



COMUNICADO  
TÉCNICO

97

Londrina, PR

**Embrapa**

Novembro, 2019

# Análise econômica de Unidade de Referência Tecnológica em sistemas integrados no norte do Paraná

Marcelo Hiroshi Hirakuri  
Alvadi Antonio Balbinot Junior  
Julio Cezar Franchini  
Henrique Debiasi

# Análise econômica de Unidade de Referência Tecnológica em sistemas integrados no norte do Paraná<sup>1</sup>

<sup>1</sup> **Marcelo Hiroshi Hirakuri**, cientista da computação e administrador, mestre em Ciência da Computação, analista da Embrapa Soja, Londrina, PR.

**Alvadi Antonio Balbinot Junior**, engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

**Julio Cezar Franchini**, engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

**Henrique Debiasi**, engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

## Introdução

A sucessão de culturas graníferas é o modelo de produção agrícola predominante no Norte do Paraná, sendo que a soja predomina na primeira safra e o milho na segunda safra, superando outros cultivos como trigo, aveia e feijão. Embora seja empregado um elevado padrão tecnológico no cultivo destas culturas, na pecuária podem ser observadas extensas áreas formadas por pastagens perenes com baixa produtividade e qualidade de forragem.

Em meio ao cenário descrito, os sistemas integrados de produção podem ser alternativas para melhorar a eficiência do negócio rural e reduzir os riscos inerentes à agricultura, uma vez que buscam conciliar aumento de lucro, diversificação de fontes de renda e sustentabilidade ambiental. Contudo, além das pesquisas agrônomicas, é imperativo realizar análises econômicas para verificar a viabilidade dos sistemas integrados para uso em larga escala. Assim, a Embrapa Agrossilvipastoril coordenou o projeto “Padronização de

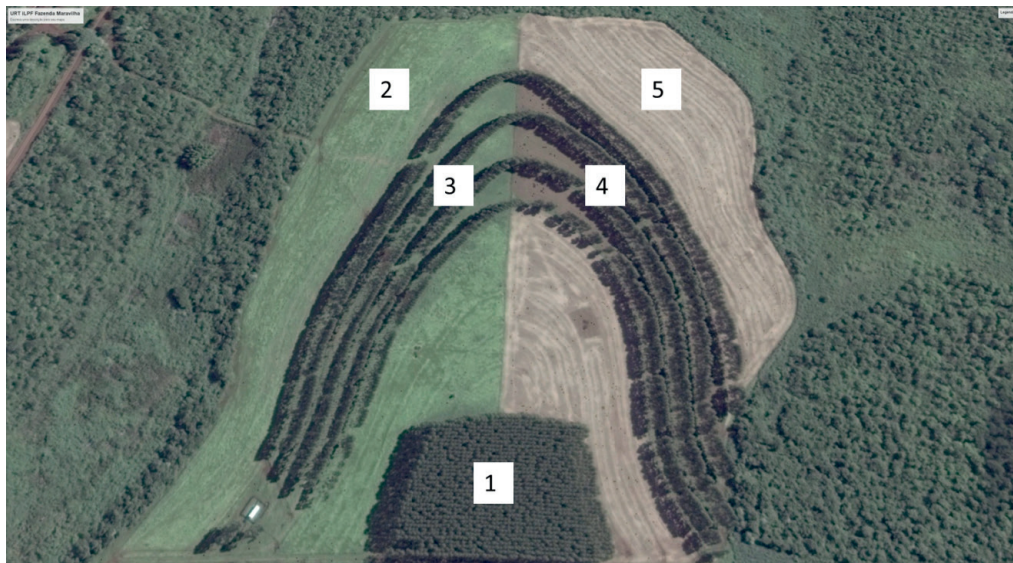
Metodologias e Novas Abordagens para Avaliação Econômica de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (SEG 12.13.11.003.00.03)”, que viabilizou o desenvolvimento de análises econômicas de sistemas integradas.

