grupo de produtos no período.

No caso dos produtos pecuários, observou-se um incremento médio da ordem de 63% na produção. Os preços dos produtos pecuários apresentaram um recuo médio de 17,1% no período analisado e um coeficiente de variação dos preços de 6,8%. Com relação aos

produtos florestais, tornou-se difícil estabelecer alguns parâmetros para medir a evolução da produção e o comportamento dos preços no período analisado, pois existe grande variabilidade de informação entre as principais fontes analisadas.

## 1.1 O VBP e a sua distribuição pelas mesorregiões

O Estado do Paraná, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1990), é composto por 10 mesorregiões geográficas (Noroeste paranaense, Centro Ocidental paranaense, Norte Central paranaense, Norte Pioneiro paranaense, Centro Oriental paranaense, Oeste paranaense, Sudoeste paranaense, Centro Sul paranaense, Sudeste paranaense e Metropolitana de Curitiba). As mesorregiões são formadas pela inter-relação de variáveis socioeconômicas, agrícolas e de recursos naturais que permitem agregar os 399 municípios paranaenses dentro de áreas homogêneas que facilitam estudos e comparações, conforme pode ser observado na tabela 2 e mapa 1.

De acordo com os dados da tabela 2, observa-se que, em 2002, a mesorregião Oeste paranaense foi a que apresentou uma maior contribuição para a formação do VBP do estado, com uma participação de 20,9% (R\$ 4,12 bilhões). Fazendo parte dela, destacam-se os municípios de Toledo, Cascavel e Palotina que contribuíram, em conjunto, com mais de R\$ 1 bilhão para a formação do VBP regional. Logo após vem a mesorregião Norte Central com 14,5% do total do estado ou R\$ 2,84 bilhões, onde se destacam os municípios de Londrina, Rolândia e Marilândia do Sul com uma participação conjunta de R\$ 406 milhões. A mesorregião Sudoeste vem em seguida com uma participação global de 11%, onde se destacam os municípios de Francisco Beltrão, Chopinzinho e Dois Vizinhos com uma contribuição de R\$ 420 milhões ao VBP regional. Finalmente, ressalta-se a participação da mesorregião Centro Sul, responsável por 8,7% do total do VBP do PR, com os municípios de Guarapuava, Inácio Martins e Pinhão, cuja participação no VBP regional atingiu R\$ 510 milhões no período analisado. Em conjunto, essas quatro mesorregiões perfazem 55,2% (R\$ 10,5 bilhões) de todo o produto interno bruto do setor primário gerado no Paraná no ano de 2002.

TABELA 2 - VALOR REAL<sup>(1)</sup> (DEFLACIONADO) DO VBP, PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL E RANKING POR MESORREGIÃO PARANAENSE - 2002

MESORREGIÃO PARANAENSE	ÁREA (Mil ha)	VBP REAL (R\$ Bilhões)	VBP % NO TOTAL PR	RANKING
Noroeste	2.481,6	1,63	8,31	6.º
Centro Ocidental	1.192,0	1,30	6,62	10.º
Norte Central	2.453,2	2,84	14,45	2.º
Norte Pioneiro	1.572,7	1,52	7,72	7.º
Centro Oriental	2.178,3	1,70	8,64	5.º
Oeste	2.290,9	4,12	20,94	1.º
Sudoeste	1.163,8	2,17	11,04	3.º
Centro Sul	2.638,1	1,71	8,71	4.º
Sudeste	1.700,6	1,36	6,94	8.º
Metropolitana de Curitiba	2.301,5	1,30	6,63	9.º
<b>TOTAL</b>	<b>19.972,7</b>	<b>19,66</b>	<b>100,00</b>	<b>-</b>

FONTE: SEAB/DERAL-DEB

(1) Valores deflacionados pelo IPR da Conab/FGV para dezembro 2003 (base = 100).



## 1.2 O VBP e a sua participação por hectare na área das propriedades rurais

Outro indicador importante, nesta análise inicial, é o VBP por hectare ou Receita Total que cada unidade de área das propriedades rurais gera, em cada mesorregião do Estado do Paraná (tabela 3).

O VBP por hectare das propriedades rurais tem como função primordial determinar em termos monetários o desempenho da agropecuária, ou seja, quanto as combinações de atividades agropecuárias contribuem para geração de receitas totais em cada mesorregião. Dessa maneira, verifica-se que a combinação de atividades de produção agropecuária da mesorregião Oeste paranaense consegue gerar a maior receita total por área agropecuária no estado, ou seja, cerca de R\$ 2.263,88 por hectare (75% mais que a média do estado). O portfólio agropecuário dessa mesorregião (cinco principais produtos) é composto

por soja, frango, suíno, milho e boi-gordo, que no conjunto respondem por 65,2% de todo o VBP gerado localmente, conforme pode ser observado na tabela 4. De forma contrastante vem a mesorregião Noroeste paranaense que gerou apenas R\$ 725,63 por hectare na sua área agropecuária (44 % menos que a média do estado). A composição de atividades agropecuárias desenvolvidas (cinco principais produtos agropecuários) é formada pelo boi-gordo, cana, mandioca, frango e café, que no agregado foram responsáveis por 52,5% do VBP da mesorregião.

Em termos médios, cada hectare das propriedades rurais do Estado do Paraná, no ano de 2002, foi responsável pela geração de R\$ 1.293,96 de seu VBP total ou PIB da agropecuária. O portfólio de atividades agropecuárias era composto, em ordem crescente de importância, pela soja, milho, frango de corte, trigo e boi-gordo. Essa composição de atividades agropecuárias, no seu conjunto, respondeu por 48,2 do VBP total gerado em 2002.

TABELA 3 - ÁREA DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS, VALOR REAL<sup>(1)</sup> DO VBP AGROPECUÁRIO E RECEITA TOTAL REAL POR HECTARE DE AGROPECUÁRIA POR MESORREGIÃO PARANAENSE - 2002

MESORREGIÃO PARANAENSE	ÁREA DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS DO PR (Mil ha)	VBP REAL (R\$ Milhões)	VBP (R\$ por ha)	RANKING DE VBP
Noroeste	2.248,7	1.631,7	725,63	10.º
Centro Ocidental	1.094,8	1.301,0	1.171,45	5.º
Norte Central	2.221,2	2.840,5	1.278,80	4.º
Norte Pioneiro	1.365,6	1.517,1	1.110,95	7.º
Centro Oriental	1.926,5	1.698,0	881,39	8.º
Oeste	1.818,2	4.116,3	2.263,88	1.º
Sudoeste	1.031,6	2.170,0	2.103,56	2.º
Centro Sul	2.141,6	1.712,3	799,52	9.º
Sudeste	1.222,3	1.364,4	1.116,23	6.º
Metropolitana de Curitiba	876,1	1.303,8	1.488,18	3.º
TOTAL	15.946,6	19.655,0	1.293,96	-

FONTE: SEAB/DERAL-DEB

(1) Valores deflacionados pelo IPR da Conab/FGV para dezembro 2003 (base = 100).

