



VIABILIDADE ECONÔMICA DA INTRODUÇÃO DE EUCALIPTO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA¹

Mariana de Aragão Pereira

Pesquisadora – Embrapa Gado de Corte – Campo Grande/MS

mariana.pereira@embrapa.br

Fernando Paim Costa

Pesquisador – Embrapa Gado de Corte – Campo Grande/MS

fernando-paim.costa@embrapa.br

Roberto Giolo de Almeida

Pesquisador – Embrapa Gado de Corte – Campo Grande/MS

roberto.giolo@embrapa.br

Grupo de Pesquisa: Instituições, governança e gestão do agronegócio

Resumo

Trabalhar com sistemas sustentáveis é um grande desafio para o setor agrícola. Os sistemas integrados (SI), além de promover a sustentabilidade, podem resultar em aumentos rápidos e significativos na oferta de carne, grãos e madeira simultaneamente. O objetivo deste estudo é analisar e comparar a viabilidade econômica dos SIs, por meio da análise de investimento e de sensibilidade de um sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e dois sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidades de 227 árvores de eucalipto/hectare (ILPF1 – arranjo 22 x 2m em linha simples) e 357 árvores/ha (ILPF2 – arranjo 14 x 2m em linha simples). Os resultados indicaram que todos os sistemas de produção, individualmente, se mostraram economicamente viáveis. Porém, na análise comparativa, o ILP mostrou-se mais atraente aos investimentos de capital do que os sistemas integrados com árvores, independente da densidade e arranjo espacial das árvores ou ainda em cenários alternativos de preço da madeira para serraria (15% maior) e de taxa de atratividade do projeto. A conjuntura dos mercados de *commodities* desde 2016, com preços elevados para grãos e carne bovina e uma lenta recuperação dos preços dos produtos madeireiros, justifica esses resultados.

Palavras-chave: análise de investimento, intensificação sustentável, pecuária de corte

Abstract

Working with sustainable systems is a major challenge for the agricultural sector. Integrated farming systems (IFS), in addition to promoting sustainability, can result in rapid and significant increases in the supply of meat, grains and timber simultaneously. The objective of this study is to analyze and compare the economic viability of IS, through an investment and sensitivity analyses of a crop-livestock integrated system (ICL) and two crop-livestock-forest

¹ Esta pesquisa foi financiada com recursos SEG da Embrapa, da Fundect, da Rede de Fomento ILPF e da Fundação MS.



systems (ICLF), one with 227 eucalyptus trees/hectare (ICLF1) and another with 357 trees/hectare (ICLF2). The results indicated that all IFS, taken individually, are economically viable. However, in the comparative analysis, the ICL was more attractive to capital investments than the IFS with trees, regardless of the trees density and spatial arrangement, or even in alternative scenarios for sawmill wood price (15% higher) and for the discount rate used in the project analysis. The conjuncture of the commodity markets since 2016, with high prices for grains and beef and a slow recovery in the prices of wood products, justifies these results.

Key words: *investment analysis, sustainable intensification, beef cattle*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um importante *player* no mercado mundial de *commodities* agrícolas, desenvolvendo florestas, lavouras e pastagens na forma de grandes monoculturas. Este modelo de produção tem sido eficiente do ponto de vista da oferta, dada a expansão conjunta em área e produtividade. Martha Junior, Alves e Contini (2012) demonstraram que, entre 1950 e 1975, a produtividade explicava apenas 14% do crescimento da produção de carne bovina no Brasil, enquanto a expansão da área de pastagem respondia por 86%. Entre 1996 e 2006, as tecnologias poupadoras de terra permitiram grandes ganhos de produtividade, com aumento de 122% na produção de carne bovina, apesar das reduções na área total de pastagem. A terra liberada passou a ser ocupada com cana-de-açúcar, soja e outras culturas.

Esse crescimento da produtividade, no entanto, tende a se reduzir, dada a diminuição dos ganhos marginais decorrentes da intensificação tecnológica. Degradação de pastagens, pragas e doenças e outros problemas associados à monocultura destacam-se como pontos fracos desses modelos agrícolas, criando oportunidades para sistemas de produção alternativos, mais integrados e sustentáveis.

Trabalhar com sistemas sustentáveis é um grande desafio para o setor agrícola. Neste contexto, os sistemas integrados (SI) têm se destacado, dado o seu potencial para enfrentar este desafio. O SI, além de promover a sustentabilidade, pode resultar em aumentos rápidos e significativos na oferta de carne, grãos e madeira. Oliveira et al. (2014), por exemplo, mostraram que um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) com 357 árvores/ha resultou em capacidade de suporte entre 0,8 e 1,0 unidade animal por hectare (UA/ha), semelhante à média brasileira, com o diferencial de viabilizar a produção de outras culturas na mesma área, agregando renda ao produtor.

A diversificação usando o SI é possivelmente a principal mudança de paradigma na agricultura brasileira, desde a revolução verde na década de 1960. O SI é conhecido há muito tempo e mundialmente, geralmente associado à produção em pequena escala (vide, por exemplo, Rana, 2015). No Brasil, no entanto, a adoção desse sistema tem ocorrido principalmente em fazendas comerciais de grande escala, onde práticas de conservação vem sendo realizadas com sucesso por décadas. Uma pesquisa com 7.909 agricultores estimou em cerca de 11,5 milhões de hectares (Mha) a área com SI no Brasil (Embrapa, 2016), estabelecidos principalmente nos seguintes estados: Mato Grosso do Sul (2,0 Mha); Mato Grosso (1,5 Mha); Rio Grande do Sul (1,4 Mha) e Minas Gerais (1,0 Mha). Os SI's em uso



envolvem diferentes combinações de culturas, gado e silvicultura. A pesquisa apontou, ainda, que entre os pecuaristas que utilizam o SI, 83% fazem integração lavoura-pecuária (ILP), 9% combinam lavoura, pecuária e floresta (ILPF) e 7% usam a integração pecuária-floresta (IPF). Entre os agricultores que usam o SI, 99% adotam a ILP.

