

Pobreza e sustentabilidade¹

Eliseu Alves²
Geraldo da Silva e Souza³
Carlos Augusto Mattos Santana⁴

Resumo – O artigo ilustra a elevada concentração da renda bruta da agricultura brasileira – 11% dos 4,4 milhões de estabelecimentos rurais foram responsáveis por 87% de toda a renda bruta em 2006. A tecnologia é a responsável por essa concentração. A exclusão dos pequenos produtores é consequência das imperfeições de mercado e das políticas públicas que discriminam a pequena produção. Dado esse contexto, o trabalho analisa as dificuldades de se generalizar a adoção das políticas públicas e o uso de tecnologias agropecuárias complexas. Além disso, ressalta que algumas tecnologias têm grande potencial de discriminação. Nesse sentido, apresenta uma reflexão inicial a respeito da possibilidade de algumas tecnologias que favorecem a sustentabilidade ambiental discriminarem a pequena produção. Conclui-se que as políticas públicas para a agricultura não são neutras em relação ao volume de produção, porque a pequena produção vende seus produtos por preços muito abaixo do que consegue a grande e paga mais pelos insumos. Em consequência, a pequena produção não consegue adotar a tecnologia que faz cada hectare e trabalhador produzirem mais e, assim, afastar o fantasma da pobreza via agricultura. O mesmo ocorre com as tecnologias de preservação do meio ambiente e os regulamentos das políticas de comando e controle. O viés é mais grave para as tecnologias que requerem investimentos maiores em bens de capital e técnicas de administração do negócio complexas, exatamente as de maior potencial para gerar renda. Recomenda-se a avaliação das políticas públicas para se eliminarem, quando possível, seus vieses, ou, então, compensar a pequena produção pelo prejuízo delas decorrente. O estudo enfatiza também a necessidade de realizar análises rigorosas das tecnologias disponíveis no mercado, particularmente as mais exigentes em capital físico e humano, de maior complexidade e com retorno no longo prazo – para identificar a discriminação da pequena produção e, conseqüentemente, definir medidas para eliminá-la.

Palavras-chave: pequena produção, pobreza rural, políticas públicas, tecnologia.

Poverty and sustainability

Abstract – The article shows the high concentration of gross income in Brazilian agriculture - 11% of the 4.4 million rural establishments accounted for 87% of all gross income in 2006. Technology is responsible for this concentration. The exclusion of small producers is a consequence of market imperfections and public policies that discriminate against small producers. Given this context, the article analyzes the difficulties of generalizing the adoption of public policies and the use of complex agricultural technologies. Moreover, it highlights that some technologies have great discrimination

¹ Original recebido em 28/10/2016 e aprovado em 19/12/2016.

² Assessor do Presidente e pesquisador da Embrapa. E-mail: eliseu.alves@embrapa.br

³ Pesquisador da Embrapa, Secretaria de Gestão Institucional. E-mail: geraldo.souza@embrapa.br

⁴ Pesquisador da Embrapa, Secretaria de Inteligência e Macroestratégia. E-mail: carlos.santana@embrapa.br

potential. In this regard, it presents an initial reflection on the possibility of some technologies that favor the environmental sustainability to discriminate the small farm production. It is concluded that the public policies for agriculture are not neutral in relation to the volume of production, because small farm producers sell their products at prices far below those received by medium and large producers and pay more for the inputs. As a result, small farm producers cannot adopt the technology that makes each hectare and worker produce more and thus, avoid the threat of poverty through agriculture. The same is true for environmental preservation technologies and the regulations of public policies. The bias is more serious for technologies that require larger investments in capital goods and complex business management techniques, exactly the ones with the greatest potential to generate income. Therefore, it is recommended to evaluate public policies in order to eliminate, where possible, their biases, or to compensate the small farm production for the loss suffered. Likewise, the need for rigorous analysis of the technologies available in the market, particularly the most demanding in physical and human capital, of greater complexity and with long-term return is also emphasized. This, in order to identify the discrimination faced by the small farm production and consequently, to define correcting measures.

Keywords: small farm production, rural poverty, public policies, technology.

Introdução

Quem produz são os agricultores e os trabalhadores. Os instrumentos de trabalho principais são a terra, a água e os recursos da natureza. Preservá-los é importantíssimo para o presente e para o futuro. Significa preservar a vida, o emprego e a renda. Já foi dito, com muita propriedade, que a síntese do processo de produção consiste na alegria⁵ de viver e nos resíduos da produção. O progresso consiste em aumentar a alegria e reduzir, ou mesmo eliminar, os resíduos.

A sustentabilidade significa alegria permanente para os homens, como produtores e consumidores de bens materiais e intangíveis. Na agricultura, significa a sustentabilidade dos agricultores, com atenção para os níveis macro e micro, ou seja, sociedade e indivíduo. Políticas públicas de caráter geral, como as embutidas no código florestal, afetam desigualmente a pequena e a grande produção e têm custos privados e sociais muito diferentes. Da mesma forma, as tecnologias que visam à sustentabilidade têm custos muito mais elevados para a pequena produção, comparados com os da grande produção,

o que dificulta sua adoção. São muito rentáveis para os grandes, mas geram pouca renda para os pequenos, ou mesmo prejuízos. Mas prevalecendo o princípio da generalidade, já que todos são iguais perante a lei, não há como escapar da concessão de subsídios à pequena produção. Caso isso não ocorra, ela ficará à margem da tecnologia e descumprirá as obrigações legais para fugir da falência⁶.

Este trabalho apresenta algumas análises, fundamentadas no Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2009), que ilustram as dificuldades de se generalizar a adoção das políticas públicas, do tipo comando e controle, e o uso de tecnologias complexas, como a integração lavoura-pecuária. O trabalho mostra também que algumas tecnologias têm enorme potencial de discriminação. Nesse sentido, apresentará uma reflexão inicial a respeito da possibilidade de algumas tecnologias que favorecem a sustentabilidade ambiental discriminarem a pequena produção. Os desafios enfrentados por esse grupo de produtores em cumprir o requerimento legal de manter uma área de Reserva Legal também serão abordados

⁵ Num certo sentido, embutida no ato de consumir bens materiais e intangíveis e de poupar.

⁶ A pequena produção ocorre tanto nos estabelecimentos de até 100 hectares quanto nos de áreas maiores.

Distribuição da área dos estabelecimentos e da renda bruta

Distribuíram-se os estabelecimentos em duas classes de área: até 100 ha e de mais de 100 ha. A Tabela 1 mostra a participação das classes e suas áreas médias.

Tabela 1. Distribuição dos estabelecimentos em classes de área e área por estabelecimento em 2006.

Classe	Nº de estabelecimentos	%	Área média (ha)
>100 ha	386.050	8,77	596,03
≤ 100 ha	4.014.477	91,23	16,33
Total	4.400.527	100	67,18

Fonte: IBGE (2009).

Vale ressaltar que as políticas de comando e controle, embora de caráter geral, na prática cobrem principalmente os estabelecimentos de mais de 100 ha. Quanto aos de até 100 ha, também são objeto dessas políticas os bem-sucedidos das áreas irrigadas, de polos especializados em frutas, hortaliças e grãos.

A renda bruta cobre tudo o que o estabelecimento vendeu, acrescido do autoconsumo e da indústria caseira, a preços de mercado. Os estabelecimentos foram divididos em classes de renda, definidas em termos de salário mínimo mensal de 2006, de acordo com o Censo agropecuário de 2006 (IBGE, 2009): muito pobre (0, 2]; pobre (2, 10]; média (10, 200]; e rica (200,∞).

Pobre e muito pobre formam o grupo desfavorecido, 3,9 milhões de estabelecimentos (Tabela 2). Eles produziram aproximadamente 13% da renda bruta da agropecuária de 2006. Os muito pobres geraram apenas 3,27% dessa renda, e cada estabelecimento produziu mensalmente o equivalente a meio salário mínimo – vivem na extrema pobreza, portanto. Numa situação assim, por que a família não migra rapidamente? Programas de transferência de renda e a pobreza reduzem a mobilidade das

famílias. Os programas aumentam a renda familiar, estimulando a permanência no meio rural. A pobreza deixa a família sem recursos para pagar as despesas de migração, especialmente as de longa distância, como as do Norte e Nordeste para as megalópoles sulinas.