TABELA 4 - PARTICIPAÇÃO DOS CINCO PRINCIPAIS PRODUTOS AGROPECUÁRIOS NA COMPOSIÇÃO DO VBP AGROPECUÁRIO POR MESORREGIÃO PARANAENSE - 2002

MESORREGIÃO PARANAENSE	RANKING					PARTICIPAÇÃO % VBP
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	
Noroeste	Boi gordo	Cana	Mandioca	Franco	Café	52,5
Centro Ocidental	Soja	Milho	Boi gordo	Trigo	Algodão	78,8
Norte Central	Soja	Milho	Café	Franco	Cana	59,2
Norte Pioneiro	Soja	Boi gordo	Café	Milho	Cana	58,3
Centro Oriental	Madeira	Feijão	Milho	Fumo	Soja	56,7
Oeste	Soja	Franco	Suínos	Milho	Boi gordo	65,2
Sudoeste	Soja	Franco	Suínos	Milho	Boi gordo	59,7
Centro Sul	Franco	Soja	Milho	Suínos	Boi gordo	58,2
Sudeste	Madeira	Milho	Soja	Boi gordo	Batata	53,6
Metropolitana Curitiba	Madeira	Franco	Batata	Couve-flor	Milho	51,5
Ranking Paraná	Soja	Milho	Franco	Trigo	Boi-gordo	48,2

FONTE: SEAB/DERAL-DEB

### 1.3 A distribuição do VBP segundo grandes grupos de produtos agropecuários

O VBP da produção agropecuária paranaense também pode ser decomposto pelos principais grupos de produtos agropecuários que contribuem para a sua formação. De maneira geral, o VBP é formado por seis categorias de grupos de produtos (agricultura, pecuária, silvicultura, hortaliças e especiarias, fruticultura e floricultura), conforme pode ser observado na tabela 5.

Atualmente, segundo a Seab (2003), a agricultura é o setor responsável pela geração da maior parte do VBP no Paraná. Em 2001, o valor gerado por esse setor foi de R\$ 10 bilhões, o que correspondeu a quase 45% do PIB agropecuário no ano analisado. Em 2002, percebeu-se uma retração de 1,93%, no valor gerado pelo setor, enquanto a sua participação na composição total do VBP incrementava em 11,2%, tornando com isso o setor responsável pela geração de praticamente 50% do PIB agropecuário no ano.

TABELA 5 - VALOR REAL <sup>(1)</sup> (DEFLACIONADO) DO VBP E PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DOS GRANDES GRUPOS DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS - PARANÁ - 2001-2002

GRANDES GRUPOS	VBP 2001 (A)		VBP 2002 (B)		VARIACÃO % (A/B)
	Valor (R\$ Bilhões)	% PR	Valor (R\$ Bilhões)	% PR	
Agricultura	10,00	44,9	9,81	49,9	- 1,9
Pecuária	8,84	39,7	6,87	34,9	- 22,3
Silvicultura	1,57	7,1	1,62	8,3	3,1
Hortaliças e Especiarias	1,23	5,5	0,83	4,2	- 32,4
Fruticultura	0,60	2,7	0,49	2,5	- 18,6
Floricultura	0,04	0,2	0,03	0,15	- 33,2
TOTAL	22,29	100,0	19,66	100,0	- 11,8

FONTES: SEAB/DERAL-DEB

(1) Valores deflacionados pelo IPR da Conab/FGV para dezembro 2003 (base = 100).

Entre as atividades que cresceram o VBP, cita-se a cultura da soja, responsável por 22,4% do VBP do estado, com incremento de 13,7% nas cotações e ampliação de 19,8% na produção. O milho, apesar de ter retração de 20% na produção, obteve incremento de 30,6% no preço, acrescentando positivamente o VBP do estado. O café, nessa mesma linha, registrou incremento de 413% na produção e queda de 19,1% nos preços. Apresentaram contribuição negativa ao VBP o algodão, que teve retração de 52% na produção e incremento de 9,7% nos preços, ou seja, gerou 42% menos VBP; o amendoim, que teve recuo de 1,4% em seu VBP; a mamona, que arrecadou 48% menos; e o girassol, que apresentou retração de 77,6% no VBP gerado. A pecuária é o segundo grande grupo de produtos responsáveis pela riqueza do setor primário paranaense. No período analisado, apresentou uma forte retração tanto no valor gerado do VBP (-22,31%) quanto na sua participação no global do PIB agropecuário do estado (-11,9%).

Dos setores analisados, o que mais apresentou redução de participação na composição do PIB agropecuário do Paraná foi o setor de floricultura. Comparativamente entre 2001 e 2002, esse setor teve a sua participação reduzida de 0,20% para 0,15% na composição do VBP (-25% de participação), enquanto o valor real da sua participação no VBP encolheu 33,2%.

De forma contrastante a tudo o que foi verificado anteriormente, o setor de produtos florestais ou de silvicultura foi o único que obteve um crescimento real no período analisado, superando a agricultura e a pecuária, que são setores tradicionais e com grande peso na composição do VBP estadual. Assim, o setor de produtos florestais registrou incremento de sua participação na composição do Total do VBP, variando de 7,06% em 2001 para 8,26%, em 2002, ou seja, com expansão de 1,2 pontos percentuais. Já o valor monetário real da sua parcela no VBP aumentou 3,13%, atingindo R\$ 1,62 bilhão em 2002. Entre os principais fatores responsáveis, cita-se o incremento médio de 36% sobre os preços das madeiras. O *pinus* apresentou incremento de 20% na produção (13,5 milhões de metros cúbicos) devido à produção de celulose, exportação de laminados e de móveis, e o seu preço aumentou 41%. O eucalipto em tora teve um volume de produção aumentado em 48% (1,78 milhões de metros cúbicos) com seu preço médio incrementando 71%.