Dadas as grandes incertezas e as deficiências ainda presentes nos sistemas de apoio para o SI, acredita-se que boa parte da adoção desses sistemas de produção tem se dado em virtude do perfil inovador e empreendedor de produtores pioneiros e seus seguidores, conforme nomenclatura definida por Rogers (2003). Esses produtores inovadores ajudam a “traduzir” as tecnologias dos centros de pesquisa para os ambientes comerciais (Garb e Friedlander, 2014; Pereira et al., 2016) e são, geralmente, menos avessos ao risco, sendo, portanto, cruciais para o processo de difusão das tecnologias. Considerando a área potencial de 67,8 milhões de hectares para a adoção do SI no Brasil (Balbino, Barcellos e Stone, 2011), há muito espaço para avanço mais generalizado desses sistemas. É preciso, contudo, municiar os produtores com informações técnico-econômicas consistentes para a tomada de decisão. Há de se lembrar que mudar a mentalidade e as práticas dos produtores, da especialização da produção à diversificação, combinando culturas, pecuária e silvicultura, é uma tarefa difícil. Costa et al. (2014) identificaram alguns fatores limitantes para a adoção dos sistemas integrados, com destaque para a necessidade de mudanças na infraestrutura, capacitação da mão de obra, e nas habilidades gerenciais, dada a complexidade do SI (ver Almeida et al. (2015) para comentários adicionais). Além disso, diferentes tipos de produtores têm diferentes valores, objetivos e metas. Pereira et al. (2016), por exemplo, afirmaram que os agricultores fortemente orientados para a preservação do meio ambiente, possivelmente, se interessam mais por práticas sustentáveis, incluindo os sistemas de integração com árvores, do que os agricultores fortemente orientados para a produção, onde a integração lavoura-pecuária pode ser uma alternativa mais compatível.

Para incentivar a adoção do SI no Brasil, políticas públicas e iniciativas do setor privado estão em andamento. O Plano Nacional de Baixas Emissões de Carbono na Agricultura (Plano ABC) é parte de uma estratégia para cumprir o compromisso voluntário do Brasil na COP 15 em reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em 36-38% até 2020 (Mello, 2015). Outra iniciativa foi o lançamento, em 2012, da Rede de Fomento ILPF, recém-transformada em Associação. A rede surgiu como uma parceria entre Embrapa e empresas do setor privado para promover e transferir tecnologias adaptadas ou desenvolvidas para sistemas integrados de produção para agricultores no Brasil, e agora, também com atuação internacional. No campo da pesquisa, um exemplo é o projeto "Rede Pecuária", que estudou sistemas de produção de carne bovina, como monocultura ou em SI, capazes de mitigar GEE (CPPSE). Muitos outros estudos mostraram as vantagens biofísicas do uso do SI, como melhoria no microclima e bem-estar animal (Karvatt Junior et al., 2016), na qualidade da pastagem (Almeida et al., 2014) e resiliência dos sistemas (Jose, Walter e Kumar, 2017), e ainda na produção de grãos, carne bovina e madeira (Franchini et al., 2014). No entanto, a maioria não apresenta análises econômicas de dados empíricos (Lazarotto et al., 2009; Martha Junior, Alves e Contini, 2011).

A adoção em escala acelerada de sistemas integrados requer mais informações sobre seu desempenho econômico, razão pela qual este estudo se concentra nesta questão. Tal preocupação é particularmente importante para o SI que inclui árvores, dado seu horizonte de longo prazo e incertezas associadas. Além disso, ao contrário da integração lavoura-pecuária, a silvicultura é uma atividade atípica para os agricultores e pecuaristas. O objetivo deste



estudo, portanto, é preencher essa lacuna e avaliar a viabilidade econômica da introdução da cultura do eucalipto em sistemas integrados. A expectativa é contribuir para o aprimoramento do debate e auxiliar a tomada de decisão do produtor pautada em dados bio-econômicos e não apenas em percepções ou intuição.

2. MÉTODO

No ano agrícola 2008/2009, três sistemas integrados foram estabelecidos na região de Campo Grande/MS, como alternativas para recuperação de pastagens degradadas no Cerrado: ILP (lavoura + pecuária); ILPF1 (ILP + 227 árvores/ha); e ILPF2 (ILP + 357 árvores/ha). Os experimentos consistiram em três ciclos consecutivos de quatro anos: um ano com lavoura seguido de três anos com pastagem, com ou sem árvores (híbrido de *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*). O eucalipto é a principal árvore plantada no Brasil, cobrindo 5,6 Mha do total de 7,7 Mha de florestas plantadas (IBA, 2017).

Os experimentos foram originalmente desenvolvidos para avaliar o efeito da densidade de árvores e arranjos espaciais na produção de carne e grãos, com árvores plantadas em fileiras simples, com 2 m entre árvores e 22 ou 14 m entre linhas, no ILPF1 e ILPF2, respectivamente. A cultura da soja, seguida de pastagens, foi semeada entre as fileiras de árvores. O peso do gado e o período de pastejo foram controlados dentro de cada SI para estimar o ganho de peso médio anual. Taxas de lotação variadas foram aplicadas para manter uma disponibilidade mínima de forragem em torno de 1.800 kg de matéria seca (MS)/ha (sistema “put-and-take”).