As classes média e rica formam a categoria abastada. Responde por 11,4% dos 4,4 milhões de estabelecimentos e foi responsável por 87% de toda a renda bruta de 2006. Se 75 mil estabelecimentos semelhantes em capacidade de produção fossem incorporados à classe abastada, esta produziria toda a renda bruta de 2006. Sem aumento das exportações, os preços dos produtos agrícolas teriam sofrido forte redução. Considerando a classe rica, se a clonagem de estabelecimentos fosse viável, 54 mil estabelecimentos seriam suficientes para abastecer o Brasil em 2006 e exportar.

Destaca-se que muito da façanha que tornou o Brasil grande produtor de alimentos, fibras e energéticos é também devida a estabelecimentos de até 100 ha. Ressalta-se também que a concentração da renda bruta, conforme o Índice de Gini, não diferiu nas duas classes: até 100 ha, Gini = 0,85; mais de 100 ha, Gini = 0,87.

Terra e trabalho explicaram 30% do crescimento da produção em 2006 e tecnologia, 70%. Cerca de 500 mil estabelecimentos foram os grandes beneficiários da aventura simbolizada pela tecnologia moderna. Reserva-nos o futuro uma agricultura com poucos estabelecimentos, a grande maioria deles sobrevivendo do Bolsa Família, aposentadoria rural e do trabalho em tempo parcial? As forças de mercado, com a ajuda de políticas de comando e controle e de tecnologias discriminatórias contra a pequena produção, sem mecanismo apropriado para superar as imperfeições de mercado, rapidamente vão esvaziar os campos, de população e de estabelecimentos (ALVES et al., 2013).

Embora o Índice de Gini seja praticamente o mesmo para as duas classes de área, sua distribuição diverge consideravelmente. Dos estabelecimentos de até 100 ha, 91,6% estão

Tabela 2. Distribuição do número de estabelecimentos em classes de renda bruta, em salário mínimo mensal (slmm), participação na renda bruta e renda bruta por estabelecimentos em 2006.

Classe de renda bruta (slmm)	Nº de estabelecimentos	%	Participação na renda bruta (%)	Renda bruta por estabelecimento (slmm)
Muito pobre (0, 2]	2.904.769	66,01	3,27	3,27
Pobre (2, 10]	995.750	22,63	10,08	4,66
Média (10, 200]	472.702	10,74	35,46	34,49
Rica (200,∞)	27.306	0,62	51,19	861,91
Total	4.400.527	100	100	10,48

Fonte: Alves et al. (2013).

nas classes de renda bruta muito pobre e pobre. Apenas 8,3% fazem parte das classes média e rica. Ou seja, a pobreza é amplamente dominante. Ou ainda, a mobilidade de estabelecimentos da classe desfavorecida para a abastada foi muito pequena. A grande maioria deles ficou à margem da tecnologia moderna. Quanto à distribuição da renda bruta, a participação da classe desfavorecida foi de apenas 26,9%; a abastada, de 73,1%. Enorme concentração – muitos estabelecimentos produziram pouco e poucos produziram muito.

Na classe de mais de 100 ha, estavam estabelecimentos da classe desfavorecida (56,9%) e da abastada (43,1%). A classe desfavorecida gerou apenas 2,5% da renda bruta e a abastada, 97,5% (Tabela 3). Assim, tanto a distribuição dos estabelecimentos quanto a da renda bruta

divergem substancialmente de uma classe de área para a outra. A concentração da renda é muito maior entre os estabelecimentos com área de mais de 100 ha.

A mobilidade de estabelecimentos da classe desfavorecida para a abastada foi muito maior na classe de mais de 100 ha. Para até 100 ha, as classes muito pobre e pobre responderam por 91,69% dos estabelecimentos; na outra classe, 56,90%. Essa porcentagem revela que a predominância da pobreza nas classes muito pobre e pobre é também característica do grupo que possui mais terra, mas em menor proporção, em comparação com os de menores áreas. Trata-se de evidência adicional de que é a tecnologia que explica a concentração, não a terra.

Tabela 3. Distribuição dos estabelecimentos em número, porcentagem e porcentagem da renda bruta segundo as classes de área de até 100 ha e de mais de 100 ha em 2006.

Classe de renda bruta (slmm)	Até 100 ha			Mais de 100 ha		
	Nº de estabelecimentos	%	% rb	Nº de estabelecimentos	%	% rb
Muito pobre (0, 2]	2.795.789	69,64	6,98	108.980	28,23	0,31
Pobre (2, 10]	885.057	22,05	19,90	110.693	28,67	2,22
Média (10, 200]	326.446	8,13	45,22	145.256	37,89	27,64
Rica (200,∞)	7.185	0,18	27,90	20.121	5,21	69,83
Total	4.014.477	100	100	386.050	100	100

Fonte: IBGE (2009).

Contribuição da tecnologia para o crescimento da renda bruta

Numa regressão, em que a variável dependente é a renda bruta, e as independentes, terra, trabalho e insumos que cristalizam tecnologia, estimou-se um modelo nos logaritmos considerando os dados dos censos de 1995–1996 e de 2006, Tabela 4 (ALVES et al., 2013).

Tabela 4. Contribuição da terra, do trabalho e da tecnologia na explicação da variação da renda bruta, censos de 1995–1996 e de 2006.

Variável	1995–1996		2006	
	Coefficiente	%	Coefficiente	%
Trabalho	0,26	31,3	0,21	22,3
Terra	0,15	18,1	0,09	9,6
Tecnologia	0,42	50,6	0,64	68,1
Total	0,83	100	0,94	100

Fonte: Souza et al. (2013).

Em 1995–1996, a contribuição da terra e trabalho na variação da renda bruta correspondeu a 49,4%, e a da tecnologia, já dominante, 50,6%. De 1995–1996 para 2006, a terra perde importância – sua contribuição cai de 18,1% para 9,6%. A parcela do trabalho diminuiu de 31,3% para 22,3%, o que significa que a mecanização da agricultura se aprofundou. A tecnologia tornou-se amplamente dominante. Sua participação evoluiu de 50,6% para 68,1%. Terra e trabalho perderam assim importância na capacidade de explicar o desenvolvimento da agricultura.

A tecnologia é a responsável pela concentração da produção. A exclusão dos pequenos produtores é consequência das imperfeições de mercado e das políticas públicas que discriminam a pequena produção, além de, pelos seus regulamentos, criarem novas imperfeições, como as implícitas nas normas do Crédito Rural, do Pronaf, do Código Florestal e nos regulamentos para preservarem a qualidade de produtos. Assim, na luta pela construção de uma agricul-

tura sustentável, é importante perguntar quais são os beneficiários e quais são os excluídos e sempre ter em mente que medidas de políticas públicas de amplo espectro, quanto aos beneficiários, carregam em si enorme potencial de discriminação. As tecnologias exigentes em capital físico e humano, de difícil compreensão e com retorno no longo prazo, ou que privilegiam os retornos sociais, têm enorme potencial de discriminar a pequena produção, seja ela oriunda de estabelecimentos de até 100 ha, seja de mais de 100 ha. Por isso, impõe-se rigorosa avaliação dessas tecnologias – quanto a retornos, quem favorecem e quem beneficiam. Ninguém deseja que a preservação do meio ambiente seja instrumento de concentração da renda e da riqueza, mas, como as possibilidades são reais, que se apoie cuidadosa avaliação.

Ganho de renda bruta com a mudança de classe de um estabelecimento

Suponha que um estabelecimento da classe muito pobre mude para a pobre. Na muito pobre, digamos que a renda seja de R\$ 100,00, e na pobre, R\$ 250,00. Então, o ganho líquido com a mudança de classe é R\$ 150,00. A Tabela 5 mostra os ganhos quando os estabelecimentos mudam de uma classe para a seguinte. O poder público deve se envolver diretamente com a mobilidade da classe muito pobre para a pobre e desta para a média, e, preferencialmente, priorizar os estabelecimentos com área de até 100 ha. Nos demais casos, o papel do governo é promover incentivos e ajudar a eliminar as imperfeições de mercado.