A explicação plausível para tal efeito centra-se no fato de a maturação florestal ocorrer em um prazo superior ao das demais atividades. A tomada de decisão em plantar hoje vai causar impacto no mercado daqui a 15 anos em média. Os plantios realizados via incentivos fiscais nos períodos 1970/1980 estão sendo colhidos atualmente. Com a possibilidade da escassez

de matéria-prima para as indústrias florestais no curto prazo surgiu o risco do “apagão florestal” e, com ele, o incremento do preço médio da madeira no mercado que, por consequência, vem incentivando os novos plantios no Estado do Paraná. Levando-se em conta que o setor florestal é bastante oligopolizado, deve-se esperar que, com a ampliação dos plantios florestais nos próximos anos, se verifique retração do preço no mercado gerado pelas indústrias, com possível perda de sustentabilidade para o setor.

#### 1.4 A distribuição do VBP segundo os principais produtos agropecuários selecionados

O produto interno bruto da agropecuária paranaense, no seu menor nível de composição, é formado basicamente por 485 produtos que, por sua vez, estão agregados em seis categorias principais (grandes grupos agropecuários) já comentadas anteriormente. Desse universo de atividades que formam a agropecuária paranaense, foram selecionados os 16 principais produtos que contribuíram de forma significativa na geração de cerca de 83,5% do VBP no período analisado (R\$ 16,41 bilhões), conforme pode ser observado na tabela 6.

No caso da agricultura paranaense, cerca de 10 produtos (soja, milho, trigo, arroz, feijão, mandioca, café, algodão, cana-de-açúcar e café) geram 49% de todo o VBP do estado, que em 2002 significou algo em torno de R\$ 9,6 bilhões. Nesse grande grupo de produção, destaca-se a participação de três importantes produtos. Assim, nesse conjunto, a soja praticamente sozinha responde por 22,5% do VBP do estado, seguida da cultura do milho (12%) e da do trigo (4,4%).

No caso da pecuária, quatro produtos respondem por cerca de 30% de todo o VBP do Paraná,

principalmente: a avicultura de corte (11,2%), a bovinocultura de corte (10,4%), a suinocultura (4,8%) e a bovinocultura de leite (3,7%), que, no conjunto, geraram cerca de R\$ 5,9 bilhões de VBP em 2002.

TABELA 6 - VALOR REAL<sup>(1)</sup> (DEFLACIONADO) DO VBP E PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DOS PRINCIPAIS PRODUTOS AGROPECUÁRIOS SELECIONADOS - PARANÁ - 2002

PRODUTOS	VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA (VBP REAL)	
	Valor (R\$ Milhões)	% PR
<b>Agricultura</b>		
Soja	4.412,2	22,5
Milho	2.350,1	11,9
Feijão	581,7	2,9
Café	266,9	1,4
Arroz	67,2	0,3
Algodão	57,7	0,3
Trigo	870,7	4,4
Cana-de-açúcar	581,2	2,9
Fumo	223,2	1,1
Mandioca	216,5	1,1
Subtotal	9.627,4	48,9
<b>Pecuária</b>		
Avicultura	2.209,3	11,2
Bovinocultura corte	2.038,0	10,4
Bovinocultura leite	730,4	3,7
Suinocultura	953,7	4,6
Subtotal	5.931,5	30,2
<b>Produtos Florestais</b>		
Pinus	730,9	3,7
<b>Fruticultura</b>		
Laranja	120,9	0,6
<b>TOTAL</b>		
Produtos selecionados (16)	16.410,7	83,5
Produtos no Paraná (485)	19.654,9	100,0

FONTE: SEAB/DERAL-DEB

(1) Valores deflacionados pelo IPR da Conab/FGV para dezembro 2003 (base = 100).

Outro grupo importante é o dos produtos florestais, responsável por 8,3% do PIB do setor primário, no qual se destaca a madeira de *pinus* em tora para serraria, que gerou, em 2002, R\$ 730 milhões de VBP.

## 2 Análise microeconômica da agropecuária paranaense

Historicamente, a agropecuária sempre desempenhou um papel fundamental na economia paranaense, seja pela geração de alimentos e matérias-primas para alavancar as diversas cadeias produtivas, seja pelos empregos e renda que proporciona. Nas últimas décadas, a utilização intensiva de novas tecnologias de ponta, associadas com a melhoria da capacidade gerencial dos empresários rurais, tem proporcionado incrementos positivos tanto de produtividade quanto de qualidade dos produtos agropecuários paranaenses. O setor agropecuário constitui a principal atividade econômica do estado. Com uma agricultura avançada e diversificada, o Paraná é o principal estado agrícola do país.

De forma semelhante ao que aconteceu com o Brasil, a agropecuária paranaense também apresentou incrementos decrescentes na participação do PIB do estado, em detrimento do setor industrial e de serviços. Atualmente, do PIB do Paraná (US\$ 50,7 bilhões), a agricultura é responsável por cerca de 13,8%, o que em termos monetários significa algo em torno de US\$ 7 bilhões.

Segundo a Federação da Agricultura do Estado do Paraná - Faep (2002), com 200 mil km<sup>2</sup> e 9,7 milhões de habitantes (5,7% da população brasileira), o Paraná é responsável por 16% da produção agropecuária e 24% da produção agrícola nacional. Ocupa posição estratégica em relação ao Brasil e ao Mercosul, quarto maior bloco comercial mundial com PIB anual superior a US\$ 800 bilhões e mercado potencial de 190 milhões de consumidores. A produção de grãos mostra grande avanço tecnológico, com produtividade superior à média nacional, caso da soja e do milho. Os rendimentos obtidos no Paraná estão entre os maiores do país e, se comparados às médias internacionais, perdem apenas para os obtidos pela União Européia. A pecuária também

tem destaque, com elevado grau de desenvolvimento da bovinocultura, suinocultura e avicultura.

Ainda de acordo com a Faep (2002), a estrutura fundiária é formada predominantemente por pequenos e médios estabelecimentos. Cerca de 86% dos estabelecimentos rurais apresentam área inferior a 50 hectares, envolvendo 318.200 propriedades. Quando se amplia o grupo de área até os 100 ha, observa-se que 92,7% das propriedades rurais se enquadram neste módulo, ocupando 38,9% da área total das propriedades no estado. O total de estabelecimentos é de 370 mil. O tamanho médio da propriedade no Paraná é de 43 hectares.