## Materiais e Métodos

Em 2010, a Embrapa Soja iniciou pesquisa de longa duração com sistemas integrados de produção na Unidade de Referência Tecnológica (URT), localizada na Fazenda Maravilha, Londrina, PR (23° 28' S, 50° 59' O, 481 m de altitude). O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (Santos et al., 2013), de textura muito argilosa (teores de argila, silte e areia de 750, 194 e 56 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente). Nos oito anos de condução da URT, cinco usos da terra vêm sendo avaliados: 1) floresta solteira de eucalipto grandis (*Eucalyptus grandis*), ocupando uma área de 1,57 ha; 2) lavouras/pastagem perene de braquiária BRS Piatã, sem a presença de eucalipto (4,42 ha); 3) lavouras/pastagem perene de braquiária BRS Piatã integradas com renques

simples de eucalipto distanciados de 15 a 35 m (2,84 ha); 4) lavouras integradas com renques simples de eucalipto distanciados de 15 a 35 m (2,88 ha); e

5) lavouras de forma contínua, sem a presença de eucalipto e pastagem (4,58 ha) (Figura 1).



**Figura 1.** Vista aérea da Unidade de Referência Tecnológica (URT), Fazenda Maravilha, Londrina, PR.

Fonte: Imagem gerada no Google Maps© em 11/03/2016. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-23.4799208,-50.985339,864m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 23 out. 2019.

Nas áreas 3 e 4, foram implantados renques simples de eucalipto grandis, clone GPC 23, distanciados em 15 a 35 m, com espaçamento entre plantas de 2,5 m, gerando uma população média de 190 árvores ha<sup>-1</sup>. Nas duas áreas, os renques no sistema ILPF seguiram o sistema de terraceamento já existente na área, o que gerou a variação de espaçamento entre os renques. Na área 1, utilizou-se o mesmo clone de eucalipto, sendo usado o espaçamento de 3,0 x 3,0 m (1.110 árvores ha<sup>-1</sup>).

Por ocasião do estabelecimento da URT, a cultura do milho foi semeada

em outubro de 2010. Nas áreas 3 e 4, o milho foi implantado no espaço entre os renques, deixando-se 1,0 m entre as plantas do milho e de eucalipto.

A adubação e o manejo das culturas anuais inseridas na URT foram realizados conforme os resultados das análises de solo. O eucalipto foi plantado em novembro de 2010, sendo o solo foi preparado com subsolador nas linhas de plantio. Em abril de 2012, todas as plantas de eucalipto foram desramadas até 4 m de altura.

## Sistemas analisados

Os dados para a análise econômica dos sistemas adotados nas áreas 1, 4 e 5 já foram coletados e validados, enquanto os dados referentes às áreas 2 e 3 ainda estão sendo coletados e

tratados. Dessa forma, a análise econômica contempla as áreas 1, 4 e 5, cujo uso da terra está descrito na Tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição dos sistemas de uso da terra avaliados economicamente. Unidade de Referência Tecnológica (URT) Fazenda Maravilha, Londrina, PR.

Safras	Usos da terra (Áreas)		
	1	4	5
2010/11 (verão)	Floresta	Milho / Floresta	Milho
2011 (inverno)	Floresta	Aveia preta / Floresta	Aveia preta
2011/12 (verão)	Floresta	Soja / Floresta	Soja
2012 (inverno)	Floresta	Trigo / Floresta	Trigo
2012/13 (verão)	Floresta	Milho / Floresta	Milho
2013 (inverno)	Floresta	Trigo / Floresta	Trigo
2013/14 (verão)	Floresta	Milho / Floresta	Milho
2014 (inverno)	Floresta	Trigo / Floresta	Trigo
2014/15 (verão)	Floresta	Soja / Floresta	Soja
2015 (inverno)	Floresta	Trigo / Floresta	Trigo
2015/16 (verão)	Floresta	Soja / Floresta	Soja
2016 (inverno)	Floresta	Aveia preta / Floresta	Aveia preta
2016/17 (verão)	Floresta	Soja / Floresta	Soja
2017 (inverno)	Floresta	Aveia preta / Floresta	Aveia preta

<sup>1</sup>=floresta solteira de eucalipto grandis (*Eucalyptus grandis*); 4=lavouras integradas com renques simples de eucalipto distanciados de 15 a 35 m; e 5=lavouras, sem presença de eucalipto e pastagem.