O cronograma experimental adotou o seguinte roteiro: em setembro de 2008, uma área experimental de 18 ha (6 ha por SI) foi preparada, subsolada e gradeada. Em novembro, foram aplicadas 3 t/ha de calcário, 1 t/ha de gesso, herbicidas pré-emergentes e 300 kg/ha de fertilizante 05-25-15 (N-P-K). A soja foi cultivada de novembro de 2008 a março de 2009, associada ou não a árvores. Após a colheita da soja, foi semeado o capim Piatã (*Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã). Na safra 2009/2010, produziu-se feno para simular uma alternativa de renda ao produtor (ver Oliveira et al. (2014) e Pereira et al. (2014) para mais detalhes), tendo em vista que os animais não poderiam entrar na área antes de as árvores atingirem 7 cm de diâmetro à altura do peito (DAP)². Em maio de 2010, novilhas da raça Nelore com média de 160 kg de peso vivo foram introduzidas em todos os tratamentos.

O segundo ciclo (2012/13 - 2015/16) repetiu o primeiro (2008/09 - 2011/12), mas incluiu adubação anual da pastagem com 300 kg/ha da fórmula 05-25-15 (N-P-K) e 110 kg/ha de ureia, dado que foi observada queda na capacidade de suporte das pastagens. O terceiro e último ciclo (2016/17 - 2019/20) encontra-se em curso e repete o segundo ciclo, porém com algumas alterações. O desbaste que deveria ter ocorrido no ano 8, por motivos de força maior,

² Optou-se em padronizar esta prática entre todos os sistemas integrados, mesmo sem árvore, para tornar a comparação mais uniforme.



foi realizado no ano 9. Este desbaste reduziu em 75% o número de árvores do ILPF2, por meio da eliminação de uma das linhas, o que resultou em um novo arranjo espacial de 28 x 4 m e uma redução na densidade de 357 para 89 arv./ha; já no ILPF1, a quantidade de árvores/ha diminuiu de 227 para 113 (50%) e o arranjo espacial passou para 22 x 4 m. O atraso no desbaste impediu a entrada de animais na área e também acarretou em atraso no plantio de soja, que foi realizado apenas no ano 10 (ano agrícola corrente). A soja foi recém-colhida e sua produtividade, apresentada neste estudo, é uma aproximação, já que os números finais estão sendo processados. Nos próximos dois anos, os sistemas serão conduzidos como silvipastoris, no caso dos ILPFs, ou pecuária exclusiva, no caso do ILP.

A Tabela 1 apresenta as produtividades dos SI's e os preços médios das *commodities* em 2017/2018.

Tabela 1 – Produções e preços dos produtos dos sistemas integrados (2017)

<i>Produtos</i>	<i>Produtividade (ud/ha)</i>			<i>Preços (R\$/ud)¹</i>
	<i>ILP</i>	<i>ILPF1</i>	<i>ILPF2</i>	
Feno	t			
Capim Piatã (Ano 1)	4	4	4	166,66
Grãos	Sacas (60 kg)			
Soja (Ano 1) ^a	35	35	35	66,20
Soja (Ano 5) ^a	49	38	34	66,20
Soja (Ano 10) ^b	60	50	55	66,20
Carne (médias anuais)	arrobas (@) ²			
Produção - Ciclo 1 (anos 2 - 4) ^a	16,0 (1,00)	13,2 (0,83)	11,4 (0,71)	130,95
Produção - Ciclo 2 (anos 6 - 8) ^a	17,8 (1,11)	13,4 (0,84)	8,6 (0,54)	130,95
Produção - Ciclo 3 (anos 10-12) ^b	19,2 (1,20)	15,0 (0,94)	15,0 (0,94)	130,95
Madeira	m ³			
Carvão (desbaste - ano 9) ^a	-	58	94	35,00
Carvão (corte - ano 12) ^b	-	130	78	35,00
Madeira serraria (corte - ano 12) ^b	-	35	30	115,00

¹A unidade de medida do denominador é mostrada nas colunas de produtividade (por exemplo, R\$ 35,00/m³ para carvão).

²O índice mostra a proporção da produção de carne em cada ciclo, usando como referência a produtividade do ILP no primeiro ciclo.

^aDados experimentais; ^bEstimativas.

Entre os ciclos 1 e 2, a produção de carne bovina nos sistemas integrados com árvores, primeiro diminuiu com o aumento da densidade de árvores e ao longo do horizonte temporal (Tabela 1). Em contraste, aumentou 11% para o ILP. Já, no terceiro ciclo a produção de carne bovina estimada foi semelhante para ILPF1 e ILPF2, dado o número similar de árvores/ha após o desbaste, e alcançou 20% de aumento no ILP em relação à média do ciclo 1.



Quanto à produção de soja, entre o primeiro e o segundo ciclo, observou-se aumento para o ILP e, em menor escala, para o ILPF1, mas houve pouca alteração na produção para o ILPF2, cuja densidade de árvores gerou maior competição por recursos, corroborando os achados de Franchini et al. (2014). No terceiro ciclo, as estimativas de produção de soja levaram em conta o ambiente mais favorável para as culturas após o desbaste de árvores (ou seja, menos competição por recursos), embora permaneçam abaixo da estimativa do ILP.

A produção de madeira variou com a densidade e manejo das árvores (Tabela 1). Apesar do maior número inicial de árvores no ILPF2, a produção total de madeira foi menor do que a do ILPF1, com menos árvores, em decorrência da maior densidade, o que gerou árvores de menor diâmetro e, portanto, menor rendimento por árvore após o corte.

Considerando a natureza de longo prazo dos experimentos, um fluxo de caixa de 12 anos foi preparado usando todos os parâmetros acima. Adicionalmente, foi realizada uma análise de investimento, utilizando uma taxa de desconto anual de 10% para determinar o valor presente líquido (VPL), a relação benefício-custo (B/C) e o tempo de recuperação do capital (“payback”) descontado (TRC) para os três SI. Como o fluxo de caixa da integração lavoura-pecuária-floresta apresentou mais de uma reversão de sinal, a taxa interna de retorno não foi calculada, dado o risco de inconsistência dos valores gerados (Rae, 1994).