Uma análise histórica mostra que, de acordo com o IBGE (1996), o número de estabelecimentos rurais, que era de 554 mil na década de 1970, caiu para 466 mil em 1985 e para 370 mil no último censo agropecuário, ou seja, no decorrer de 30 anos, desapareceram 184 mil propriedades no Paraná (pequenas na sua grande maioria), o que significa 6.130 propriedades por ano ou 17 propriedades por dia, conforme pode ser observado na tabela 7.

TABELA 7 - NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS RURAIS E ÁREAS, POR MÓDULOS - PARANÁ - 1985/1996

GRUPOS DE ÁREA (ha)	NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS RURAIS		ÁREA (Milhões de ha)	
	1985	1995/1996	1985	1995/1996
0 - 10	229.015	154.620	1,1	0,8
10 - 100	212.247	188.305	5,8	5,4
100 - 1.000	23.425	25.432	6,0	6,6
1.000 - 10.000	1.521	1.433	3,0	2,8
> 10.000	27	17	0,7	0,4
TOTAL	466.235	369.807	16,7	15,9

FONTES: IBGE - Censo Agropecuário (1996)

Ainda, de acordo com o censo agropecuário do IBGE (1995-96), observa-se que cerca de 190 mil propriedades têm como principal atividade econômica a lavoura temporária; 19 mil propriedades se dedicam à lavoura permanente; 87 mil têm como principal atividade a pecuária e 60 mil se dedicam à produção mista.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2002), o Paraná teve produção estimada em 22 milhões de toneladas de grãos na safra 2001/2002. É o principal produtor de trigo, milho, feijão; o segundo produtor de soja e se destaca na produção de cana-de-açúcar, café, mandioca, aveia e cevada. Do começo da década de 1990 até a safra 2001/2002, observou-se um incremento da ordem de 88,3% no volume total da produção dos principais grãos. No caso específico do Paraná, nota-se que as culturas do milho e da soja correspondem a 86,2% do total da produção de grãos, apresentando incrementos de produção da ordem de 85,7% e 105,2%, respectivamente, no período analisado.

### 3 Metodologia

#### 3.1 O modelo de programação quadrática de risco – modelo de Markowitz-Tobin

A derivação do modelo de programação quadrática de risco de Markowitz-Tobin, utilizado neste estudo, para a seleção e portfólios eficientes, será discutido a seguir, com base em Markowitz (1952;1959), Takayama e Batterham (1972), Cutler e Pass (1972), Anderson (1976) e Mendes (1980).

Inicialmente, suponha-se que:

$RT_{ij}$  = receita total esperada por hectare de atividade agropecuária i no portfólio j;

$\sigma_{ij}$  = covariância das margens brutas esperadas por hectare da atividade agropecuária i no portfólio j;

$X_{ij}$  = unidades de produção alocadas para a atividade agropecuária i no portfólio j;

$C_{ij}$  = custo variável de produção por hectare da atividade agropecuária i no portfólio j;

Qualquer combinação específica de n atividades agropecuárias de risco vai proporcionar uma margem bruta esperada (E) de:

$$E = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n RT_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot x_{ij} \quad (1)$$

Sendo a variância da margem bruta esperada V(E) igual a:

$$V(E) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n s_{ij} x_{ij} x_{ij} \quad (2)$$

Substituindo as equações (1) e (2), na função de utilidade do tomador de decisão (U), o problema passa a ser representado por um conjunto de atividades agropecuárias  $X_{ij}$  que maximizam:

$$U = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n RT_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} + b \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n RT_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} \right]^2 + b \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} x_{ij} x_{ij} \right] \quad (3)$$

Sujeito a um conjunto de restrições de recursos, assim como a  $x_{ij} \geq 0$ .

Taha (1976) conclui que

[...] usando a expansão pela série de Taylor, podemos demonstrar que os três primeiros termos da função de utilidade esperada proporcionam um critério semelhante ao apresentado a seguir:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n RT_{ij} \cdot x_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot x_{ij} - \alpha \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} x_{ij} x_{ij} \quad (4)$$

Em notação matricial, poder-se-ia representar por:

$$Z = RT X - C X - \alpha X' D X \quad (5)$$

Onde as variáveis se representam por:

Z = função objetiva a ser maximizada;

RT = vetor linha das receitas totais unitárias por atividade de produção agropecuária;

C = vetor linha dos custos variáveis totais por atividade de produção agropecuária;

X = vetor coluna da fração da área alocada aos produtos agropecuários;

$\alpha$  = coeficiente de aversão ao risco ou escalar;

D = matriz de variância-covariância.

Taha (1976) enfatizou que a expressão (5) é compatível com o uso da utilidade como critério na decisão, pois o fator da aversão ao risco ( $\alpha$ ) é um indicador da atitude do empresário diante de um desvio excessivo dos valores esperados.

Portanto, o objetivo é maximizar a expressão (5), sujeitando-se às seguintes restrições:

$$\begin{aligned} R_a &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 0,8 \\ R_{rl} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} \geq 0,2 \\ \text{lis}_i &\geq x_i \geq \text{lin}_i \\ AX &\leq B \\ X &\geq 0 \end{aligned}$$

Onde:

$R_a$  = restrição de alocação da atividade agropecuária  $i$  no portfólio  $j$ ;

$R_{rl}$  = restrição de alocação da atividade agropecuária  $i$  no portfólio  $j$  devido à reserva legal;

$Lis$  = restrição de limite superior de uso da área agropecuária disponível para atividade agropecuária  $i$  no portfólio  $j$ ;

$Lin$  = restrição de limite inferior de uso da área agropecuária disponível para atividade agropecuária  $i$  no portfólio  $j$ ;

$X$  = vetor coluna da fração da área alocada aos produtos agropecuários  $i$  no portfólio  $j$ ;

$A$  = coeficiente da matriz de insumo-produto;

$B$  = vetor coluna dos níveis de recursos e outras restrições.

De acordo com Takayama e Batterham (1972), neste modelo, o escalar  $\alpha$  desempenha o papel de ajustar os portfólios eficientes gerados. Dessa forma, quando  $\alpha$  é aplicado às relações de variância-covariância acaba refletindo o coeficiente de aversão de risco do produtor, sofrendo parametrização no

intervalo de 0 a 1, em valor absoluto, objetivando gerar soluções para pessoas com comportamento diferente em relação ao risco de mercado.

O valor zero para o coeficiente de aversão ao risco ( $\alpha = 0$ ) vai converter o modelo de programação quadrática em um modelo de programação linear (produtores indiferentes ao risco de mercado). À medida que a parametrização aumenta, ou seja,  $\alpha$  sofre incremento, o modelo fornece portfólios eficientes formados por um conjunto de atividades de produção agropecuária.