Considerando a capacidade das máquinas e equipamentos empregados nas áreas, foram realizadas simulações que contemplam: (a) 100 hectares de floresta, referentes à área 1; (b) 100 hectares de lavoura, relacionados à área 5; (c) 100 hectares para a área 4, sendo 12 hectares de floresta e 88 hectares de lavoura.

## Produção de grãos e madeira

Na primeira safra estival, foi cultivado milho na URT, não havendo nenhum efeito das plantas de eucalipto sobre a cultura, já que as mesmas apresentavam menos de um metro de altura. Nas safras de verão de 2011/12 (soja),

2012/13 (milho) e 2013/14 (milho), bem como nos invernos de 2012 e 2013 (ambos cultivados com trigo), a variabilidade espacial da produtividade de grãos das culturas em resposta à presença ou não dos renques de eucalipto foi avaliada

por meio de técnicas de geoestatística, conforme Vieira et al. (2002). A Tabela 2 lista as cultivares e híbridos adotados nas áreas analisadas.

**Tabela 2.** Cultivares e híbridos de espécies graníferas adotadas na URT, por safra.

Safra	Cultura	Cultivar/híbrido
2010/11 (verão)	Milho	Dekalb 390 YG
2011 (inverno)	Aveia preta	Comum
2011/12 (verão)	Soja	BRS 316 RR
2012 (inverno)	Trigo	BRS Pardela
2012/13 (verão)	Milho	Dekalb 350 YG
2013 (inverno)	Trigo	BRS Pardela
2013/14 (verão)	Milho	Dekalb 390 VT PRO
2014 (inverno)	Trigo	BRS Pardela
2014/15 (verão)	Soja	Agroeste 3610 IPRO
2015 (inverno)	Trigo	Coodetec 150
2015/16 (verão)	Soja	Syngenta 1163 RR
2016 (inverno)	Aveia preta	Comum
2016/17 (verão)	Soja	DM 6563 RSF IPRO
2017 (inverno)	Aveia preta	Comum

As produtividades da soja (2011/12), do trigo (2012 e 2013) e do milho (2012/13 e 2013/14) foram avaliadas nas áreas 4 e 5 (Tabela 1). Em relação à produção de madeira, o crescimento do eucalipto foi avaliado em metade das árvores presentes na URT aos 22, 28, 43, 56 e 79 meses após a implantação. O volume de madeira por árvore em pé foi calculado conforme equação (1), descrita em Oliveira et al. (2011).

$$V = \frac{(\pi DAP^2)}{4} H f \quad (1)$$

Em que:

V = volume da árvore em pé (m<sup>3</sup>);

DAP = diâmetro do tronco à altura do peito, medido a 1,30 m do solo (m);

H = altura da árvore (m), medida por meio de clinômetro digital;

f = fator forma (0,33).

## Análise econômica

Na área 1, a produção florestal alcançou uma produtividade de  $544 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , o que levaria a uma produção de  $54.400 \text{ m}^3$  em uma área de 100 hectares. No que diz respeito à área 4, por sua vez, a interpretação deve ser feita de forma cuidadosa para evitar erros na análise econômica.

Em 1,0 ha da área 4, a área florestal corresponde a 0,12 ha, com uma produtividade de  $196 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , de tal forma que em 100 hectares de ILF seriam gerados  $19.600 \text{ m}^3$  de madeira. Porém, uma vez que a proporcionalidade entre floresta

e lavoura já está sendo considerada na divisão de área da simulação (88 ha de lavoura; 12 ha de floresta), a produtividade precisa ser ajustada para não incorrer em erros de cálculos. Com isso, a produtividade ajustada passa a ser  $1.633,33 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , que em 12 hectares leva à produção dos mesmos  $19.600 \text{ m}^3$  de madeira.

O referido ajuste também foi realizado para as áreas de lavoura (Tabela 3). Este procedimento, além de evitar erros de cálculos, permitiu um melhor entendimento do resultado obtido pelo sistema ILF.

**Tabela 3.** Rendimento dos grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) produzidos em sistema solteiro e ILF.