Assumiu-se que a maioria dos agricultores tem a infraestrutura necessária para implementar o SI e, portanto, investimentos em máquinas e construções adicionais não foram considerados. Para operações agrícolas, utilizaram-se valores de aluguel de máquinas disponíveis em Richetti (2016), corrigidos pelo índice de inflação registrado em 2017. O fluxo de caixa incluiu apenas os custos diretos dos sistemas. Conseqüentemente, os custos de implementação (safra 2008/09) englobaram sementes/mudas, fertilizantes, produtos químicos e serviços. Os custos de mão-de-obra foram cotados a R\$ 73,00 a diária. Os custos operacionais da produção de carne foram estimados em R\$ 25,87/@, excluindo os desembolsos com a manutenção da pastagem, que foi computada como uma operação a parte no fluxo de caixa³. Dado que a receita da pecuária considerou apenas a produção adicional de carne dentro de cada SI, os custos de produção não levaram em conta a compra de animais⁴. Ainda, o fluxo de caixa incluiu os custos de controle de formigas, desramas, desbaste das árvores (ano 9) e extração final de madeira (ano 12).

Análises de investimento em cenários alternativos (Olson, 2011) foram realizadas para verificar o efeito dos ciclos de preços e taxa de desconto na lucratividade dos sistemas integrados (análise de sensibilidade). No cenário I (CEN I), os preços da madeira aumentaram 15%; no cenário II (CEN II), a taxa de desconto foi reduzida de 10% (equivalente a títulos de

³ Esta ação visou eliminar duplicação no cômputo dos custos associados à pecuária.

⁴ Logo, as receitas e os custos referem-se, exclusivamente, ao excedente produzido dentro de cada sistema produtivo.



longo prazo, como o Tesouro direto) para 6,9% (equivalente à remuneração da poupança em 2017).

3. RESULTADOS

Como esperado, os custos de implementação dos sistemas integrados aumentaram em 14% e 21% acompanhando a maior densidade de árvores dos sistemas ILPF1 e ILPF2, respectivamente, em comparação ao ILP (Tabela 2). Esse resultado pode ajudar a explicar, em parte, a menor adoção de SI com árvores em comparação com a integração lavoura-pecuária, conforme apontado na pesquisa mencionada anteriormente (Embrapa, 2016). Este custo pode ser proibitivo para alguns agricultores, particularmente, pequenos proprietários de terras ou aqueles que precisam de mais máquinas ou infraestrutura para iniciar o SI. Sem contar as incertezas associadas ao mercado madeireiro, que é exótico para o produtor tradicional.

Tabela 2- Custos de implantação (R\$/ha) de pastagens, lavouras e árvores sob três SI, no estado de Mato Grosso do Sul, safra 2008/2009.

<i>Componente do custo</i>	ILP	ILPF1	ILPF2
Insumos ¹	1.756	2.063	2.196
Serviços	1.195	1.311	1.369
Total	2.951	3.374	3.565
Índice de custo (ILP = 100)	100	114	121

¹ Inclui fertilizantes, herbicidas, controle de pragas e doenças.

O benefício líquido anual (BLA = Receitas - Custos) e o perfil do fluxo de caixa também foram notavelmente diferentes entre os sistemas agrícolas, com e sem árvores (Figura 1). Enquanto o ILP apresentou maior estabilidade do BLA ao longo dos anos, frequentemente superior aos dos sistemas com árvore, o fluxo de caixa do ILPF1 e ILPF2 se beneficiaram decisivamente com a venda de madeira nos anos nove e 12, após o desbaste e o corte raso das árvores, respectivamente. É importante destacar que o uso de lavoura de soja nos sistemas de integração permitiu a amortização de quase 73% do custo de implantação das pastagens, o que justifica, em muitos casos, o seu uso nos processos de recuperação de pastagens.

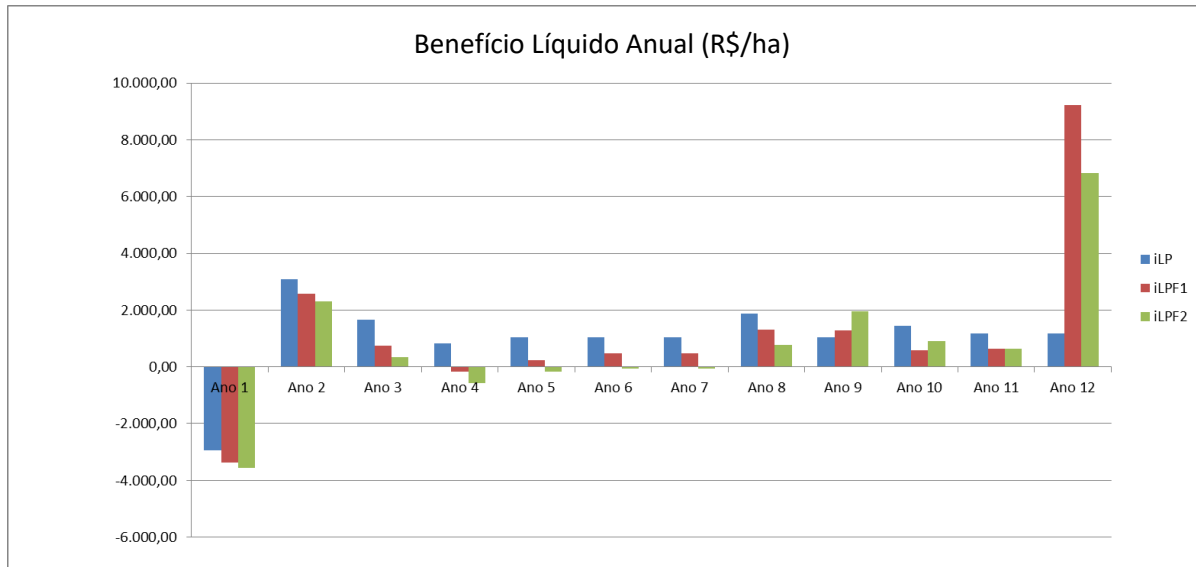


Figura 1 - Fluxo de caixa de três SI no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