## 4 Resultados

### 4.1 Impacto físico da reserva legal florestal sobre a agropecuária paranaense

O impacto físico (sobre a área agropecuária) e imediato verificado com a implementação da área de reserva legal florestal no Paraná consiste em uma retração considerável da área dos estabelecimentos rurais (tabela 8). Dos 15,9 milhões de hectares atualmente disponíveis para a realização de qualquer atividade agropecuária (agricultura, pecuária e silvicultura), a área total dos estabelecimentos rurais recuará para 12,7 milhões de hectares, limitando drasticamente qualquer tentativa de expandir a fronteira agropecuária dentro dos limites paranaenses. Levando-se em conta, além da área de reserva legal, a área de preservação permanente registrada no Sisleg (135 mil hectares), a retração da área dos estabelecimentos rurais tornar-se-ia ainda mais séria, atingindo 12,6 milhões de hectares (redução de 21,1% sobre os dados consolidados até 31 de dezembro de 2003).

TABELA 8 - ÁREA DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS, ÁREA DESTINADA À RESERVA LEGAL, VBP POR HECTARE DE AGROPECUÁRIA E ESTIMATIVA DO VBP CESSANTE POR MESORREGIÃO PARANAENSE - 2003

MESORREGIÃO PARANAENSE	ÁREA DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS (Mil ha)	ÁREA DESTINADA À RESERVA LEGAL (Mil ha)	VBP POR HECTARE DE AGROPECUÁRIA (R\$/ha)	ESTIMATIVA DO VBP CESSANTE COM A RESERVA LEGAL (R\$ Milhões)
Noroeste	2.248,7	449,7	725,63	326,3
Centro Ocidental	1.094,8	219,0	1.171,45	256,5
Norte Central	2.221,2	444,2	1.278,80	568,1
Norte Pioneiro	1.365,6	273,1	1.110,95	303,4
Centro Oriental	1.926,5	385,3	881,39	339,6
Oeste	1.818,2	363,6	2.263,88	823,3
Sudoeste	1.031,6	206,3	2.103,56	434,0
Centro Sul	2.141,6	428,3	799,52	342,5
Sudeste	1.222,3	244,5	1.116,23	272,9
Metropolitana de Curitiba	876,1	175,2	1.488,18	260,8
TOTAL	15.946,6	3.189,2	1.293,96	3.927,4

FONTE: IBGE/SIDRA, SEAB/DERAL e IPARDES

## 4.2 Impacto econômico da reserva legal florestal sobre a agropecuária paranaense

De maneira geral, pode-se dizer que a agropecuária paranaense sofrerá um grande impacto econômico sobre o seu agronegócio, graças a uma redução de 3,2 milhões de hectares, somente com a implantação da área de reserva legal no estado. Em termos monetários, considerando-se um Valor Bruto da Produção (VBP), médio real, calculado de R\$ 1.293,96 por hectare (ver tabela 3), verifica-se uma perda (receita total média cessante) de R\$ 3,93 bilhões por ano ou 19,4% do total do VBP real gerado pela agropecuária paranaense no ano de 2002, conforme pode ser observado na tabela 8.

O cálculo do valor presente da perpetuidade do VBP da agropecuária paranaense, ou seja, a determinação da série uniforme do VBP, projetado para o infinito, considerando uma taxa real de desconto de 6% ao ano, mostra que tal valor pode atingir R\$ 65,5 bilhões. Assim, de forma indireta, pode-se dizer que esse é o valor da reserva legal florestal no Paraná equivalente à produção agropecuária cessante com a sua

implementação, ou seja, esse valor é o próprio custo de oportunidade da reserva legal florestal.

Entre as mesorregiões paranaenses que mais vão sentir o impacto econômico com a implementação da reserva legal, em termos médios de perda de VBP, está a Oeste, que deixará de gerar cerca de R\$ 823,3 milhões ao ano, o que representa 20,9% de todo o PIB agropecuário gerado pelo estado no ano de 2002. A seguir, está a mesorregião Norte Central paranaense, com um VBP cessante de R\$ 568,1 milhões ao ano (14,4% do PIB agropecuário estadual) e a mesorregião Sudoeste paranaense com perda de R\$ 434,0 milhões (11% do VBP paranaense). O impacto econômico estimado pelo VBP cessante para as demais mesorregiões do estado pode ser observado na tabela 8.

O impacto econômico da reserva legal florestal sobre a agropecuária paranaense não se resume apenas ao VBP cessante. Com a imobilização permanente dos 3,2 milhões de hectares da área das propriedades rurais, os produtores não terão como recuperar seus investimentos efetuados na aquisição e na melhoria da terra. Assim, a estimativa do valor da terra imobilizada com a reserva legal deve ser ponderada no cálculo do impacto econômico (tabela 9).

TABELA 9 - ÁREA DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS, ÁREA DESTINADA À RESERVA LEGAL, VALOR MÉDIO DA TERRA AGRÍCOLA E ESTIMATIVA DO VALOR DA TERRA IMOBILIZADA PELA RESERVA LEGAL POR MESORREGIÃO PARANAENSE - 2003

MESORREGIÃO PARANAENSE	ÁREA DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS (Mil ha)	ÁREA DESTINADA À RESERVA LEGAL (Mil ha)	VALOR MÉDIO DA TERRA AGRÍCOLA (R\$/ha)	ESTIMATIVA DO VALOR DA TERRA IMOBILIZADA COM A RESERVA LEGAL (R\$ Milhões)
Noroeste	2.248,7	449,7	7.600,00	3.417,7
Centro Ocidental	1.094,8	219,0	9.500,00	2.080,5
Norte Central	2.221,2	444,2	10.000,00	4.442,0
Norte Pioneiro	1.365,6	273,1	6.250,00	1.706,9
Centro Oriental	1.926,5	385,3	5.600,00	2.157,7
Oeste	1.818,2	363,6	11.800,00	4.290,5
Sudoeste	1.031,6	206,3	6.400,00	1.320,3
Centro Sul	2.141,6	428,3	5.200,00	2.227,2
Sudeste	1.222,3	244,5	1.900,00	464,6
Metropolitana de Curitiba	876,1	175,2	1.700,00	297,8
TOTAL	15.946,6	3.189,2	6.595,00	22.405,2

FONTE: SEAB/DERAL

O cálculo da estimativa do valor da terra imobilizada com a reserva legal foi efetuado com base no preço médio do hectare da terra agrícola em cada uma das mesorregiões do estado. Em termos médios, considerando-se os dados contidos na tabela 9, verifica-se que a imobilização de 20% da área total das propriedades rurais no Paraná deve causar um impacto da ordem de R\$ 22,4 bilhões ao setor agropecuário.