Cultivo e safra	Solteiro	ILF	
	Análise ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Proporcional ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Análise ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
Milho safra 2010/11	9.000,00	7.920,00	9.000,00
Aveia safra 2011	-	-	-
Soja safra 2011/12	3.240,00	2.700,00	3.068,18
Trigo safra 2012	3.180,00	2.340,00	2.659,09
Milho safra 2012/13	8.100,00	6.840,00	7.772,73
Trigo safra 2013	2.460,00	2.100,00	2.386,36
Milho safra 2013/14	7.200,00	4.380,00	4.977,27
Trigo safra 2014	1.980,00	2.100,00	2.386,36
Soja safra 2014/15	3.826,00	2.733,00	3.105,68
Trigo safra 2015	3.368,00	2.250,00	2.556,82
Soja safra 2015/16	1.024,00	1.043,00	1.185,23
Aveia safra 2016	-	-	-
Soja safra 2016/17	4.350,00	2.610,00	2.965,91
Aveia safra 2017	-	-	-

Obs. A aveia preta não foi colhida, pois foi utilizada para adubação verde

A partir dos referidos ajustes, a Tabela 4 apresenta as simulações de fluxo de caixa e Taxa Interna de Retorno (TIR)<sup>1</sup> referentes à área 1 (floresta), área 4 (sistema ILF) e área 5 (lavoura), considerando os manejos culturais empregados na URT e os aspectos mercadológicos e comerciais da região. Enfatiza-se que

o manejo cultural empregado tanto nas lavouras quanto nas áreas florestais influencia diretamente o fluxo de caixa e pode gerar alterações significativas no desempenho econômico dos sistemas.

**Tabela 4.** Simulação de fluxo de caixa em R\$ e Taxa Interna de Retorno (TIR) para áreas de 100 hectares.

Ano	Floresta - Área 1	ILF - Área 4	Lavoura - Área 5
0	-333.513,92	-770.120,12	-593.512,49
1 (2011)	-250.244,11	86.960,12	131.765,76
2 (2012)	-109.254,97	152.099,49	249.031,51
3 (2013)	-185.069,29	-21.966,14	97.076,07
4 (2014)	-115.982,81	-76.938,23	-263,93
5 (2015)	-162.087,35	86.646,61	267.340,18
6 (2016)	-158.582,81	-176.532,89	-195.344,56
7 (2017)	1.630.057,76	646.102,31	170.280,11
<b>TIR</b>	<b>4,75%</b>	<b>-1,76%</b>	<b>6,55%</b>

Para melhorar o entendimento do resultado obtido é necessário fazer algumas considerações sobre lavoura e áreas florestais. Um primeiro ponto é que, buscando verificar o resultado da interação entre florestas e diferentes tipos de produtos agrícolas (lavouras), foi avaliado um esquema de rotação de culturas.

Contudo, tem-se que a configuração do sistema de produção adotado é vital para o desempenho econômico de sistemas envolvendo lavouras, de tal modo que pode existir outro esquema de produção que alcance melhor resultado econômico. Nesse quesito, merece destaque a necessidade de avaliar

sistemas agroflorestais com menores densidades de plantas arbóreas, diminuindo a competição com as culturas de grãos. Além disso, é importante frisar que todo o trabalho de pesquisa voltado ao melhoramento genético e manejo das culturas agrícolas ocorre em situação de ausência de interação com árvores. Assim, possíveis ajustes em cultivares e manejo utilizado poderiam reduzir as perdas de produtividade em função da interferência exercida pelo componente arbóreo.

Outro aspecto relacionado às lavouras e que tem sido amplamente discutido em painéis com produtores (Hirakuri et al., 2018, 2019) é o fato de que taxas

<sup>1</sup>Métrica utilizada para avaliar qual o percentual de retorno de um projeto de investimento.

significativas de retorno (acima de 7% ou 8%) geralmente se dão no longo prazo, ou seja, em períodos superiores a 10 anos.

Referente à produção florestal, ressalta-se que a análise realizada considera a qualidade e mercado para uma madeira de sete anos. Nesse sentido, é importante que sejam realizados estudos futuros, que considerem a colheita de madeira com maior diâmetro, utilizada para serraria e laminação, em que os valores por tonelada são muito superiores à madeira fina, assim como os mercados disponíveis e aspectos como desbastes e custos adicionais.

A partir das considerações feitas para lavouras e áreas florestais, verifica-se que o sistema ILF avaliado (área 4) apresentou um desempenho econômico bastante inferior às florestas (área 1) e lavouras (área 5) (Tabela 3).