A Figura 1 mostra, ainda, que ambos os sistemas de ILPF apresentaram resultados líquidos negativos em alguns anos, devido aos seus custos contínuos, incluindo desramas, desbastes e controle de formigas, que nem sempre foram acompanhados da receita com o gado e/ou com a soja. Isso pode representar uma ameaça para a posição de fluxo de caixa dos agricultores e eles devem estar preparados para períodos em que, eventualmente, os custos possam exceder as receitas. Os resultados indicam que o ILPF2 ficou, de um modo geral, prejudicado. Possivelmente, a maior densidade de árvores reduziu o potencial de crescimento tanto das culturas integradas, quanto das próprias árvores, efeito que deverá ser parcialmente (e já tardiamente) revertido com o desbaste mais drástico desse sistema.

A consecução da análise de investimento trouxe esclarecimentos adicionais sobre os principais parâmetros de decisões de longo prazo dos agricultores. Os resultados demonstraram que os três SI, com e sem árvores, mostraram-se economicamente viáveis, dados os preços de mercado e coeficientes técnicos utilizados, uma vez que o valor presente líquido foi positivo (VPL) e relação Benefício/Custo maior que um para todos os sistemas (Tabela 3).

Tabela 3 - Parâmetros de investimento de três SI, no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (2017).

Parâmetros	ILP	ILPF1	ILPF2
VPL (R\$/ha)	6.670,78	5.158,96	2.541,74
B/C	3,26	2,47	1,61
TRC (anos)	1,1	5,4	9,4



Comparativamente, o SI de melhor desempenho foi a integração lavoura-pecuária (ILP), que apresentou maiores VPL e relação benefício/custo, e menor tempo de retorno do capital (“payback”). Entre o ILPF1 e ILPF2, o primeiro foi economicamente mais interessante que o último, sugerindo, que uma menor densidade de árvores e um espaçamento maior entre linhas tende a obter melhor desempenho econômico, *ceteris paribus*.

Esses resultados devem ser interpretados com cautela e dentro de seu contexto. Em 2016/2017, os preços dos grãos e da carne bovina aumentaram, enquanto os preços dos produtos à base de madeira reduziram-se (GWMI, 2016). Com isso, o SI mais dependente de madeira foi duplamente impactado neste cenário: (1) a redução dos preços da madeira reduziu a receita estimada da silvicultura (ou seja, quanto maior o número de árvores, maior a redução na receita relativa); e (2) o ILPF não se beneficiou totalmente do aumento dos preços dos grãos e da carne devido a seus rendimentos mais baixos destes produtos (Tabela 1).

Outro aspecto a considerar é que o exercício aqui apresentado pressupõe o corte raso no ano final do projeto (12 anos). Contudo, na prática, há certa flexibilidade na época de corte das árvores, pois os produtores podem atrasar este processo por até alguns anos, aumentando as chances de melhores preços e, portanto, melhores retornos. Nosso protocolo de pesquisa, no entanto, não permitia essa alternativa. Cabe ressaltar, ainda, que a taxa de desconto elevada (10% ao ano), utilizada neste estudo, “penaliza” proporcionalmente mais os sistemas de integração com árvores do que o sem árvore, pois os principais benefícios econômicos daqueles ocorrem no longo prazo.

Considerando as questões postas acima, decidiu-se trabalhar com análise de sensibilidade de preços e de taxas de atratividade, em dois cenários alternativos: 15% de aumento no preço dos produtos florestais (simulação das condições de mercado em 2014) (CEN I); redução da taxa de desconto de 10% para 6,9% (CEN II). Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros de investimento (VPL, B/C e TRC) sob dois cenários de alteração de preços e taxa de atratividade para os SI.

Parâmetros	CENÁRIO ORIGINAL			CENÁRIO I			CENÁRIO II		
	ILP	ILPF1	ILPF2	ILP	ILPF1	ILPF2	ILP	ILPF1	ILPF2
VPL (R\$/ha)	6.671	5.159	2.542	6.671	5.716	3.039	7.997	7.017	3.957
B/C	3,26	2,47	1,61	3,26	2,63	1,73	3,71	3,00	1,93
TRC (anos)	1,1	5,4	9,4	1,1	5,4	8,8	1,0	4,9	8,3



As análises de sensibilidade sugeriram que todos os sistemas integrados, com e sem árvores, permaneceram economicamente viáveis ($VPL > 0$ e $B/C > 1$). De um modo geral, as tendências observadas no cenário original (Tabela 3) se mantiveram, com o sistema ILP apresentando melhor desempenho econômico que os sistemas integrados com árvores. É também notório o maior tempo de retorno do capital (TRC) quando o sistema integrado inclui o componente florestal, especialmente em arranjos mais adensados. Nota-se ainda na Tabela 4 que a mudança na taxa de atratividade considerada na análise dos sistemas impactou mais fortemente os resultados econômicos do que o aumento do preço da madeira. Quanto maior a taxa de atratividade, maiores são os descontos aplicados aos saldos anuais do fluxo de caixa, especialmente nos anos mais distantes do ano de investimento ($t=0$). Para os sistemas integrados com árvores, cujas principais receitas são geradas nos anos nove e 12, isso implica em uma grande redução para trazê-las a valor presente, impactando o VPL final desses sistemas.

4. DISCUSSÃO

À primeira análise, os dados parecem sugerir uma estável superioridade do sistema de integração lavoura-pecuária em comparação com os sistemas ILPF. Uma ressalva é importante. Martha Junior, Alves e Contini (2011) argumentam que o desempenho econômico do SI é uma função dos preços relativos de insumo/produto, o que nossos resultados corroboram. Aos preços de insumos considerados, e no contexto dos altos preços da carne bovina e dos grãos, o ILP teve um desempenho melhor do que os ILPFs, sendo ainda favorecido pela alta taxa de desconto originalmente usada neste estudo. Com um aumento nos preços dos produtos madeireiros, os resultados econômicos dos sistemas ILPF tiveram melhoras consideráveis, mas ainda insuficientes para suplantarem o ILP, tudo mais permanecendo constante.