Assim, de forma estimativa, considerando-se o VBP cessante da agropecuária paranaense e o valor da terra imobilizada com reserva legal, pode-se dizer que o impacto econômico total sobre a agropecuária do Paraná pode atingir valores ao redor de R\$ 90 bilhões (tabela 10). Caso fosse considerado o custo para a recomposição do bioma, além do gasto com registro (Sisleg) e outras despesas operacionais, tal valor poderia atingir cifras muito superiores à calculada.

TABELA 10 - IMPACTO ECONÔMICO TOTAL DA ÁREA DE RESERVA LEGAL FLORESTAL SOBRE A AGROPECUÁRIA POR MESORREGIÃO PARANAENSE - 2003

MESORREGIÃO PARANAENSE	PERPETUIDADE DO VBP CESSANTE COM A RESERVA LEGAL (R\$ Bilhões) (A)	VALOR DA TERRA IMOBILIZADA (R\$ Bilhões) (B)	VALOR DO IMPACTO ECONÔMICO TOTAL (R\$ Bilhões) (A+B)
Noroeste	5,4	3,4	8,8
Centro Ocidental	4,3	2,1	6,4
Norte Central	9,5	4,4	13,9
Norte Pioneiro	5,1	1,7	6,8
Centro Oriental	5,7	2,2	7,9
Oeste	13,7	4,3	18,0
Sudoeste	7,2	1,3	8,5
Centro Sul	5,7	2,2	7,9
Sudeste	4,5	0,5	5,0
Metropolitana de Curitiba	4,3	0,3	4,6
TOTAL	65,5	22,4	87,9

FONTE: Os autores

Nesse processo de implementação da reserva legal florestal no Estado do Paraná, a mesorregião que mais vai sentir o impacto total será a Oeste paranaense, que deverá perder algo em torno de R\$ 18 bilhões, seguida pela mesorregião Norte Central paranaense com uma perda estimada de R\$ 14 bilhões. A mesorregião menos afetada no processo será a Metropolitana de Curitiba, que terá um impacto total estimado em R\$ 4,6 bilhões.

**A mesorregião que mais vai sentir o impacto total com a reserva legal florestal será a Oeste paranaense, que deverá perder algo em torno de R\$ 18 bilhões**

### 4.3 Plano atual da agropecuária paranaense e os planos ótimos gerados pelo modelo quadrático de risco

O plano atual de produção agropecuária paranaense, alicerçado em dados fornecidos pela Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná/Departamento de Economia Rural (Seab/Deral), mostra a participação de cada um dos 21 produtos selecionados para o estudo sobre área agropecuária cultivada total do estado. Observa-se que o plano atual é composto por 0,2% de algodão, 0,5% de arroz, 0,8% de café, 2,4% de cana-de-açúcar, 3,5% de feijão, 0,3% de fumo, 0,7% de mandioca, 18,3% de milho, 23,5% de soja, 7,7% de trigo, 0,07% de laranja, 3,3% de *pinus*, 34,1% de pecuária de corte, 4,4% de pecuária de leite, 0,2% de avicultura de corte, 0,01% de suinocultura de corte e 2,5% pelos demais produtos agropecuários.

Assim, dos 485 produtos agropecuários que formam o plano atual de produção do Paraná, os 21 selecionados correspondem a 97,5% da área total agropecuária, enquanto os 464 produtos restantes a apenas 2,5%. No total, esses 485 produtos agropecuários geraram um VBP real da ordem de R\$ 19,7 bilhões na safra 2002/2003, enquanto os 21 produtos selecionados foram responsáveis pela geração de R\$ 16,4 bilhões ou 83,5% do total do VBP agropecuário paranaense do período

em questão. Em termos médios, cada hectare do plano atual da produção agropecuária gerou uma margem bruta de R\$ 428,56, mas com um risco associado de R\$ 173,04 por hectares e um coeficiente de variação da ordem de 40,4% (tabela 11).

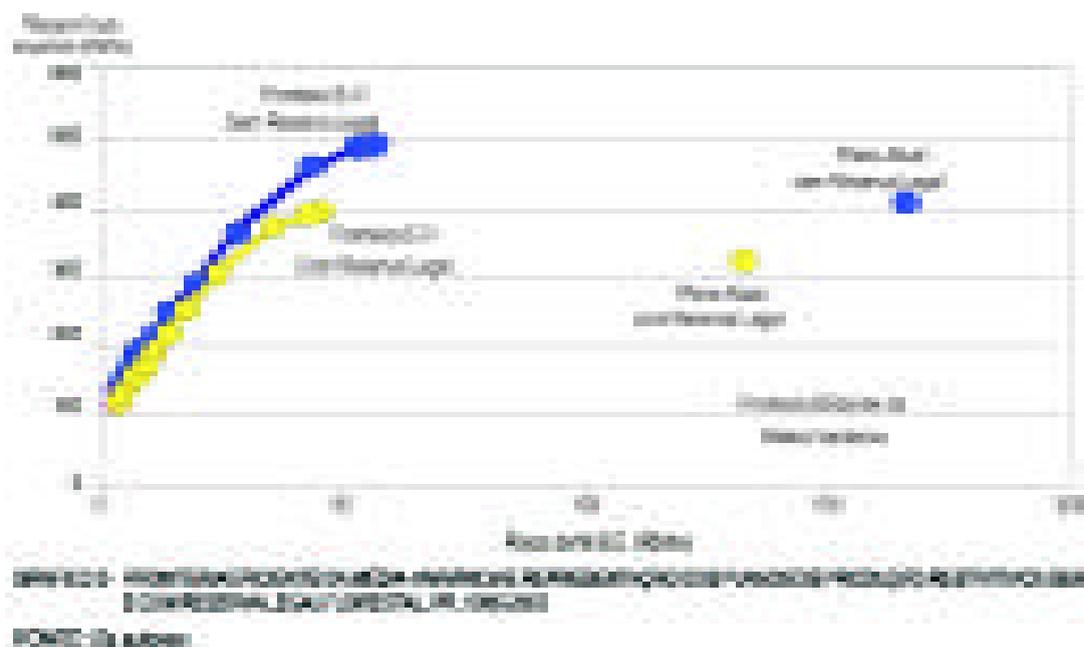
Outro aspecto importante é de que o plano atual agropecuário paranaense situa-se no interior da área das soluções possíveis fornecidas pelo modelo

restritivo, sendo então dominado pelas soluções ótimas localizadas sobre a fronteira eficiente da média-variância, ou seja, ele não é o ideal. Assim, tanto a solução ótima “sem reserva legal” quanto a “com reserva legal” geradas pelo modelo restritivo são mais eficientes que o plano atual agropecuário (gráfico 2).