Suponha que o objetivo é dar condições para a mudança de mil estabelecimentos de até 100 ha da classe muito pobre para a pobre. Pela Tabela 5, o ganho é de R\$ 14.715,21 por estabelecimento. Então, multiplica-se esse número por mil e obtém-se R\$ 14.715.210,00 de renda bruta de incremento. É muito difícil fazer essa mudança? Se fosse trivial, não haveria estabelecimento muito pobre. Mas a classe pobre dispõe de um

Tabela 5. Ganho líquido de renda bruta com a mudança de classe de um estabelecimento para a classe seguinte.

Região	Classe de área (ha)	Mobilidade do estabelecimento para a classe seguinte		
		Muito pobre para pobre	Pobre para média	Média para rica
Brasil	≤ 100	14.715,21	85.401,08	2.775.417,87
	> 100	15.811,22	155.295,01	3.016.818,25
	Todos	14.894,29	107.397,91	2.978.714,32
Norte	≤ 100	12.443,09	96.596,13	1.645.634,63
	>100	15.085,50	111.769,95	1.969.846,52
	Todos	13.022,29	103.926,57	1.857.058,77
Nordeste	≤ 100	13.827,35	87.070,42	3.047.080,30
	> 100	14.550,98	115.345,52	4.569.812,54
	Todos	14.067,73	94.615,03	3.853.999,89
Sudeste	≤ 100	14.613,95	88.576,07	2.961.992,91
	> 100	16.950,44	157.992,86	3.671.938,35
	Todos	14.881,50	110.460,95	3.516.989,91
Sul	≤ 100	14.935,04	81.383,81	2.527.323,35
	> 100	17.099,61	186.585,25	2.081.980,49
	Todos	15.002,76	101.684,44	2.283.896,96
Centro-Oeste	≤ 100	13.190,08	78.802,29	3.120.117,83
	> 100	16.514,99	162.279,33	2.657.828,58
	Todos	14.149,51	141.022,74	2.700.890,00

Fonte: IBGE (2009).

milhão de estabelecimentos, distribuídos em todo o Brasil. É só ver o que eles fazem e seguir seus exemplos. No caso, não é necessário investimento milionário em capital. Simplicidade, dedicação, alguma ajuda e persistência por parte do agricultor, boa assistência técnica e disposição dos agricultores de se organizarem para contornar as imperfeições de mercado.

O ganho é elevado e, por isso, a política pública tem muito a ganhar com os investimentos nesse tipo de ação. E muito a perder nas ações que discriminem os produtores das classes muito pobre e pobre. A tendência atual é a de estimular as mudanças da classe média para a rica. Muitas das tecnologias propostas têm esse viés, bem como as medidas de comando e controle. Não somos contra elas. É papel da sociedade zelar pelos interesses gerais, mas deve-se evitar as po-

líticas públicas que carregam elevado potencial discriminatório ou, então, compensar os pequenos produtores pelas perdas que elas causam.

Países desenvolvidos experimentaram concentração do valor da produção semelhante à do Brasil (Tabela 6), também por influência

Tabela 6. Porcentagem de estabelecimentos necessários para alcançar 87% do valor da produção no ano do censo no Brasil, na Europa e nos Estados Unidos.

País ou região	Ano do censo	Estabelecimentos necessários (%)
Brasil	2006	11,4
Europa (27 países)	2010	13,9
Estados Unidos	2007	11,1

Fonte: Alves e Souza (2015).

de políticas públicas que favoreceram mais o grande volume da produção, como o subsídio ao preço das commodities e políticas de comando e controle, embora a intenção explícita delas fosse estimular a produção e preservar o meio ambiente.

Tecnologias que favorecem a sustentabilidade ambiental discriminam a pequena produção?

A expansão da produção agropecuária em equilíbrio com a qualidade do meio ambiente e com a preservação dos recursos naturais tem recebido atenção crescente no Brasil. Como parte desse processo, várias tecnologias produtivamente mais eficientes e ambientalmente amigáveis vem sendo geradas e colocadas à disposição dos produtores. Esse conjunto de tecnologias é amplo e diversificado. Inclui as tecnologias promovidas pelo Plano ABC⁷, o manejo integrado de pragas (MIP) e a agricultura de precisão.

Como assinalado anteriormente, as tecnologias mais complexas, exigentes em capital físico e humano e com retorno no médio e longo prazos, têm potencial de discriminar a pequena produção. Portanto, devem ser rigorosamente avaliadas. Dada essa necessidade, apresenta-se a seguir, com base em breve revisão de literatura, uma reflexão inicial a respeito da possibilidade de tecnologias que favorecem a sustentabilidade ambiental eventualmente discriminarem o pequeno produtor. Atenção particular será dada às exigências de investimento, aos custos operacionais, às complexidades das tecnologias e à capacidade técnica e financeira dos produtores.

Recuperação de pastagens degradadas

A degradação das pastagens é um fator negativo para o desenvolvimento sustentável da pecuária e uma fonte importante de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE). Portanto, a recuperação e manutenção da produtividade das pastagens é uma prática fundamental para a mitigação das emissões dos GEE e para o bom desempenho da pecuária.

Não existem estatísticas oficiais recentes das áreas de pastagem degradada no Brasil⁸. Entretanto, segundo Dias-Filho (2014), em torno de 100 milhões de hectares de pastagem no País estariam forte ou moderadamente degradadas. Essa estimativa ilustra em termos aproximados a dimensão do desafio enfrentado pelos pecuaristas brasileiros para aumentar a capacidade de suporte das pastagens e conseqüentemente expandir a produtividade da pecuária. Ela ressalta também a oportunidade que esses agentes econômicos têm para contribuir com os esforços de redução das emissões de GEE mediante o uso de tecnologias de recuperação de pastagens degradadas.

A recuperação de pastagens, entendida como

[...] a aplicação de práticas culturais e/ou agronômicas, visando o restabelecimento da cobertura do solo e o vigor das plantas forrageiras na pastagem (TOWNSEND et al., 2010),

é uma tarefa relativamente complexa. Ela envolve identificar o estágio de degradação da pastagem, diagnosticar suas causas e definir a estratégia tecnológica de recuperação a ser seguida – práticas culturais, quantidade de insumos e manejo a ser adotado. Tendo em vista esses elementos e

⁷ Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura. Ele promove o uso das seguintes tecnologias: recuperação de áreas de pastagens degradadas; integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF); sistemas agroflorestais; plantio direto; fixação biológica de nitrogênio; florestas plantadas e tratamento de dejetos animais.

⁸ Os últimos dados oficiais disponíveis são do Censo Agropecuário de 2006. Segundo essa publicação, a área de pastagem plantada degradada em 2006 era de 9,8 milhões de hectares. Para o censo, pastagem plantada degradada é a área que se encontrava degradada ou pouco produtiva por causa do manejo inadequado ou da falta de conservação. No caso de Dias-Filho (2014), o conceito usado é mais amplo, vai além das pastagens plantadas e considera áreas forte e moderadamente degradadas. Portanto, a diferença de valores decorre de conceitos e anos distintos.

a existência de vários ecossistemas no Brasil, há uma variedade de estratégias de recuperação de pastagens que podem ser usadas pelos pecuaristas segundo as especificidades das condições de cada estabelecimento rural.

Como mostra a Tabela 7, as estratégias variam entre sistemas menos intensos tecnologicamente e outros que envolvem intervenções mais exigentes em termos de recursos financeiros, insumos, práticas culturais, uso de máquinas, equipamentos e técnicas de manejo da pastagem. Cada estratégia é mais adequada para uma situação específica, que é condicionada pelo estágio de degradação da pastagem, pelo tamanho da área a ser recuperada, pela capacidade financeira do produtor, pela sua disponibilidade de caixa e pelo preço da terra, do boi ou do leite (DIAS-FILHO, 2011). Quanto mais altos são esses preços, em particular o da terra, maior é o incentivo para se investir na recuperação da pastagem. Portanto, no caso de áreas de fronteira agrícola a atratividade para se investir na recuperação de pastagem é relativamente menor, pois o preço da terra nessas regiões, em geral, é mais baixo.