Contudo, o preço dos grãos é altamente volátil (Lazarotto et al., 2009), dados os ciclos das *commodities*, as quebras de safra, as políticas públicas etc. Em 2016, estes preços atingiram seu pico, começando um movimento descendente a partir de 2017. No entanto, os preços baixos da madeira impediram resultados mais atraentes para os sistemas ILPF. O aumento de 15% nos preços da madeira beneficiou estes sistemas no CEN I, mas não garantiu, por si só, um resultado que superasse a ILP, dados os altos preços da carne e dos grãos na corrente análise. Resultados semelhantes foram obtidos por Pereira, Costa e Almeida (2018), que ao comparar esses três sistemas⁵, concluíram que, dados os preços e coeficientes técnicos utilizados no estudo, a ILP apresentou-se economicamente mais interessante que ambos os sistemas ILPF, exceto em um cenário de inversão de preços das *commodities* analisadas. Os autores argumentaram que, a partir de 2016, os sistemas, que vêm sendo

⁵ O trabalho de Pereira, Costa e Almeida (2018) se diferencia do atual no que concerne ao uso de milho na simulação de resultados do ciclo 3 invés de soja; da previsão de desbaste de 67% do ILPF2 (contra 75%, de fato), além da atualização dos preços de mercado, que acabam por impactar posição relativa da relação insumo-produto.



acompanhados economicamente desde 2012 (Costa et al., 2012), sofreram pela primeira vez mudanças no *ranking* da rentabilidade em função do aumento dos preços de grãos e carne e redução do preço da madeira. Isto é confirmado por estudos anteriores realizados com base nos mesmos experimentos. Pereira, Costa e Almeida (2015), analisando esses três sistemas integrados, mas considerando as condições de mercado de 2014 (a saber, mercado de madeira aquecido e preços de carne e grãos suprimidos), concluíram que quanto mais árvores no SI, maior era sua rentabilidade. De 2014 a 2016, os preços da carne bovina e da soja cresceram 52% e 34%, respectivamente, enquanto os da madeira e do carvão vegetal diminuíram 19% e 24% (dados compilados pelos autores, com base no CEPEA). Costa et al. (2012), Silva (2014) e Pereira et al. (2015) também estudaram estes sistemas integrados e chegaram à conclusões semelhantes. Pereira et al. (2015), por exemplo, mostrou que o ILPF2 alcançou um VPL 1,5 vezes maior do que o ILP, cujo desempenho foi menor dentre todos os SI, o que contrasta fortemente com os resultados atuais.

Quando a análise se restringe aos sistemas integrados com árvores, os resultados indicam que o ILPF1 foi economicamente mais estável que o ILPF2, mesmo em cenários alternativos. Tomando-se o VPL como exemplo, nota-se uma variação de 36% no valor do VPL máximo e mínimo obtido pelo ILPF1 (Tabela 4), enquanto a variação chega a 55% no caso do ILPF2. Uma análise dos estudos mencionados acima também corrobora essa argumentação, pois, frequentemente, o ILPF1 obteve rentabilidade intermediária ao ILP e ILPF2, nos mais variados cenários de mudanças de produtividade, preços de mercado das *commodities*, insumos e serviços e taxa de atratividade usada na análise de investimento. Esses resultados sugerem que o uso de uma densidade de árvores que possibilite índices técnicos favoráveis à lavoura e à pecuária associadas reverte em rentabilidades satisfatórias e relativamente estáveis, especialmente se comparadas a sistemas mais adensados (ex. ILPF2), ainda com possibilidade de agregação de valor (ex. CCN, madeira certificada etc.) e diversificação de renda (Nicoli et al., 2017), se comparada a ILP.

A questão que resta a ser respondida é se o cenário atual, da relativa alta de preço da carne bovina e dos grãos, e a baixa de preço dos produtos florestais, é provável permanecer ou cenários alternativos devam ser considerados. De fato, as oscilações de preço de mercado são comuns e alteram o panorama das expectativas de retorno. Nossas análises sugerem que as tendências da economia brasileira e do mercado de longo prazo para os produtos à base de madeira são importantes e devem ser observadas cuidadosamente pelos produtores que consideram introduzir a silvicultura nos SI. A crise econômica brasileira, em 2015, resultou em queda na comercialização dos produtos madeireiros (5%) e nos preços (GWMI, 2016). Apesar das incertezas em torno de novos desenvolvimentos da indústria madeireira, a economia brasileira começou a se recuperar. A inflação está controlada, os níveis de investimento aumentaram e uma taxa de crescimento econômico de 1% foi registrado para 2017, criando um ambiente favorável o crescimento da demanda por madeira. A indústria de celulose e papel, por exemplo, está se expandindo e se beneficiando do avanço do comércio



internacional (The Economist, 2016). As exportações de outros produtos derivados de madeira aumentaram 21,6% entre 2015 e 2016, alcançando US \$ 250 milhões (GWMI, 2017). Em 2017 (jan/fev), a produção e exportação de painéis de madeira aumentaram 8,5% e 40%, respectivamente, em relação a jan/fev 2016 (IBA, 2017).