Como apontado em Franchini et al. (2018), os renques de eucalipto em sistema ILPF, possivelmente, aproveitaram nutrientes aplicados nos cultivos anuais integrados à floresta, de tal forma que a produtividade na área 4 (1.633,33 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) superou aquela obtida na área 1 (544 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Por outro lado, a competição das árvores por recursos ambientais (água, luz e nutrientes) afetou o rendimento das lavouras (Tabela 3), de tal forma que as produtividades obtidas pelos cultivos na área 4 quase sempre foram bastante inferiores na área 5. Com isso, uma vez que as lavouras ocupam 88% da área de sistema ILF, o desempenho econômico da

área 4 ficou bastante aquém daqueles obtidos nas áreas 1 e 5.

## Considerações finais

Nas condições de solo, clima e manejo presentes na URT da Fazenda Maravilha, os sistemas com a presença de renques de eucalipto provocaram reduções expressivas na produtividade de soja, milho e trigo, principalmente a partir do terceiro ano de implantação das árvores. Isso resultou em menor taxa interna de retorno no sistema integrado comparativamente aos sistemas não integrados.

Nesse contexto, os resultados ora apresentados indicam que há um grande campo para a pesquisa no sentido de avaliar outras conformações de renques, com maior espaçamento e menor quantidade de árvores por área.

Também é relevante avaliar se há variabilidade entre cultivares de espécies graníferas e entre espécies/cultivares forrageiras, a fim de reduzir as perdas decorrentes da interferência exercida pelo componente florestal. Esses ajustes podem facilitar o manejo e aumentar a rentabilidade do sistema como um todo, significando grande avanço para o agronegócio brasileiro.

Um aspecto que dificultou a análise econômica do sistema integrado foi o rateio de custos relacionados ao sistema de produção como um todo, não apenas a um de seus componentes (lavoura ou floresta). Entre os exemplos estão os custos com arrendamento de



área, correção de solo e administração do negócio. Além disso, no caso específico da produção florestal, quando a análise é realizada antes da época do corte raso (corte final), é preciso assumir algumas premissas, especialmente no que diz respeito ao mercado comprador. Nesse contexto, é necessário realizar análise econômica no momento do corte final, quando a madeira com elevado diâmetro possui valor substancialmente superior à madeira fina.

## Referências

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H. **Produção de grãos, pastagem e madeira em sistema ILPF no norte do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 43 p. (Embrapa Soja. Documentos, 407).

HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C. de; BALBINOT JUNIOR, A. A. (Ed.). **Diagnóstico da produção de soja na macrorregião sojícola 5**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 120 p. il. color. (Embrapa Soja. Documentos, 405).

HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C. de; BALBINOT JUNIOR, A. A. (Ed.). **Diagnóstico da produção de soja na macrorregião sojícola 4**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 119 p. (Embrapa Soja. Documentos, 412).

OLIVEIRA, E. B. de; NAKAJIMA, N. Y.; CHANG, M.; HALISK, M. **Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 220).

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

VIEIRA, S. R.; MILLETE, J.; TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ V.; V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F. de; MELLO, J. W. V. de; COSTA, L. M. da (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v. 2, p. 1-45.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

### Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n,  
acesso Orlando Amaral  
Caixa Postal 231,  
CEP 86001-970  
Distrito de Warta  
Londrina, PR  
(43) 3371 6000  
[www.embrapa.br/soja](http://www.embrapa.br/soja)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

1ª edição

PDF digitalizado (2019).



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



### Comitê Local de Publicações

Presidente

*Ricardo Vilela Abdelnoor*

Secretária-Executiva

*Regina Maria Villas Boas de Campos Leite*

Membros

*Clara Beatriz Hoffman Campo, Claudine Dinalli Santos Seixas, José Marcos Gontijo Mandarin, Liliane Marcia Mertz Henning, Marcelo Hiroshi Hirakuri, Mariangela Hungria da Cunha, Norman Neumaier e Vera de Toledo Benassi*

Supervisão editorial

*Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Normalização bibliográfica

*Valéria de Fátima Cardoso*

Projeto gráfico da coleção

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*Beatriz Soncela*

Foto da capa

*Marcelo Hiroshi Hirakuri*