TABELA 11 - COMPARATIVO ENTRE O PLANO ATUAL DA AGROPECUÁRIA PARANAENSE E OS PLANOS ÓTIMOS RESTRITIVOS EM SITUAÇÃO DE NEUTRALIDADE DE RISCO ( $\alpha=0$ ) - PARANÁ - 1995-2003

ITEM	PLANO ATUAL PR	PLANOS ÓTIMOS RESTRITIVOS ( $\alpha=0$ )	
		Sem Reserva Legal	Com Reserva Legal
Margem Bruta Esperada (R\$/ha)	428,56	490,09	392,02
Risco da Margem Bruta Esperada (R\$/ha)	173,04	55,69	44,59
Coeficiente de Variação da MBE (%)	40,4	11,3	11,4
Atividades de produção por hectare (%)			
Algodão	0,2	0,5	0,4
Arroz em casca	0,5	0,6	0,5
Café	0,8	0,9	0,7
Cana-de-açúcar	2,4	2,3	1,9
Feijão	3,5	3,9	3,1
Fumo	0,3	0,3	0,2
Mandioca	0,7	1,0	0,8
Milho	18,3	17,6	14,1
Soja	23,5	20,6	16,4
Trigo	7,7	6,2	5,0
Laranja	0,07	0,06	0,05
Pinus	3,3	3,6	2,9
Bovinocultura de corte	34,1	37,4	29,9
Bovinocultura de Leite	4,4	4,9	3,9
Avicultura de Corte	0,2	0,1	0,1
Suinocultura de Corte	0,01	0,02	0,01
Participação dos 21 produtos na restrição de área imposta ao modelo (%)	100,0	100,0	80,0

FONTES: SEAB/DERAL-DEB e IBGE/SIDRALSPA



O plano ótimo restritivo "sem reserva legal", quando comparado com o plano atual, numa situação de neutralidade de risco, consegue gerar 14,4% a mais de margem bruta por hectare com um risco 67,8% menor. Assim, com a adoção do plano ótimo de produção, seria possível reduzir o coeficiente de variação da margem bruta por hectare de 40,4% para 11,4%. Portanto, o plano atual da agropecuária pode ser melhorado (otimizado) via utilização do modelo quadrático de risco sem afetar o zoneamento agropecuário do Estado da Paraná.

No caso do plano ótimo restritivo "com reserva legal", quando comparado com o plano atual, observa-se uma redução de 8,5% na margem bruta, mas é preciso lembrar que houve uma restrição de uso de 20% na área das propriedades, que gerou menor produção. Mesmo assim, esse plano ótimo restritivo "com reserva legal" conseguiu reduzir em 74,2% o risco de variação da margem bruta por hectare, além de apresentar um coeficiente de risco relativo 71,8% menor que o fornecido pelo plano atual da agropecuária paranaense.

Tendo em vista que a implementação da reserva legal florestal vai reduzir em 20% a área das propriedades rurais do Paraná, para manter um nível

ótimo de margem bruta esperada (solução fornecida pelo modelo restritivo "sem reserva legal"), sob condições de neutralidade de risco, os produtores terão de assumir em média 24,9% a mais de risco no conjunto de suas atividades, ou alterar de alguma forma o seu plano atual de produção.

Deve-se atentar que a solução ótima analisada anteriormente corresponde apenas à situação de neutralidade de risco, ou seja, àquela em que o produtor rural faz a sua tomada de decisão de modo determinístico (solução de programação linear), buscando apenas maximizar seu retorno unitário sem considerar o risco de variabilidade das margens brutas no tempo.

Dados os problemas para contornar o risco de variabilidade das margens brutas e a perda de área física das propriedades rurais com a implementação da reserva legal, antes de se tentar obter a maximização dos objetivos econômicos, deve-se considerar prioritariamente a viabilização das atividades produtivas.

Os resultados da tabela 12 mostram que a parametrização do risco no modelo restritivo "com reserva legal" alteraria sensivelmente as combinações de empreendimentos no Paraná e conduziria a uma busca de soluções para superar esses problemas.

TABELA 12 - COMPARATIVO ENTRE OS PLANOS ÓTIMOS RESTRITIVOS COM RESERVA LEGAL, SOB CONDIÇÕES DE RISCO - PARANÁ - 1995-2003

ITEM	SOLUÇÃO PL	PLANOS ÓTIMOS RESTRITIVOS COM RESERVA LEGAL			
		1% risco	10% risco	50% risco	100% risco
Margem Bruta Esperada (R\$/ha)	392,02	372,13	255,41	136,86	113,40
Risco da Margem Bruta Esperada (R\$/ha)	44,59	35,86	17,78	4,86	3,18
Coefficiente de Variação da MBE (%)	11,4	9,6	6,9	3,6	2,8
Atividades de produção por hectare (%)					
Algodão	0,4	0,4	-	-	-
Arroz em casca	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Café	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4
Cana-de-açúcar	1,9	1,9	1,9	1,1	0,4
Feijão	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Fumo	0,2	0,2	0,03	-	-
Mandioca	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4
Milho	14,1	14,1	9,5	1,9	0,2
Soja	16,4	16,4	16,4	7,5	5,7
Trigo	5,0	5,0	-	-	0,4
Laranja	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Pinus	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Bovinocultura de corte	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9
Bovinocultura de leite	3,9	3,9	1,4	-	-
Avicultura de corte	0,1	0,1	-	-	-
Suinocultura de corte	0,01	0,01	0,01	-	-
Área Agropecuária Utilizada (%)	80,0	80,0	66,8	47,8	43,9

FONTE: Os autores

Assim, observa-se que a principal consequência da introdução da restrição da reserva legal se verifica na seleção de atividades de produção para compor os planos ótimos, com efetiva redução da margem bruta esperada e incremento do nível de risco relativo por hectare.