Além dos mercados de *commodities*, outras iniciativas são necessárias para apoiar a introdução mais acelerada da silvicultura nos SIs. O crédito através do “plano ABC” do governo está disponível e a adesão vem aumentando, com mais de 25.000 contratos aprovados entre 2010-2015 (Mello, 2015). Novas usinas siderúrgicas e outros projetos de investimento no Brasil aumentarão a demanda por produtos à base de madeira, embora em ritmo desconhecido. Outras iniciativas, como o protocolo Carne Carbono Neutro (CCN), podem agregar valor aos produtos SI, inclusive à madeira. A CCN abre caminho para o pagamento de prêmios para carne bovina certificada em sistemas silvipastoris ou agrossilvipastoris, seguindo as diretrizes de bem-estar e boas práticas, para que as árvores neutralizem as emissões do metano bovino (Almeida et al., 2016). As florestas plantadas também contribuem para reduzir a pressão pelo desmatamento, fornecendo serviços ambientais relevantes (por exemplo, evitar GEE). O mercado de serviços ambientais no Brasil é apenas incipiente, mas crescente, apoiado pela intenção do país de se estabelecer como uma “referência mundial no comércio de carbono” (GEF, 2013; p. 14). Estas iniciativas certamente agregariam receitas adicionais aos sistemas ILPF, melhorando sua rentabilidade, contribuindo para a diversificação da renda do produtor rural.

Dadas as incertezas ainda presentes nos sistemas integrados, com mercados pouco definidos para produtos com potencial de agregação de valor e estudos econômicos ainda limitados, a difusão dos SI, particularmente incluindo árvores, parece depender principalmente de produtores inovadores, talvez menos avessos ao risco. Estes produtores líderes são relevantes para o sistema de inovação, pois têm em suas propriedades verdadeiras “vitrines tecnológicas” para outros adotantes em potencial (seguidores) (Pereira et al., 2016). Como tal, precisam do apoio da academia, dos centros de pesquisa e dos consultores rurais. Pesquisas econômicas adicionais, considerando mudanças nos preços, nos arranjos espaciais e densidade de árvores, rendimentos de insumos/produtos, e avaliações de riscos são também necessárias. Políticas para minimizar os riscos dos investidores florestais devem ser priorizadas para apoiar os produtores que desejarem introduzir árvores nos sistemas de integração.

5. CONCLUSÕES

Nossos resultados corroboram outras avaliações econômicas dos sistemas integrados que indicam que, a dados preços de insumos e produtividades, os preços relativos dos produtos influenciam fortemente a lucratividade do sistema integrado. Além disso, atenção especial deve ser dada à escolha da taxa de atratividade (ou de desconto) a ser utilizada na análise de investimento, já que esta exerce grande influência na rentabilidade do mesmo.



Segundo Elevitvh e Wilkinson (2000), a escolha da taxa de atratividade em projetos florestais deve ser proporcional ao risco envolvido (quanto maior o risco, maior a taxa de desconto) e compatível com a taxa de retorno em atividades alternativas (oportunidade no uso do capital).

No aspecto técnico, ressalta-se que a densidade e o arranjo espacial das árvores impactam os parâmetros de investimento, dados os *trade-offs* entre os benefícios de longo prazo e os custos de implementação e condução dos sistemas. Estes devem ser avaliados criteriosamente, especialmente em sistemas mais adensados.

Em geral, a introdução de árvores em futuros sistemas integrados no Brasil é economicamente viável, desde que a indústria florestal da região esteja consolidada ou com perspectivas de crescimento. Considerando que a tomada de decisão do produtor é menos que ótima, devido à falta de conhecimento pleno de todos os possíveis cenários e suas implicações (Lazarotto et al., 2009), todos os sistemas integrados analisados são economicamente aceitáveis, embora em determinados momentos ou condições um possa se apresentar temporariamente melhor que outro. Cabe ressaltar ainda que o perfil de fluxo de caixa dos sistemas integrados pode ser bastante diversificado, conforme previsão de receitas e despesas de cada SI e, portanto, deve ser considerado como critério adicional no processo de tomada de decisão, além dos parâmetros tradicionais da análise de investimento.

A ampla adoção de sistemas de integração considerando o componente florestal depende de produtores inovadores, abertos à mudança de paradigma que vem acontecendo no Brasil em relação às monoculturas. Deve ainda contar com o apoio dos centros de pesquisa e desenvolvimento (P&D), programas de transferência de tecnologia e políticas públicas de fomento aos sistemas integrados.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R., BARBOSA, R., ZIMMER, A. e KICHEL, A. Forage grasses in integrated cattle production systems. In: Bungenstab, D. e Almeida, R., ed., *Integrated crop-livestock-forestry systems - a Brazilian experience for sustainable farming*, 1. ed. Brasília, Embrapa, p. 101-107, 2014.

ALMEIDA, R., GOMES, R., PORFÍRIO-DA-SILVA, V., ALVES, F., FEIJÓ, G., FERREIRA, A., OLIVEIRA, E. e BUNGENSTAB, D. Carbon Neutral Brazilian Beef: testing its guidelines through a case study. In: *International Symposium on Greenhouse Gases in Agriculture*, Campo Grande, Embrapa Gado de Corte, p. 277-281, 2016.



ALMEIDA, R., PEREIRA, M. A., KICHEL, A. e COSTA, F. Planejamento e gestão de sistemas pecuários integrados com agricultura. In: *Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no Cerrado*. Uberlândia, UFU, p. 106-123, 2015.

BALBINO, L., BARCELLOS, A. e STONE, F. *Marco referencial integração lavoura-pecuária-floresta*. Brasília, Embrapa, p. 132, 2011.

COSTA, F., ALMEIDA, R. G. DE, PEREIRA, M. A., KICHEL, A. N. e 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*. Belém, UFPA. p. 523-527, 2012.

COSTA, F.P., CEZAR, I., MELO FILHO, G. e BUNGENSTAB, D. Cost-effectiveness of integrated production systems. In: Bungenstab, D. and Almeida, R., ed., *Integrated crop-livestock-forestry systems - a Brazilian experience for sustainable farming*, 1. ed. Brasília, Embrapa, p. 213-218, 2014.

EMBRAPA. *Adoção de ILPF chega a 11,5 milhões de hectares*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17755008/adocao-de-ilpf-chega-a-115-milhoes-de-hectares>>. Acesso em: 10 fev. 2017. 2016.