Então, quanto maior a degradação, mais elevado será o investimento. Conforme a Tabela 7, a diferença entre os intervalos de custo reflete também o grau de sofisticação tecnológico das estratégias de recuperação envolvidas.

Como visto anteriormente, o custo financeiro para a utilização das tecnologias de recuperação de pastagens pode ser relativamente alto. Esse custo pode inviabilizar a adoção de tecnologias por parte da pequena produção, particularmente as de médio e alto níveis de intensificação, que requerem maior uso de insumos e uso mais intensivo de máquinas e equipamentos. Com frequência, a dificuldade de adoção de estratégias de reabilitação de pastagens é agravada pela descapitalização desse grupo de produtores, pela falta de domínio da tecnologia, pelo reduzido acesso à assistência técnica, pela insegurança na posse da terra e pela dificuldade de acesso a linhas de crédito e a mercados para a compra de insumos. Uma vez melhorada a pastagem, é necessário aumentar o número de animais por hectare para recuperar o investimento. O custo com a compra de animais costuma ser mais elevado do que o incorrido com a melhoria da pastagem.

Tabela 7. Estágios, indicadores e estimativas de custo de possíveis estratégias de intervenção na recuperação de pastagens degradadas no Bioma Amazônia em 2010.

Estágio	Degradação	Estratégia de recuperação	Custo (R\$/ha)
	Indicadores		
Inicial	Plantas invasoras em até 20% de cobertura de solo, gramínea ainda vigorosa, capacidade de suporte da pastagem próxima a 1,0 UA/ha	Descanso + ajuste de manejo + limpeza + adubação (P) + introdução de leguminosas	350,00 a 850,00
Médio	Plantas invasoras em 30% a 50% de cobertura de solo, gramínea com vigor regular, capacidade de suporte da pastagem de 0,5 UA/ha a 0,9 UA/ha	Descanso + ajuste de manejo + limpeza + descompactação parcial do solo + calagem + adubação (N-P-K) + introdução de leguminosas + introdução de gramínea	850,00 a 1.850,00
Avançado	Plantas invasoras em mais de 60% de cobertura de solo, gramínea com baixo vigor ou inexistente, capacidade de suporte da pastagem menor que 0,5 UA/ha	Limpeza + descompactação do solo + calagem + adubação (N-P-K) + introdução de leguminosas + introdução de gramíneas/renovação em associação com culturas anuais + introdução de árvores ajuste de manejo	1.850,00 a 2.250,00

Fonte: Townsend et al. (2010).

Integração lavoura-pecuária-floresta

De grande proporção no Brasil, a degradação das pastagens é um fenômeno que afeta a sustentabilidade da pecuária nacional, gera desperdício de recursos naturais por não otimizar a produtividade em áreas já abertas e contribui para o aumento das emissões de GEE. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) são alternativas ambientalmente favoráveis para a recuperação e intensificação sustentável do uso de pastagens. Segundo Balbino et al. (2011), os sistemas ILPF

[...] incorporam atividades de produção agrícola, pecuária e florestal, em dimensão espacial e/ou temporal, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema para a sustentabilidade da unidade de produção, contemplando a sua adequação ambiental e a valorização do capital natural.

A adoção de sistemas de ILPF produz diversos benefícios para os produtores e a sociedade em geral: intensificação e maior eficiência do uso da terra; aumento da produtividade; diminuição do risco causado por oscilações de mercado e variações climáticas; maior sequestro de carbono; redução da erosão; aumento da matéria orgânica do solo; e melhoria das condições microclimáticas e do bem-estar animal, por exemplo. Além disso, esses sistemas favorecem a redução da emissão de metano por unidade de produto via diminuição da idade de abate dos animais. Também contribuem para o sequestro de CO₂ atmosférico pela fotossíntese e posterior incorporação na forma de matéria orgânica ao solo (KICHEL et al., 2012).

Em comparação com outros sistemas produtivos, a implantação da ILPF é considerada complexa, pois envolve a interação de várias áreas do conhecimento e requer maior capacidade de gestão e investimentos iniciais. O uso do sistema ILPF traz outros desafios: exigência de maior qualificação e dedicação de produtores, técnicos e colaboradores; domínio da tecnologia de lavouras anuais e pecuária; disponibilidade de capital financeiro suficiente ou acesso ao crédito; tempo de retorno do investimento rela-

tivamente mais demorado, particularmente do componente florestal; disponibilidade e manutenção de máquinas e equipamentos e de outros fatores externos à unidade produtiva, como energia, armazenamento e transporte; e, em certos casos, dificuldade de aquisição de insumos e comercialização dos produtos (BALBINO et al., 2012). Esses elementos limitam o uso da ILPF pela pequena produção.

Além desses elementos, a adoção do sistema ILPF é influenciada, sobretudo, por sua viabilidade econômico-financeira. A esse respeito, pelo menos dois fatores se destacam: o custo de implantação do sistema, ou, alternativamente, o investimento inicial; e o fluxo de caixa. Estudos sobre a economicidade de sistemas ILPF, como os de Costa et al. (2012), Faria et al. (2015), Oliveira Júnior et al. (2016), Oliveira et al. (2000) e Vinholis et al. (2010), concluem que esses sistemas são economicamente viáveis. Entretanto, indicam que o investimento para sua implantação é relativamente elevado comparado com o do monocultivo e o da integração lavoura-pecuária (ILP). Esses autores mostram também que o fluxo de caixa líquido dos sistemas ILPF examinados apresentaram saldos negativos nos primeiros anos. Tais resultados, juntamente com os desafios de uso da ILPF, sugerem que a adoção desse sistema exige bastante dos produtores, em particular dos de pequeno porte. Isso inibe o uso da ILPF por este último grupo.

Martha Júnior et al. (2011) analisaram a rentabilidade econômica de outro sistema diversificado de produção proposto como solução tecnológica para fortalecer a sustentabilidade ambiental, a ILP. Especificamente, fizeram uma análise *ex ante* do desempenho econômico desse sistema – pecuária extensiva de corte e soja – em comparação com dois sistemas especializados, monocultivo de soja e pecuária de corte extensiva.

Para os propósitos deste trabalho, ressalta-se que as análises conduzidas por esses autores indicam que a ILP compete com os sistemas especializados de pecuária, mas suas taxas de retorno não são competitivas em comparação com sistemas especializados com soja (Tabela 8).

Tabela 8. Comparação econômica dos sistemas ILP, monocultivo de soja e pecuária de corte extensiva.

Parâmetro	Pecuária extensiva	Soja	ILP		
			Total	Pecuária	Soja
Custeio (R\$/ha)	1.406,00	940,62	2.143,94	3.348,68	939,20
Depreciações (R\$/ha)	81,23	45,4	72,67	72,67	72,67
Custo operacional					
Custeio (R\$/ha)	77,23	51,73	117,92	184,18	51,66
Bens de capital	367,18	347,85	356,78	356,78	356,78
Dispêndio (R\$/ha)	1.931,74	1.385,61	2.691,31	3.962,31	1.420,31
Receita bruta (R\$/ha)	1.901,71	2.160,00	3.409,73	4.659,47	2.160,00
Renda líquida (R\$/ha)	-30,03	774,39	718,43	697,16	739,69
Retorno (%)	-1,55	55,89	26,69	18,6	52,08

Fonte: Martha Júnior et al. (2011).

O motivo é o elevado requerimento por capital da ILP, especialmente para a compra de animais em recria para a engorda. Esse fato é considerado uma das principais dificuldades para a adoção da tecnologia, em especial pela pequena produção, por causa de sua escassa disponibilidade de capital financeiro e limitado acesso ao crédito. Boa parte dos fatores que dificultam a adoção da ILPF pelos pequenos produtores vale também no caso da ILP.