Com relação à ociosidade da área agropecuária disponível aos 21 produtos em disputa, enquanto o grau de risco sofria incremento, a mesma era impactada de forma negativa pela restrição de uso nos limites superiores e inferiores impostos ao modelo. Como o elemento risco (volatilidade das margens brutas esperadas) atua de forma moderadora no processo de formação dos planos ótimos de produção, seu incremento faz com que as margens brutas esperadas das atividades em disputa sofram redução. Assim, algumas atividades que estavam no máximo do limite superior e que poderiam colaborar nos planos ótimos ficam impedidas de ampliar sua participação, enquanto as atividades que não poderiam colaborar sofreram

redução de participação ou até eliminação dos planos ótimos. A ampliação da área disponível para os produtos que geram margem bruta esperada menor, mas com maior garantia (bovinocultura de corte e *pinus*), eliminou tal distorção e conduziu o modelo à utilização da totalidade de área agropecuária disponível.

## Conclusão

O impacto físico verificado com a implementação da reserva legal florestal no Estado do Paraná consiste numa retração considerável da área dos estabelecimentos rurais. Dos 15,9 milhões de hectares atualmente disponíveis para a produção agropecuária, a área total dos estabelecimentos rurais recuará para 12,7 milhões de hectares.

Com relação ao VBP cessante da agropecuária paranaense, verifica-se uma perda de R\$ 3,9 bilhões por ano, ou algo como 19,4% do total do VBP real gerado pela agropecuária no ano de 2002. O cálculo do valor presente da perpetuidade do VBP mostra que tal valor pode atingir R\$ 65,5 bilhões. Assim, de forma indireta, esse é o valor da reserva legal florestal no Paraná equivalente à produção agropecuária cessante com a sua implementação.

No aspecto do valor da terra imobilizada com a reserva legal florestal, verifica-se que a imobilização permanente de 20% da área total das propriedades rurais deve causar um impacto da ordem de R\$ 22,4 bilhões ao setor agropecuário paranaense.

De forma estimativa, pode-se afirmar que o impacto econômico total da reserva legal florestal sobre a agropecuária do Paraná pode atingir valores próximos de R\$ 90 bilhões. Caso fosse considerado o custo para a recomposição do bioma, o custo de averbação, cadastro, vistoria e topografia, tal valor poderia atingir cifras bem superiores à calculada.

Resultados fornecidos pelo modelo indicam que produtores rurais com “maior aversão ao risco” selecionam um conjunto de atividades de produção diferente daquele definido por produtores que possuem uma “menor aversão ao risco”. Desse modo, o objetivo da maximização de lucro, por parte dos produtores rurais, é diretamente afetado pela sua aversão ao risco.

A fronteira eficiente da média variância mostra uma relação positiva entre risco e renda. Além disso, o nível de risco dos planos ótimos aumenta a taxas crescentes, devido a uma maior participação dos empreendimentos avicultura de corte, bovinocultura de leite, suinocultura de corte, café adensado, mandioca, cana-de-açúcar, laranja, soja e milho. Por outro lado, produtores rurais que objetivam alcançar

níveis de margem bruta esperada com maior garantia buscarão ter em seus planos ótimos uma combinação com uma maior participação da bovinocultura de corte e do *pinus*, os quais, apesar de gerarem retornos relativamente menores, contribuíram de forma decisiva para a redução do risco.

Com relação ao plano atual da agropecuária paranaense, verifica-se que está associado a um coeficiente de variação 3,6 vezes superior ao coeficiente gerado pelos planos ótimos restritivos em situação de neutralidade de risco. Isso denota que, relativamente ao plano atual, há planos alternativos mais eficientes e menos arriscados, que podem aumentar a margem bruta esperada em 14,4% com redução de 67% no risco.

Tendo em vista que a implementação da reserva legal florestal vai imobilizar em 20% a área das propriedades rurais do Paraná, para permanecer no nível de produção atual (solução fornecida pelo modelo restritivo “sem reserva legal”), sob condições de neutralidade de risco, os produtores terão de buscar ampliar em 25% a sua margem bruta esperada e, com isso, terão de assumir 24,9% a mais de risco no conjunto de sua atividade, ou alterar de alguma forma o seu plano atual de produção.

De forma a recompor ou compensar o VBP cessante da agropecuária, em média, cada hectare de reserva legal florestal no Paraná deverá ter a capacidade de gerar cerca de R\$ 1.300,00 por ano.

Os resultados obtidos com a utilização do modelo de programação quadrática de risco e suas alternativas testadas – com restrição de uso de área agropecuária pelas atividades em disputa e com a inclusão da reserva legal florestal – forneceram uma base objetiva para traçar algumas conclusões e implicações no conjunto de pressuposições que sustentam este estudo.

***O impacto da reserva legal florestal sobre a agropecuária paranaense, em um ambiente de risco***

- Recebido em: 18.04.2005
- Aprovado em: 23.05.2005

## Referências

- ANDERSON, J. R. **Modeling decision making under risk**. Agricultural development council conference on risk, uncertainty and agricultural development. Mexico, 1976.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Indicadores da agropecuária**. Brasília, DF, ano XII, n.12, dez. 2003.
- CUTLER, L.; PASS, D. S. **A computer program for quadratic mathematical models to be used for aircrafts design and other applications involving linear constraints**. Santa Monica, CA, United States: Air Force Project Rand, 1972.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ-FAEP. **Programa Casa em Ordem**. Curitiba, 2003.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ-FAEP. **Paraná Informações 2002**. Curitiba, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Divisão do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas**. Rio de Janeiro, 1990. 2v.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: FIBEGE, v.47, 1986.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Estatísticas históricas do Brasil**. Séries estatísticas retrospectivas. Rio de Janeiro: FIBEGE, 1986. 3v.
- MARKOWITZ, H. **Portfolio selection**: efficient diversification of investments. New York: John Wiley, 1959.
- MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **Journal of Finance**, 7(1): 71-91. 1952.
- MENDES, J. T. G. **The selection of marketing strategies under price risk**: the case of Brazilian soybeans. Columbus, Ohio: The Ohio State University, 1980.
- SECRETARIA DO ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO-SEAB. **Valor bruto da produção agropecuária paranaense**. Curitiba, 2003.
- TAHA, H. A. **Operations research**: an introduction. New York: MacMillan Publishing Co., Inc., 1976.
- TAKAYAMA, T.; BATTERHAM, R. L. **Portfolio selection and resource allocation for financial and agricultural firms with the rand QP360**. Quadratic programming code. Illinois: DAE - University of Illinois at Urbana-Champaign, 1972.