EMBRAPA. *Integrated Crop-Livestock-Forest Systems – ICLFS*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

ELEVITCH, C.R., WILKINSON, K. M. *Economics of farm forestry: financial evaluation for landowners*. Agroforestry Guides for Pacific Islands. Permanent Agriculture Resources, Halualoa, Hawaii. 31 p. 2000. Disponível em: <<http://www.agroforestry.org/images/pdfs/EconomicsFF.pdf>>. Acesso em 27 mar. 2017.

FRANCHINI, J. C., BALBINOT JUNIOR, A. A., SICHIERI, F. R., DEBIASI, H. e CONTE, O. Yield of soybean, pasture and wood in integrated crop-livestock-forest system in Northwestern Paraná State, Brazil. *Revista Ciência Agronômica*, 45 (5), p. 1006-1013. 2014.

GARB, Y. e FRIEDLANDER, L. From transfer to translation: using systemic understandings of technology to understand drip irrigation uptake. *Agricultural System*, 128, p. 13-24. 2014.



GEF. *A strategy for investing in emerging market environmental industries*. Disponível em: <http://globalenvironmentfund.com/wp-content/uploads/2013/02/Emerging_Market_Environmental_Industires.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2017. 2013.

GWMI. *Brazil: domestic economic crisis affecting timber industry*. Disponível em: <<https://www.globalwoodmarketsinfo.com/brazil-timber-industry/2/>>. Acesso em: 12 fev. 2017. 2016.

GWMI. *Brazil: exports of wood-based products up 21.6% in November*. Disponível em: <<https://www.globalwoodmarketsinfo.com/brazil-exports-of-wood-based-products-up-21-6-in-november>>. Acesso em: 12 fev. 2017. 2017.

IBA. *Cenários Ibá*. Brasília, IBA, 34, 7 p. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Cenarios/Cenarios_Mar_2017.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2017. 2017.

JOSE, S., WALTER, D. e KUMAR, B. Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. *Agroforest Systems*, p. 1-15. 2017.

KARVATTE JUNIOR, N., KLOSOWSKI, E., ALMEIDA, R., MESQUITA, E., OLIVEIRA, C. e ALVES, F. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. *International Journal of Biometeorology*, 60(12), p. 1933-1941. 2016.

LAZAROTTO, J., SANTOS, M., LIMA, J. e MORAES, A. Volatilidade dos Retornos Econômicos Associados à Integração Lavoura-Pecuária no Estado do Paraná. *Revista de Economia e Agronegócio*, 7(2), p. 259-284. 2009.

MARTHA JUNIOR, G., ALVES, E. e CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(10), p. 1117-1126, 2011.

MARTHA JR., G., ALVES, E. e CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. *Agricultural Systems*, 110, p. 173-177, 2012.

MELLO, F. *ABC Plan - National Plan for Low Carbon Emissions in Agriculture – Brazilian Experience*. [Presentation in the Joint Conference of the Organization for Economic Cooperation and Development]. 25 p. Disponível em:



<<http://www.ag4climate.org/programme/ag4climate-session-3-5-mello.pdf>>. Acesso em: 28 jan 2017.

NICOLI, C.M.L., PACHECO, A. R., REIS, C. A. F., VENTUROLI, F. Income Diversification through a Crop-Livestock-Forest Integration System in the Midwest Brazilian Region. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 7(6), p. 374-385. 2017. doi: 10.17265/2161-6264/2017.06.002

OLIVEIRA, C., VILLELA, S., ALMEIDA, R., ALVES, F., BEHLING NETO, A. e MARTINS, P. Performance of Nellore heifers, forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. *Tropical Animal Health and Production*, 46(1), p. 167-72. 2014.

OLSON, K. *Economics of Farm Management in a Global Setting*. Hoboken, John Wiley & Sons, 542 p. 2011.

PEREIRA, M. A., COSTA, F. e ALMEIDA, R. Economic viability of integrated crop-livestock- forest systems: a comparative analysis. In: *World Congress on Integrated Crop-Livestock-Forest Systems*. Brasília: Embrapa. p. 213. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1037545/1/25941.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2017. 2015.

PEREIRA, M. A., COSTA, F. e ALMEIDA, R. Is the “F Word” an option for Brazilian farmers? The place of forestry in future integrated farming systems. *International Journal of Agricultural Management*, 6 (3-4). pp. 134-140. 2018. DOI: 10.5836/ijam/2017-06-134.

PEREIRA, M. A., FAIRWEATHER, J., WOODFORD, K. e NUTHALL, P. Assessing the diversity of values and goals amongst Brazilian commercial-scale progressive beef farmers using Q-methodology. *Agricultural Systems*, 144(1), p.1-8. 2016.

RAE, A. N. *Agricultural Management Economics*. Activity Analysis and Decision Making. Oxon UK, CAB International, 196 p. 1994.

RANA, S. S. *Recent Advances in Integrated Farming Systems*. Palampur, College of Agriculture, CSK Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya, 204 p. 2015.

RICHETTI, A. *Soja: viabilidade econômica para a Safra 2016/2017, em Mato Grosso do Sul*. 1. ed., [ebook]. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste. Disponível em:



<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1055925/1/DOC2016134b.pdf>>. Acesso em: 25 Nov. 2016. 2016.

ROGERS E. M. *Diffusion of Innovations*. 5. ed. New York, Free Press, 453 p. 2003.

SILVA, I. M. *A contribuição de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta para a sustentabilidade da produção agropecuária no estado de Mato Grosso do Sul*. Dourados/MS, UFGD. 57 p. Dissertação. 2014.

THE ECONOMIST. (2016). *Pulp producers in Brazil: Money that grows on trees*. Disponível em: <<http://www.economist.com/node/21695530/print>>. Acesso em: 12 fev. 2017.