Sistema de plantio direto

O plantio direto, usado no Brasil a partir do fim da década de 1960 como alternativa de preparo do solo, passou a ser entendido no País na década de 1980 como um “sistema de manejo” constituído por um conjunto de processos tecnológicos destinados à exploração agrícola. O sistema é complexo e compreende: a mobilização de solo restrita à linha ou cova de semeadura ou de plantio; a gestão dos resíduos dos cultivos; a manutenção permanente da cobertura do solo; o controle de plantas daninhas, pragas e doenças; e a diversificação de culturas, estruturada via rotação, sucessão e/ou consorciação de culturas, com aporte anual de fitomassa ao solo e manutenção do solo permanentemente coberto com restos de cultura ou com plantas vivas. No início da década de 2000,

o SPD passou a incorporar o processo colher-semear, que representa a redução ou supressão do intervalo entre uma colheita e a semeadura da cultura subsequente, buscando até três safras por ano agrícola nas regiões de clima subtropical e tropical do País.

Além de ser um dos mais eficientes sistemas de prevenção e controle de erosão, o SPD contribui substancialmente para a redução dos GEE. De acordo com pesquisa recente de Corbeels et al. (2016), os estoques de carbono do solo sob SPD foram elevados durante períodos de 11 a 14 anos, aproximando-os do nível observado no cerrado nativo. O SPD proporciona também outros benefícios ambientais: favorece redução do consumo de combustível nas atividades agrícolas; controla a erosão hídrica e eólica; produz maior conservação de umidade no solo e maior aproveitamento da água disponível pelas plantas; melhora a porosidade total do solo; e eleva a tolerância dos cultivos a períodos de estiagem, por exemplo.

Apesar dos benefícios do SPD, sua adoção, especialmente pelos produtores de menor porte, é dificultada por muitos elementos: limitada qualificação e baixo grau de instrução de uma parcela dos produtores diante do que é requerido pelo sistema; maior dependência de assistência técnica especializada; reduzida disponibilidade

de pessoal habilitado para a implantação e condução do sistema; complexidade para manejar o sistema – práticas de plantio; gestão dos resíduos dos cultivos; definição da rotação/sucessão das culturas; e controle de plantas daninhas, pragas e doenças.

Uma limitação adicional ao uso do SPD é que, em geral, os custos de implantação são mais elevados do que os do sistema convencional, e isso é devido aos investimentos em máquinas e condicionamento do solo e ao maior uso de herbicidas. Em relação a esse aspecto, Fidelis et al. (2003) assinalaram que

[...] com a evolução e o pleno estabelecimento do SPD na propriedade, normalmente constata-se a redução dos custos, principalmente pelo menor uso de máquinas, menores riscos de produção e maior eficiência de aproveitamento dos fatores de produção disponíveis.

Segundo esses autores, agricultores da região de Campos Gerais, PR, lograram, no fim da década de 1990, redução de 15% a 25% do custo de produção por hectare a partir do quinto ano de implantação do SPD. Apesar do resultado, eles ressaltaram que, em geral, os três primeiros anos exigem muito do agricultor, o que pode levá-lo a desistir do sistema.

Quanto ao uso do SPD por agricultores familiares, de Oliveira et al. (2009) examinaram os efeitos de sua introdução em lavouras de milho em três assentamentos de reforma agrária no município de Unaí, MG. Os sistemas foram implantados na safra 2004–2005 em sete lavouras, com acompanhamento técnico dos pesquisadores do Projeto Unaí⁹. As análises incluíram comparação dos dados relativos ao uso do SPD naquele ano agrícola com os referentes ao plantio convencional em 2002–2003 e 2003–2004.

Em contraste com os resultados do plantio convencional, apenas uma lavoura do SPD gerou renda líquida negativa (Tabela 9). Além disso, a relação benefício/custo do SPD foi, em geral,

superior a do plantio convencional. As análises mostraram também que as produtividades do SPD foram, na maioria dos casos, mais elevadas do que as alcançadas com o plantio convencional; o uso do SPD diminuiu a dependência de maquinário alugado para o preparo do solo; e a quantidade de trabalho necessária para o controle de plantas daninhas foi reduzida.

Com os resultados obtidos, os autores concluíram que o SPD mostrou-se promissor para viabilizar técnica e economicamente a produção de milho dos assentados de reforma agrária em Unaí. Além disso, ressaltaram que

[...] provavelmente alguns produtores não se interessarão por tecnologias de SPD que aumentem o nível de investimento nas lavouras, devido a dificuldades de financiamento ou por medo de aumentar as perdas, caso o ano não seja exitoso.

Agricultura de precisão

A agricultura de precisão (AP) é definida como

[...] um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial de propriedades do solo e das plantas encontradas nas lavouras e visa à otimização do lucro, sustentabilidade e proteção do ambiente (AGRICULTURA..., 2011).

A AP em vez de tratar o campo de maneira uniforme, com base em valores médios, considera as variações espaciais e temporais dos diversos fatores envolvidos no processo de produção agrícola, como a umidade e a variabilidade do solo e seu teor de nutrientes e de matéria orgânica. A AP se distingue também por minimizar os impactos ambientais da atividade agrícola via racionalização do uso de insumos – menores quantidades são aplicadas localizadamente.

O uso da AP é uma atividade relativamente recente no Brasil. As primeiras pesquisas nessa

⁹ O projeto foi conduzido pela Embrapa Cerrados, pelo Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento (Cirad), pelo Grupo de Trabalho de Apoio à Reforma Agrária da Universidade de Brasília, pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais e pela Escola Agrícola Estadual Juvêncio Martins Ferreira.

Tabela 9. Resultados de lavouras de milho grão seco, em três assentamentos de reforma agrária do Município de Unai, MG, nos anos agrícolas 2002–2003, 2003–2004 e 2004–2005.

Ano	Sistema de cultivo	Ident. ⁽¹⁾	Renda bruta	Custo operacional efetivo	Margem bruta	Custo operacional total	Renda líquida	Relação benefício/custo
			R\$/ha					
2002–2003	Plantio convencional	02_01	910,00	445,45	464,55	535,97	374,03	1,70
		09_03	394,94	670	-275,54	821,15	-426,40	0,48
		15_01	605,75	472,90	132,85	536,10	69,65	1,13
		16_02	170,00	389,72	-219,72	455,88	-285,88	0,37
		Média	520,13	494,59	25,54	587,28	-67,15	0,90
		Desvio padrão	314,94	122,14	344,02	160,43	360,67	0,62
2003–2004	Plantio convencional	09_05	235,25	670,61	-435,36	776,42	-541,17	0,30
		15_01	923,00	650,19	272,81	769,53	153,47	1,20
		15_02	600,00	693,45	-93,45	751,25	-151,25	0,80
		17_02	780,00	773,05	6,95	849,03	-69,03	0,92
		17_03	636,25	746,08	-109,83	809,55	-173,30	0,79
		Média	634,90	706,68	-71,80	791,00	-156,00	1,00
		Desvio padrão	257,39	51,54	254,48	38,62	251,00	0,33
2004–2005	Sistema plantio direto	01_01	1.050,00	685,54	364,46	767,17	282,83	1,37
		07_01	1.200,00	739,28	460,72	861,78	338,22	1,39
		09_01	1.093,00	777,60	315,40	1.060,75	32,25	1,03
		09_02	768,75	756,85	11,90	961,73	-192,28	0,80
		09_03	933,25	651,30	281,95	927,59	5,66	1,01
		14_01	630,00	492,46	137,54	623,48	6,52	1,01
		15_01	1.039,25	635,47	403,78	764,96	274,29	1,36
		Média	959,18	676,93	282,25	852,49	106,68	1,14
		Desvio padrão	198,27	97,37	157,33	146,30	195,07	0,23

⁽¹⁾ Identificação do número do Estabelecimento e do número do campo de Lavoura.

Fonte: Oliveira et al. (2009).

área no País são do fim da década de 1990, e o lançamento da maquinaria agrícola própria para esse sistema ocorreu em 2000. Apesar do relativo curto “período de vida” da AP no País, estudos como o de Bernardi e Inamasu (2014) indicam que esse sistema vem sendo usado em muitos estados. Conforme os autores, os produtores que mais tem adotado a AP no Brasil possuem maior grau de escolaridade, fazem maior uso da infor-

mática na gestão da propriedade e têm mais acesso à Internet e familiaridade com o uso de laptop. Bernardi e Inamasu (2014) apontaram que a renda dos que adotaram a AP era maior do que a dos que usavam o cultivo convencional (Tabela 10). Mostraram também que as propriedades que adotam a AP eram maiores do que as que usavam o sistema convencional, ou seja, confirmaram a conclusão de Griffin e Lowenberg-DeBoer

Tabela 10. Renda dos proprietários que adotam a agricultura de precisão e dos que adotam o sistema convencional (valores em salário mínimo) – novembro de 2012.

Estado	Renda (salário mínimo)					
	Sistema convencional			Agricultura de precisão		
	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10
BA	0	33,3	66,7	16,7	50	16,7
PI	22,2	11,1	33,3	16,7	16,7	41,7
MA	12,5	12,5	62,5	38,5	38,5	15,4
GO	35,3	23,5	23,5	21,4	14,3	50
MS	0	44,4	33,3	0	31,4	54,3
MT	71,4	14,3	0	16,7	25	50
MG	20	40	26,7	20	26,7	53,3
PR	28,3	43,4	22,6	16,1	38,7	32,3
RS	52,9	35,3	0	31,8	36,4	18,2
Total	29,1	34	24,8	17,5	31,3	38,8

Fonte: Bernardi e Inamasu (2014).

(2005) de que as maiores escalas de produção tendem a favorecer a adoção da AP.

Em complementação aos elementos anteriores, o estudo de Bernardi e Inamasu (2014) mostrou que a maioria das atividades de AP nas propriedades ocorreu via contratação de serviços de terceiros, que as propriedades possuíam equipamentos para aplicação de insumos a taxas variadas e colhedoras com sensor de colheita, mas subutilizados. Observou que as principais fontes de informação dos produtores sobre AP eram consultores, cursos, treinamentos, feiras agropecuárias e revendedores. A extensão rural pública, por causa do limitado grau de especialização dos profissionais, participou pouco da provisão de informações.

Destaca-se também que o uso da AP requer a identificação da variabilidade espacial da lavoura. A importância dessa atividade decorre do fato de o retorno econômico da AP depender da intensidade da diferença espacial da produção/produtividade e do que a faz variar. Para Inamasu e Bernardi (2014), no Brasil a identificação da variabilidade espacial da lavoura é mais comumente feita por amostragem em grade, conduzida por empresas de serviço e por meio

de mapas de produtividade obtidos por máquinas. Conforme os autores, em ambos os casos o investimento é considerado elevado.

O elemento mais importante na tomada de decisão sobre a adoção de uma tecnologia ou sistema de produção é sua rentabilidade econômica. A esse respeito, apesar das particularidades de cada caso, e reconhecendo a impossibilidade de apresentar dados aplicáveis genericamente, esforços – como o de Silva et al. (2016) – têm sido feitos para examinar a viabilidade econômica da agricultura de precisão (GOMIDE, 2001; SANTOS, 2014; SILVA; VALE, 2007). No caso específico de Silva et al. (2016), os autores desenvolveram as análises com base em dados relativos à safra 2003–2004 e usaram o orçamento parcial como metodologia para o levantamento dos custos de produção dos sistemas AP e agricultura tradicional, ambos incluindo o plantio direto.

As estimativas obtidas demonstraram que – por causa da diminuição da quantidade de insumos usados no sistema AP – o custo total com a aquisição dos insumos na safra 2003–2004 para a AP foi menor do que para a agricultura tradicional: R\$ 691,90/ha contra R\$ 752,23/ha.

Entretanto, os gastos com serviços/operações (preparo do solo, plantio, tratos culturais, colheita e mão de obra), juros, assistência técnica e administração foram mais elevados com a AP do que com a agricultura tradicional (R\$ 945,09/ha e R\$ 804,26/ha, respectivamente, incluídos os gastos com arrendamento). O total geral dos custos também é maior para a AP: R\$ 1.830,66/ha contra R\$ 1.674,36, incluída a despesa com arrendamento. Mas quando se considera a produtividade esperada em cada sistema – 56 sc/ha na AP e 50 sc/ha na agricultura convencional –, o custo por saca produzida foi relativamente menor no caso da AP: R\$ 32,69 contra R\$ 33,49 – incluídos os gastos com arrendamento.

Com os resultados, os autores concluíram que as receitas auferidas com a AP foram suficientes para cobrir pelo menos os custos fixos e os variáveis, e aumentaram – como Gomide (2001), Griffin e Lowenberg-Deboer (2005), Santos (2014) e Silva e Vale (2007) – que é possível alcançar uma relação econômica favorável com a adoção da AP.

Quanto a essa conclusão, cabe recordar que apesar de a AP ser economicamente rentável em muitos estabelecimentos, sua adoção é influenciada também por outros fatores: a complexidade da tecnologia; o nível de gasto requerido; a disponibilidade de recursos do produtor; e o acesso a fontes de financiamento, à mão de obra qualificada e à assistência técnica adequada. Da mesma forma, vale ressaltar, como corroboram as análises de Bernardi e Inamasu (2014), que os produtores que têm utilizado a AP, em geral, possuem nível de renda mais elevado, propriedades maiores e contratam serviços de terceiros para as atividades complexas como o mapeamento da produtividade e das propriedades do solo e a aplicação de corretivos, defensivos e fertilizantes em taxas variáveis. Esse conjunto de elementos sugere que, em princípio, a AP tem grande potencial para discriminar a pequena produção.

Manejo integrado de pragas¹⁰

Com o tempo, o uso incorreto de agrotóxicos no Brasil e no mundo passou a causar sérios problemas ambientais e de saúde aos consumidores – contaminação do solo, da água e dos alimentos; intoxicação de agricultores; redução da biodiversidade; e desequilíbrio biológico, que modifica a ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica, por exemplo. Esses problemas – juntamente com as demandas globais pela manutenção da inocuidade alimentar, a preocupação crescente com a sustentabilidade ambiental e, em particular, o interesse em reduzir o custo com o uso de defensivos químicos –, levaram ao desenvolvimento do manejo integrado de pragas (MIP), sistema que é entendido como

[...] a forma que racionaliza o controle dos insetos-praga das culturas através da utilização de processos naturais e do uso racional de defensivos agrícolas para o controle de pragas (SIMONATO et al., 2014, p. 178).

A aplicação do MIP consiste do uso de um ou mais dos seguintes métodos de controle de pragas (MANEJO..., 2016b): variedades que repelem ou que são menos preferidas pelas pragas; práticas agrícolas, como a rotação de culturas ou o plantio de culturas-armadilhas; barreiras físicas que dificultam a entrada de insetos na plantação, como coberturas plásticas; controle biológico, ou seja, a ação de inimigos naturais na regulação populacional da praga; e o controle químico, cuidadosamente planejado e acompanhado, quando as técnicas anteriores forem ineficazes para contornar a infestação na lavoura.

Portanto, o MIP é um sistema complexo. Entre outros aspectos, envolve o conhecimento e compatibilização de diferentes métodos (SIMONATO et al., 2014). Um exemplo é o controle biológico de pragas, que pode atuar principalmente de duas formas: controle biológico natural ou conservativo – aproveita as populações de inimigos naturais do agroecossistema para manter a população da praga em

¹⁰ Os autores agradecem aos pesquisadores José Ednilson Miranda e Edson Hirose, da Embrapa Arroz e Feijão, a contribuição prestada no desenvolvimento desse item.

equilíbrio; e controle biológico aplicado, que compreende a liberação massal de inimigos naturais de uma praga em uma área. Nesse caso, os inimigos naturais são considerados insumo. Independentemente do tipo de controle biológico adotado, é importante que os métodos do MIP atuem de forma sinérgica ou complementar.

Outro aspecto da complexidade do MIP é a necessidade de se conhecer as pragas, monitorar periodicamente as lavouras à sua procura, quantificar o nível de incidência dos insetos, avaliar o dano causado e definir o método de controle a ser seguido (CARVALHO; BARCELLOS, 2012). Parcela significativa dos produtores não domina essas atividades ou não dedica a atenção merecida a elas, especialmente agricultores de pequeno porte. Além disso, por vezes esses produtores têm dificuldade de obter as orientações necessárias via assistência técnica, por causa do baixo contingente de profissionais qualificados para prover esse serviço.

Além das complexidades do MIP, os produtores interessados nessa tecnologia enfrentam outros desafios importantes – por exemplo, poucas empresas produzem e comercializam inimigos naturais. Embora recomendável, o emprego de insumos biológicos esbarra na sua pouca disponibilidade, que influencia diretamente o custo. Trocar a segurança de um calendário de aplicação de produtos químicos por um método de controle biológico que envolve maior risco – e exige mais atenção e trabalho – também dificulta o uso do MIP.

Em determinados casos, o custo de aplicação de uma tecnologia atua como fator inibidor, mas esse não parece ser o caso do MIP. Análises em propriedades no norte e oeste do Paraná, feitas pela Embrapa Soja em parceria com o Instituto Emater do estado, mostraram que o custo total por hectare com o uso do MIP na safra 2013–2014 somou R\$ 144,57; com o manejo convencional, o valor foi de R\$ 302,06/ha (Tabela 11). Além disso, a produtividade do MIP foi mais elevada do que a do sistema convencional. Assim, a Embrapa e o Instituto Emater-PR concluíram que o uso do MIP pode contribuir

Tabela 11. Controle de pragas da soja em unidades de referência em propriedades no norte e oeste do Paraná, safra 2013–2014.

	Média de aplicações	Custo total (R\$/ha)	Produtividade (sc/ha)
MIP	2,60	144,57	50,07
Manejo convencional	4,99	302,06	48,67

Fonte: Manejo... (2016a).

para aumentar a renda do produtor e diminuir os impactos ambientais (MANEJO..., 2016a).

Os elementos acima indicam que o uso do MIP é uma atividade de custo relativamente baixo, mas de aplicação complexa. Em geral, os produtores têm capacidade limitada para adquirir o conhecimento necessário para o uso dessa tecnologia via manuais técnicos e vídeos educativos. Portanto, dependem fortemente de serviços de assistência técnica. Os produtores grandes e médios, com frequência, têm mais facilidade de acesso a esses serviços, e a pequena produção parece enfrentar mais dificuldades para adotar o MIP.

Reserva Legal: dificuldades da pequena produção

A preocupação com a proteção e conservação dos recursos naturais brasileiros não é um fenômeno novo no País – ela vem desde o período colonial. Entretanto, nas últimas décadas ela se intensificou muito, o que resultou na instituição do Novo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012). O Novo Código determina de que forma a propriedade rural pode ser explorada, quando define áreas de preservação, ou seja, Reserva Legal e Área de Preservação Permanente (APP).

A Reserva Legal consiste em uma área do estabelecimento rural que tem

[...] a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabi-

litação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. (BRASIL, 2012, art. 3º).

Segundo o Novo Código Florestal, a Reserva Legal deverá corresponder a uma área mínima de 80% dos estabelecimentos rurais da Amazônia Legal. A exigência para as propriedades do Cerrado, regiões de campos gerais e demais biomas do País é que a Reserva Legal ocupe, respectivamente, pelo menos 35%, 20% e 20% da área do imóvel. Todo estabelecimento rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa a título de Reserva Legal¹¹.

A APP é uma área protegida que pode possuir vegetação nativa. O propósito dessa área é

[...] preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012, art. 3º).

A APP pode estar localizada em zonas rurais ou urbanas. Quando existir vegetação na APP, o proprietário é obrigado a mantê-la. Se não houver, ele deve promover sua recomposição. O capítulo II da Lei nº 12.651/2012 estabelece a delimitação das áreas de APP¹².

Portanto, a Reserva Legal restringe a área de exploração agropecuária do estabelecimento rural e cria um custo de oportunidade para os produtores rurais, que influencia o cumprimento da Lei. A magnitude desse custo depende de vários fatores: extensão da área alocada para a atividade agrícola e pecuária, cultura usada e eficiência com que ela é manejada, por exemplo.

Campos e Bacha (2013) estimaram o custo de oportunidade do cumprimento da Reserva Legal. As culturas consideradas foram a cana-de-açúcar e a laranjeira no Estado de São Paulo e o

milho e a soja em Goiás, Mato Grosso e Paraná. Os resultados mostram que o custo da Reserva Legal por unidade de produto em 2011 foi de R\$ 0,96 por caixa de 40,8 quilos de laranja e R\$ 2,76 por tonelada de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Esses valores corresponderam, respectivamente, a 8% e a 4,3% do preço de mercado da caixa de laranja e da tonelada de cana-de-açúcar naquele ano.

O custo de oportunidade da Reserva Legal para o milho foi de R\$ 16,71/t em Rio Verde, GO, e R\$ 14,32/t em Campo Mourão, PR, na safra 2012–2013 ou, alternativamente, 4,5% e 3,8% do preço do milho nessas cidades, respectivamente (Tabela 12). As estimativas para a soja na mesma safra foram R\$ 35,95/t em Rio Verde e R\$ 38,94/t em Campo Mourão.

Campos e Bacha (2013) concluíram que o custo de oportunidade decorrente do requerimento de alocar terra como Reserva Legal é um dos fatores responsáveis pelo baixo cumprimento da legislação. Resultado similar foi obtido por Oliveira e Bacha (2003) quando analisaram o cumprimento da Reserva Legal no Brasil, de 1972 a 1998, e por Igarati et al. (2009) ao examinarem a eficácia da política brasileira para a preservação das áreas com Cerrado.

Estudos como esses e o fato de que, em geral, a disponibilidade de recursos financeiros e do fator terra da pequena produção é menor do que a dos grandes e médios produtores mostram que o desafio daquela para cumprir a exigência legal de manter a Reserva Legal é relativamente maior. Portanto, não é surpreendente que as condições experimentadas pelos pequenos produtores levem parte deles a usar uma área maior do que a permitida legalmente com explorações agropecuárias.

¹¹ Os imóveis da pequena propriedade ou agricultura familiar poderão computar os plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais como parte da área de Reserva Legal.

¹² Essas áreas compreendem: faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente; áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais; áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais; áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes; encostas ou partes destas com declividade superior a 45°; restingas; manguezais; bordas dos tabuleiros ou chapadas; topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°; e áreas em altitude superior a 1.800 metros.

Tabela 12. Precificação do custo da Reserva Legal para as culturas de milho e soja em Rio Verde, GO, e Campo Mourão, PR.

Safr	Milho				Soja			
	Rio Verde, GO		Campo Mourão, PR		Rio Verde, GO		Campo Mourão, PR	
	R\$/t	%	R\$/t	%	R\$/t	%	R\$/t	%
2000–2001	5,7	3,2	5,55	3,1	11,89	4,2	13,21	4,6
2001–2002	6,54	4,6	6,54	4,6	14,17	4	15,74	4,4
2002–2003	9,49	4	9,49	4	24,37	5	27,08	5,6
2003–2004	10,3	3,9	10,3	3,9	28,23	4,6	31,36	5,1
2004–2005	10,72	4,1	10,72	4,1	24,91	3,8	27,67	4,2
2005–2006	10,24	4,3	10,24	4,3	31,68	6,7	35,2	7,5
2006–2007	11,02	5,3	11,02	5,3	22,42	5,3	24,91	5,9
2007–2008	12,43	4,3	12,43	4,3	24,8	4,8	29,86	5,7
2008–2009	13,21	4,2	11,32	3,6	28,54	4	30,92	4,4
2009–2010	12,97	4,9	11,12	4,2	29,74	4	32,22	4,4
2010–2011	13,54	5,3	11,61	4,5	34,21	5,5	34,21	5,5
2011–2012	16,71	4,5	14,32	3,8	38,94	5,5	38,94	5,5
2012–2013	16,71	4,5	14,32	3,8	35,95	3,6	38,94	3,9

Fonte: Campos e Bacha (2013).

Considerações finais

Políticas públicas para agricultura, para estimular a produção ou para preservar o meio ambiente, acabam causando efeitos não desejados – como o agravamento da concentração da renda –, pois, por causa das imperfeições de mercado, a pequena produção não tem condições de se beneficiar delas.

O objetivo principal das políticas públicas para a agricultura é o de criar condições para adoção de tecnologia e, modernamente, o de preservar o meio ambiente. Essas políticas não são neutras em relação ao volume de produção, pois a pequena produção vende seus produtos por preços muito abaixo dos que consegue a grande produção e paga mais pelos insumos. Em consequência, a pequena produção não consegue adotar a tecnologia que faz cada hectare e trabalhador produzirem mais e, assim, afastar o fantasma da pobreza via agricultura. O mesmo ocorre com as tecnologias de preservação do

meio ambiente e os regulamentos das políticas de comando e controle. O viés é mais grave para as tecnologias que requerem investimentos maiores em bens de capital, como máquinas e equipamentos, e técnicas de administração do negócio complexas, exatamente as de maior potencial para gerar renda. Por isso, recomenda-se a avaliação das políticas públicas para eliminar, quando possível, seus vieses, ou, então, compensar a pequena produção pelo prejuízo delas decorrentes.

Da mesma forma, enfatiza-se a necessidade de análises rigorosas das tecnologias disponíveis no mercado, particularmente as mais exigentes em capital físico e humano, de maior complexidade e com retorno no longo prazo – isso para identificar a discriminação da pequena produção e, conseqüentemente, definir medidas para eliminá-la. A vasta maioria dos agricultores é pobre, pois ficou à margem da tecnologia. Não é desejado que fiquem também à margem da lei.

Referências

AGRICULTURA de precisão. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2011. (Boletim técnico).

ALVES, E. R. de A.; SOUZA, G. da S. e; ROCHA, D. de P.; MARRA, R. Fatos marcantes da agricultura brasileira. In: ALVES, E. R. de A.; SOUZA, G. da S. e; GOMES, E. G. (Ed.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 13-45.

ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e tropeços. **Revista de Política Agrícola**, ano 24, n. 3, p. 7-21, jul./ago./set. 2015.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial em integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de. Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 11-18.

BERNARDI, A. C. de C.; INAMASU, R. Y. Adoção da agricultura de precisão no Brasil. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 559-577.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 25 maio 2012.

CAMPOS, S. A. C.; BACHA, C. J. C. O custo privado da reserva legal. **Revista de Política Agrícola**, ano 22, n. 2, p. 85-104, abr./maio/jun. 2013.

CARVALHO, N. L.; BARCELLOS, A. L. Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 749-766, 2012.

CORBEELS, M.; MARCHÃO, R. L.; SIQUEIRA NETO, M.; FERREIRA, E. G.; MADARI, B. E.; SCOPEL, E.; BRITO, O. R. Evidence of limited carbon sequestration in soils under no-tillage systems in the Cerrado of Brazil. **Scientific Reports**, n. 6, article 21450, 2016.

COSTA, F. P.; ALMEIDA, R. G. de; PEREIRA, M. de A.; KICHEL, A. N.; MACEDO, M. C. M. Avaliação econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta voltados para a recuperação de áreas

degradadas em Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012, Belém, PA. **Sistemas silvipastoris, o caminho para a economia verde na pecuária mundial**. Belém, PA: UFPA, 2012. 1 CD-ROM.

DIAS-FILHO, M. B. Desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243-252, 2011. Suplemento especial.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102203/1/DOC-402.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

FARIA, C. M. A. de; SILVA, M. L. da; FERREIRA, L. R.; OLIVEIRA NETO, S. N. de; SALLES, T. T. Análise econômica de sistemas de recuperação e manutenção de pastagens com gado de leite. **Reflexões Econômicas**, v. 1, n. 1, p. 85-103, abr./set. 2015.

FIDELIS, R. R.; ROCHA, R. N. C.; LEITE, U. T.; TANCREDI, F. D. Alguns aspectos do plantio direto para cultura da soja. **Bioscience Journal**, v. 19, n. 1, p. 23-31, jan./abr. 2003.

GOMIDE, R. L. Viabilidade econômica do uso de agricultura de precisão em plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. **A engenharia agrícola frente ao desenvolvimento agroindustrial e o mercado globalizado**: [anais]. [S.l.]: SBEA: Unioeste, 2001. 1 CD ROM.

GRIFFIN, T. W.; LOWENBERG-DEBOER, J. Worldwide adoption and profitability of precision agriculture: implications for Brazil. **Revista de Política Agrícola**, ano 14, n. 4, p. 20-37, out./dez. 2005.

IBGE. **Censo agropecuário 2006**: Brasil, grandes regiões e unidades de federação. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2016.

IGARATI, A. T.; TAMBOSI, L. R.; PIVELLO, V. R. Agribusiness opportunity costs and environmental legal protection: investigating trade-off on hotspot preservation in the State of São Paulo, Brazil. **Environmental Management**, v. 44, n. 2, p. 346-355, 2009.

INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. de C. Agricultura de precisão. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; de RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 21-33.

KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ZIMMER, A. H.; SOARES, C. O.; ALMEIDA, R. G. de. Sistemas de lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário

brasileiro. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**: a produção sustentável. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 1-9.

MANEJO integrado de pragas reduz aplicações de defensivos em 50%. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2634688/manejo-integrado-de-pragas-reduz-aplicacoes-de-defensivos-em-quase-50>>. Acesso em: 23 set. 2016a.

MANEJO integrado de pragas: controlando pragas e cuidando do meio ambiente. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agricultura/agr_acoes_resultados/controlando-pragas_de_maneira_ambientalmente_correta>. Acesso em: 16 set. 2016b.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n. 10, p. 1117-1126, out. 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, O. L.; CARNEVALLI, R. A.; PERES, A. A. C.; REIS, J. C.; MORAES, M. C. M. M.; PEREIRA, B. C. Análise econômico-financeira de sistemas integrados para a produção de novilhas leiteiras. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n. 250, p. 203-212, 2016.

OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S.; SILVEIRA, V. de P. Análise econômica de um sistema agro-silvo-pastoril com eucalipto implantado em região de cerrado. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 1, p. 1-19, 2000.

OLIVEIRA, M. N. de; XAVIER, J. H. V.; SILVA, F. A. M. da; SCOPEL, E.; ZOBY, J. L. F. Efeitos da introdução do sistema de plantio direto de milho por agricultores familiares do município de Unaí, MG (Cerrado Brasileiro). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 51-60, jan./mar. 2009.

OLIVEIRA, S. J. de M.; BACHA, C. J. C. Avaliação do cumprimento da reserva legal no Brasil. **Revista de Economia e Negócio**, v. 1, n. 2, p. 177-204, 2003.

SANTOS, L. B. dos. **Viabilidade econômica da implantação de agricultura de precisão na cultura do arroz irrigado em Cachoeira do Sul, RS**. 2014. 71 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

SILVA, C. B.; MORETTO, A. C.; RODRIGUES, R. L. **Viabilidade econômica da agricultura de precisão: o caso do Paraná**. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/12O499.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

SILVA, C. B.; VALE, S. M. L. R. do. Viabilidade econômica da agricultura de precisão: um estudo de caso. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. **Conhecimento para a agricultura do futuro**: anais. Londrina: Sober: Iapar: UEL, 2007. 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/6/288.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J. F. J.; OLIVEIRA, H. N. de. Controle biológico de insetos-praga na soja. In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D. de C.; ROSCOE, R. (Ed.). **Tecnologia e produção**: soja 2013/2014. Maracaju, MS: Fundação MS, 2014. p. 178-193.

SOUZA, G. da S. e; ALVES, E. R. de A.; GOMES, E. G.; MAGALHÃES, E.; ROCHA, D. de P. Um modelo de produção para a agricultura brasileira e a importância da pesquisa da Embrapa. In: ALVES, E. R. de A.; SOUZA, G. da S. e; GOMES, E. G. (Ed.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. p. 49-86.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. de L.; PEREIRA, R. G. de A. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia brasileira. **Amazônia: ciência & desenvolvimento**, v. 5, n. 10, p. 27-49, jan./jul. 2010.

VINHOLIS, M. de M. B.; NICODEMO, M. L. F.; SANTOS, P. M.; COLA, G. G. Custo de implantação de sistemas de produção silvipastoris em São Carlos, SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos, SP. **Maturidade e desafios da engenharia de produção**: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente - anais. São Carlos: Abepro, 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102883/1/PROCI-2010.00297.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2016.